

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ	3
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ	10
Управление техническим обслуживанием и ремонтами в современных условиях	10
РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ	14
Кабельный рынок России и СНГ: надежды и опасения	14
ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО	17
Об одном способе выполнения защиты потребителей электроэнергии в сетях 0,4 кВ	17
Поражение электрическим током	23
Защита дальнего резервирования для сетей 0,4 кВ от НТЦ «Механотроника»	32
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ	34
Деаэрация воды в теплогенерирующих установках малой мощности	34
Устройства для удаления газов из теплоносителя	40
Промышленные котельные установки средней мощности	47
ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ	51
Раздельные схемы снабжения сжатым воздухом	51
Шум при работе компрессоров и его снижение	54
ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ	57
Результаты испытаний реактивного индукторного привода насосного агрегата с регулируемой частотой вращения в системах тепло- и водоснабжения	57
Методика испытания освещения	62
ВОПРОС — ОТВЕТ	70

ЖУРНАЛ

«ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» №11

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
электрооборудования Карачаево-Черкесской
государственной технологической академии

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

Главный редактор

С.А. Леонов

Выпускающий редактор

Н.А. Пунтус

Верстка

А.М. Коломейцев

Корректор

О.С. Волкова

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

Почтовый адрес редакции:
107031, Москва, а/я 49,
ИД «ПАНОРАМА»
Тел.: (495) 625-93-50, 131-73-95
E-mail: glavenergo@mail.ru
<http://glavenergo.promtransizdat.ru>



Подписано в печать 28.10.2007
Формат 60x88/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 13. Заказ №



При подготовке материалов
данного номера были использованы
материалы изданий:
Журнал «ЭСКО»,
www.ecoenergy.ru

ОБМЕН ОПЫТОМ 73

Модернизация управления насосными агрегатами
на насосной станции ПУ «Мосочиствод» 73

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ 77

Идея энергосбережения «овладела массами» металлургов 77

КНИЖНАЯ ПОЛКА 82

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ 85

Защита трансформаторов от взрывов и пожаров 85

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 88

Рекомендации по нормированию численности
работников жилищного, водопроводно-канализационного
и энергетического хозяйств 88

«ТЮМЕНЬЭНЕРГО» ПРОВЕЛО НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

На заводе УЭТМ-УГМ «Энергомаш» в Екатеринбурге состоялось заседание научно-технического совета специалистов энергетической отрасли по вопросам эксплуатации элегазовых баковых выключателей. В научно-техническом совете приняли участие более 40 технических специалистов «Тюменьэнерго», «МРСК Урала», «МРСК Центра и Приволжья», «УЭТМ-УГМ».

Как сообщили в пресс-службе «Тюменьэнерго», главным вопросом стало обсуждение готовности работы элегазовых баковых выключателей в предстоящий осенне-зимний период. Специалисты компании поделились с коллегами, партнерами и производителями своим опытом эксплуатации выключателей, в том числе в условиях низких температур.

Зимой 2006 года из-за аномальных морозов (а столбик термометра опустился до -60°C) происходило снижение давления элегаза, вследствие чего блокировались цепи управления элегазовых выключателей. «Элегазовые выключатели стали применяться на подстанциях «Тюменьэнерго» в конце 1990-х годов и зарекомендовали себя как надежные аппараты. Но испытанию столь низкой температурой в течение длительного времени они подверглись впервые», — рассказал начальник технического управления ОАО «Тюменьэнерго» Василий Боровицкий. Работоспособность выключателей восстанавливалась установкой дополнительного подогрева и термоизоляции, что помогло избежать отключения электроснабжения потребителей.

Компанией был разработан регламент действий оперативного персонала при блокировании цепей управления выключателей в условиях низких

температур. За период 2006—2007 гг. заводами-изготовителями были приняты меры по внесению изменений в устройства обогрева баков и приводов выключателей. Участники заседания отметили и оценили эффективность мер фирм «АББ Электроинжиниринг» и AREVA. А с оснащением устройствами обогрева выключателей производства УЭТМ специалисты смогли ознакомиться на сборочном производстве завода.

Накануне.ru

НА ЗАПСИБЕ ПОДВЕДЕНЫ ИТОГИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ЗА I ПОЛУГОДИЕ

На Западно-Сибирском металлургическом комбинате подведены итоги работы по энергосбережению за I полугодие 2007 г. В течение этого периода подразделениями ЗСМК выполнено 87 технических мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. Так, в результате проводимой реконструкции объектов коксохимического производства запущены в работу шесть новых вакуумных фильтров, вследствие чего снижен расход топлива на сушку кокса.

В аглоизвестковом производстве выполнены капитальные ремонты трех печей и градирни оборотного цикла цеха обжига известняка, что позволило снизить расход природного газа на обжиг известняка и увеличить межремонтный срок работы печей за счет повышения стойкости газоздушных балок. В прокатном производстве выполнены капитальные ремонты 14 нагревательных колодцев, пяти керамических рекуператоров в обжимном цехе и нагревательной печи №2 мелкосортного стана «250—2», в результате чего снизился расход топлива на нагрев металла перед прокаткой.

Пуск в эксплуатацию противо-давленческой турбины с турбогенератором Р-12 на паровоздуховной станции позволил сократить количество закупаемой со стороны электроэнергии. В остальных производствах также выполнен ряд энергосберегающих мероприятий, что значительно улучшило технико-экономические показатели работы агрегатов и снизило удельный расход топливно-энергетических ресурсов.

«Металлоснабжение и сбыв»

ОАО «ЗВЕЗДА- ЭНЕРГЕТИКА» (САНКТ- ПЕТЕРБУРГ) СДАЛО В ЭКСПЛУАТАЦИЮ МНОГОАГРЕГАТНУЮ БЛОЧНО-МОДУЛЬНУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ ОБЩЕЙ МОЩНОСТЬЮ БОЛЕЕ 12 МВт ДЛЯ НУЖД КИРСКО-КОТТЫНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ОАО «АНК «БАШНЕФТЬ»)

В состав электростанции для проекта «Башнефть» вошли 8 газопоршневых энергоблоков Звезда-ГП-1500ВК-02М3 мощностью по 1,5 МВт. В качестве привода применены двигатели QSV91G компании Cummins. Топливом является попутный нефтяной газ, добываемый на месторождении (метановый индекс — 52). Энергоблоки смонтированы на открытой площадке. Электростанция предназначена для постоянного энергоснабжения буровых работ на месторождении.

Кроме энергоблоков, в состав оборудования, поставленного ОАО «ЗВЕЗДА-ЭНЕРГЕТИКА», входят модуль ЗРУ (закрытое распределительное устройство напряжением 6,3 кВ), состоящее из 3-х контейнеров, ГРЩ (главный распределительный щит напряжением 0,4 кВ) и модуль операторной в отдельных контейнерах.

В рамках контракта специалисты ОАО «ЗВЕЗДА-ЭНЕРГЕТИКА»

выполнили шеф-монтажные и пусконаладочные работы, а также провели обучение персонала станции. Генпроектировщик станции — компания «Энергонефть» (г. Тюмень).

В дальнейшем планируется модернизировать электростанцию для реализации возможности параллельной работы с сетью.

РосТепло.ru

КИРОВСКОЕ АГЕНТСТВО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПОДВОДИТ ИТОГИ ПЯТИЛЕТНЕЙ РАБОТЫ

Оно создано в 2002 года распоряжением Правительства области. Курирует деятельность предприятия областной департамент энергетики и газификации.

Как сообщили в пресс-службе облправительства, с момента создания усилия предприятия были направлены на продвижение идей энергосбережения, для чего ежегодно проводились конкурсы для журналистов, абитуриентов, детей и подростков на тему «Энергосбережение». Так, агентство стало организатором и участником ежегодной Межрегиональной конференции-выставки «Энергосбережение» (в 2007 году в соответствии с распоряжением правительства области конференция-выставка пройдет традиционно 7—8 ноября).

В 2006 году предприятие освоило химико-технологическую очистку теплообменного оборудования. В результате очистки повышается эффективность работы оборудования. Так, расход топлива сократился на 820 т в год, что в переводе на стоимость угля составляет 1,8 млн руб.

За 5 лет работы 54 предприятия и организации получили от агентства на конкурсной основе беспроцентные займы для реализации энергосберегающих мероприятий на сумму 151 млн руб. Ежегодный экономический эффект от проведен-

ных на эти средства мероприятий составил 119 млн руб.

В результате энергетического аудита промышленных предприятий, котельных, административных зданий, водонасосных станций области агентством разработаны мероприятия с экономией более 25 млн руб. (около 80 % из них реализовано).

В деле подготовки нормативной документации, в первую очередь, агентство участвует в выполнении организационно-правовых мероприятий концепции энергосбережения, утвержденной распоряжением правительства области.

Предприятие принимает активное участие в реализации областной целевой программы газификации через кредитное финансирование.

Regions.ru

«КОНСТАР» ЗАПАТЕНТОВАЛ НОВЫЙ ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ (УКРАИНА)

Криворожский турбинный завод «Констар» получил патент на модернизированный газотурбинный двигатель ГТД-10В.

Двигатель разработан на базе ДР59Л судового типа с сохранением взаимозаменяемости и обеспечением назначенного ресурса эксплуатации до 100 тыс. часов. Номинальная мощность осталась прежней — 11 МВт, но КПД агрегата в пределах 31...32% против максимальных 28,5% у предыдущего образца. Увеличение КПД достигнуто благодаря полной замене лопаточного аппарата. При этом ротор, статор, а также габаритно-присоединительные размеры были сохранены, что позволяет полностью исключить затраты на доработку двигателя для эксплуатации и необходимость переквалификации персонала. Модификацию агрегатов будет возможно производить в заводских условиях, в т.ч. на двигателях, выработавших моторесурс.

Ожидается, что в 2008 году первый ГТД-10В будет установлен на одной из газоперекачивающих станций ДК «Укртрансгаз», где под руководством специалистов ОАО «Криворожский турбинный завод «Констар» пройдет испытания в промышленных условиях.

www.rosteplo.ru

ПЛАТУ ЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ К ЭЛЕКТРОСЕТЯМ ОТМЕНЯТЬ НЕ СОБИРАЮТСЯ

В большинстве регионов Северо-Запада установленный тариф на техприсоединение недостаточен, отмечает пресс-служба МРСК Северо-Запада.

«Плата за технологическое присоединение к сетям будет существовать, в законе изменений не ожидается. Попытки поднять вопрос об отмене платы за техприсоединение сняты», — заявил первый заместитель председателя Правления ОАО «ФСК ЕЭС» Александр Чистяков в ходе совещания в Санкт-Петербурге с руководителями распределительных сетевых компаний Северо-Запада.

По словам Александра Чистякова, отдельный вопрос, который сейчас разрабатывается — присоединение генерирующих объектов к электрическим сетям и плата за технологическое присоединение. РАО ЕЭС хочет создать систему «одного окна», когда электростанции смогут контактировать только с сетевой компанией, минуя множество регулирующих органов.

По данным МРСК Северо-Запада, на сегодняшний день плата за технологическое присоединение к распределительным сетям установлена во всех регионах Северо-Запада, при этом в «Вологдаэнерго», «Карелэнерго», «Комиэнерго», «Янтарьэнерго» в расчет платы за ТП инвестиционная составляющая

щая включена в недостаточном объеме. В остальных регионах инвестиционная составляющая включается в плату за техприсоединение на основании договоров с каждым индивидуальным присоединением.

«Мы обязаны подключить всех потребителей, которые обращаются к нам. Но в большинстве регионов, где установлен тариф на техприсоединение, он недостаточен», — констатировал генеральный директор РПСК Северо-Запада Вениамин Пинхасик. Обращаясь к руководителям РСК, он потребовал, чтобы отношения с потребителем строились только в рамках договора на технологическое присоединение. «Выдача технических условий возможна только при наличии договора на подключение», — подчеркнул он.

Напомним, что плату за присоединение к электросетям ФСК устанавливает Федеральная служба по тарифам, к сетям РСК — региональные энергетические комиссии.

rosteplo.ru

МОСКВА ПЕРЕХОДИТ НА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЛАМПЫ

В Москве начинается масштабный переход на энергосберегающие лампы. По планам столичного правительства, по всей столице на лестничных площадках старые лампы накаливания будут заменены на новые, энергосберегающие.

«Это предусмотрено программой энергосбережения и будет фигурировать в конкурсной документации по отбору подрядных организаций в качестве обременения», — пояснили в префектуре Восточного административного округа Москвы.

Установка новых светильников позволит сэкономить около 16 МВт электроэнергии.

За год знакомая всем стоваттная лампа накаливания, работая в среднем 20 часов в сутки, потребляет

730 кВт*ч электроэнергии, за которую необходимо заплатить 1,5 тыс. рублей. А у ее энергосберегающего аналога мощностью 20 Вт потребление в 5 раз меньше — всего 146 кВт*ч, которые обойдутся в 303 рубля. Единственный «недостаток» новых ламп — их стоимость. Если обычная лампа накаливания стоит 15 рублей, то энергосберегающая — около 100 руб. Поэтому коммунальщикам приходится устанавливать антивандальные плафоны.

Программа энергосбережения предусматривает также внедрение интеллектуальных систем освещения, позволяющих управлять освещением мест общего пользования с помощью датчиков освещенности и присутствия — движения или шума.

rosteplo.ru

«АКРОН» НАЧАЛ ВНЕДРЕНИЕ ЕАМ-СИСТЕМЫ НА ДВУХ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

НПП «СпецТек» приступает к внедрению автоматизированной системы управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования на основе ЕАМ-системы TRIM в компании «Акрон», производителе азотных и комплексных удобрений из Великого Новгорода.

Компания делает значительные инвестиции в расширение производственных мощностей и модернизацию оборудования. Для повышения отдачи от инвестиций руководство компании считает необходимым обеспечить прозрачность и высокую управляемость процессов эксплуатации, техобслуживания и ремонта, снизить объемы простоев оборудования, сократить издержки снабжения ТООП ресурсами.

Проект охватит два самых больших производства компании-заказчика — производство аммиака и производство нитроаммофоски. Пользователями ЕАМ-системы станут

начальники производств и их заместители, сотрудники технологической, механической, электротехнической служб, службы по ремонту КИПиА, ремонтно-механической мастерской. Из числа руководства компании использовать систему будут главный инженер, управление по производству, управление обеспечения производства, управление промышленной безопасности, управление информационных технологий.

К настоящему моменту завершено обследование процессов ТООП у заказчика, разработана и утверждена проектная документация. Предприятию поставлены лицензии на 80 пользователей. В конфигурацию вошли модули «Техобслуживание», «Снабжение», «Склад», «Бюджет», «Диспетчерский журнал», «Документооборот», «Каталог», «Администратор», «Переводчик». Программное обеспечение установлено на сервере системы под управлением СУБД Oracle.

Далее предстоит выполнить работы по созданию базы данных и электронных каталогов АСУ ТООП, разработке необходимых отчетных форм, развертыванию клиентских рабочих мест и запуску их в эксплуатацию. Для обучения сотрудников у заказчика планируется установить тренажер автоматизированной системы. Кроме того, будут подготовлены администраторы системы и инструкторы по обучению пользователей.

www.tadviser.ru

ГРУППА КОМПАНИЙ «А. Д. Д.» ОБЕСПЕЧИЛА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ 2 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВЫСТАВКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

1-я Межрегиональная агропромышленная выставка «Поле Нечерноземья—2007», проводившаяся в рамках XVI Международной агропро-

мышленной выставки «АГРОРУСЬ—2007», и конкурс-выставка племенных животных «Белые ночи—2007» работали в Ленинградской области на территории СПК «Детскосельский», на 32 километре Московского шоссе.

Масштабные мероприятия выставок требовали гарантированного энергоснабжения. Специализированная выставка сельскохозяйственной техники предусматривала on-line-сопровождение всех событий. Основной экран и 4 дополнительных, установленных по всей площади выставки, должны были транслировать включения с демонстрационных показов, конференций, шоу-программ, соревнований.

Поэтому Группа «А.Д.Д.» доставила на место проведения выставки мобильную электростанцию Р635Р1 в шумоизолирующем кожухе мощностью 508 кВт. Данный вариант энергоснабжения позволил сэкономить средства: не строить шумозащитную ограду, не арендовать кран для разгрузки и загрузки обычной, не мобильной техники.

Специалисты Сервис-центра обеспечили пусконаладку оборудования, персонал «А.Д.Д. Сервис» постоянно дежурил во время работы экспозиций, чтобы рабочие и развлекательные мероприятия крупных аграрных выставок бесперебойно обеспечивались электроэнергией.

А.Д.Д.

ТГК-2 ВВЕЛА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 2-Ю ОЧЕРЕДЬ МИНИ-ТЭЦ «БЕЛЫЙ РУЧЕЙ» В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ОАО «Территориальная генерирующая компания №2» (ТГК-2) ввела в эксплуатацию вторую очередь промышленной мини-ТЭЦ «Белый Ручей».

Пробный пуск второго парового котла был произведен 17 августа. Котел отработал под нагрузкой

без сбоев более 72 часов. При этом было выработано 315,36 тыс. кВт·ч электроэнергии, при средней нагрузке 4,38 МВт.

Пуск второго котла позволит мини-ТЭЦ выйти на проектную мощность в 6 МВт по производству электроэнергии, в 10 раз увеличит отпуск тепловой энергии — со 150 до 1500 Гкал в месяц, а самое главное повысит надежность энергоснабжения потребителей. Окончательный выход станции на проектную мощность осуществлен в сентябре текущего года. Были введены в эксплуатацию трубопроводы для доставки основным потребителям станции — леспромухозу ЗАО «Белый Ручей» и жителям поселку Депо — пара и горячей воды.

Напомним, что пуск первой очереди мини-ТЭЦ «Белый Ручей» состоялся 3 июля 2006 года. Тогда была начата эксплуатация первого парового котла и турбины, одновременно продолжались работы по монтажу второго котла. По словам генерального директора промышленной мини-ТЭЦ «Белый Ручей» Виктора Зимина, опыт, приобретенный коллективом станции в ходе монтажа и работы первой очереди, позволил выполнить своими силами большую часть работ по завершению строительства и пуску второго котла.

«Энергетика и промышленность России»

«ЛЕНЭНЕРГО» ВОШЛО В СОСТАВ АССОЦИАЦИИ «СТРОИТЕЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СЕВЕРО-ЗАПАДА»

Три новых члена приняты в организацию на заседании Совета Ассоциации «Строительно-промышленный комплекс Северо-Запада».

Ими стали: ОАО «Ленэнерго», ООО «Строительная компания «С.Э.Р.» и ООО «ОлимпИнвест».

По словам генерального директора Ассоциации Алексея Белоусова, особенно знаковым событием является появление в рядах АСПК самой большой энергетической компании Санкт-Петербурга.

«Действительно, «Ленэнерго» является крупнейшим строителем объектов инженерной инфраструктуры в Санкт-Петербурге. В инвестиционной программе компании по строительству и реконструкции электросетей на период 2006—2010 годов более 60 крупных объектов энергетического комплекса, а объем инвестиций, который предполагается осуществить, составляет более 77 млрд рублей», — комментирует Алексей Белоусов.

По его мнению, участие «Ленэнерго» в работе Ассоциации поможет наладить более эффективное взаимодействие инвестиционно-строительного комплекса и энергетиков в части решения проблемных вопросов. Например, таких как информирование строителей и инвесторов о программе развития электросетей города, заключение имущественных договоров на технические присоединения. Будет возобновлена деятельность рабочей группы по решению текущих вопросов взаимодействия в составе представителей Комитета по энергетике и инженерному обеспечению, Комитета по строительству, ОАО «Ленэнерго», ЗАО «Петрозэлектросбыт», Петербургской электрической сети, Ассоциации «Строительно-промышленный комплекс Северо-Запада».

Росбалт

НПО «САТУРН» ПОСТАВИТ ОАО «ГАЗПРОМ» ШЕСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ГТЭС-2,5 МОЩНОСТЬЮ 2,5 МВт ДЛЯ КС «НЮКСЕНИЦА» И КС «ЮБИЛЕЙНАЯ»

С августа 2007 года в ОАО «НПО «Сатурн» начались работы по монтажу газотурбинной электростанции ГТЭС-

2,5 на испытательный стенд компании. Данная ГТЭС-2,5 — одна из шести электростанций, которые будут поставлены в Вологодскую область для строительства электростанции собственных нужд из трех ГТЭС-2,5 на КС «Нюксеница» и аналогичной электростанции на КС «Юбилейная» (ООО «Севергазпром»).

Поставка шести газотурбинных теплоэлектростанций ГТЭС-2,5 производства ОАО «Сатурн-Газовые турбины» будет производиться в соответствии с Программой ОАО «Газпром» «Внедрение и строительство электростанций и энергоустановок в 2002—2005 годах и на период до 2010 года».

ГТЭС-2,5, основу которой составляет газотурбинный двигатель Д049Р, предназначена для автономного обеспечения электрической и тепловой энергией промышленных и бытовых потребителей. Теплоэлектростанция может работать на газообразном и жидком топливе. ГТЭС-2,5 является базовой в системе газодобычи ОАО «Газпром» и устанавливается на месторождениях для автономного обеспечения инфраструктуры электричеством и теплом.

Все шесть ГТЭС-2,5 будут выполнены в блочно-контейнерном исполнении, рассчитанном на температуру наружного воздуха до -63°C , и будут размещаться на открытой площадке. Применение теплоэлектростанций позволит существенно повысить надежность энергообеспечения объектов ОАО «Газпром», снизить затраты на электроэнергию и потери от аварийных отключений энергосистемы.

ADVIS.RU

БЕСПЛОТНЫЕ ГЭС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Алтайский бизнесмен, бывший владелец топливной компании «Южная Сибирь» Н. И. Ленев создал бесплотинную гидроэлектростанцию (патент РФ №2166664), анало-

гов которой, с точки зрения экономичности и простоты конструкции, в мире нет.

В изобретении предлагается оригинальный, ранее не использовавшийся ни в одной из существующих конструкций, способ использования энергии как водного потока любого вида (рек, ручьев, приливов, морской волны и т.д.), так и движения воздушных масс. При этом используется естественный поток, без предварительного преобразования (строительства дамб, каналов, напорных труб).

Данный способ отъема мощности водного потока является наиболее выгодным и с экологической точки зрения, так как совершенно не нарушает естественного русла реки, занимая от 1 до 10% площади, тем самым, не препятствуя свободному перемещению речной фауны и флоры.

В отличие от ныне существующих источников электроэнергии, данная конструкция создавалась «подручной», приемлемой для ручного изготовления, монтажа и обслуживания. Она позволяет использовать комплектующие из уже выпускающегося на сегодня оборудования, как сельскохозяйственная техника, отслужившего свой срок автотранспорта и прочего подходящего «железа». А это многократно удешевляет изготовление первого изделия, которое за два-три месяца окупит свое изготовление.

www.ntpo.com

НОВОЕ ДОСТИЖЕНИЕ «ПЕРМСКИХ МОТОРОВ»

В феврале 2006 года на компрессорной станции «Игринская» (ООО «Пермтрансгаз») в составе ГТУ-25П был введен в эксплуатацию первый серийный двигатель ПС-90ГП-25 производства ОАО «Пермский моторный завод».

В ноябре 2006 года на КС «Игринская» были успешно прове-

дены межведомственные испытания головного агрегата ГПА-25Р-ПС «Урал». В результате испытаний были подтверждены параметры газотурбинной установки, включая режим максимальной мощности 30 МВт.

В июле 2007 года наработка достигла 10000 часов, все это время двигатель отработал без ремонта.

Компрессорная станция «Игринская» установлена на двухниточной газовой магистрали «Ямбург — Тула I» и «Ямбург — Тула II». Сечение каждой трубы 1400 мм, что обуславливает большой объем пропускаемого газа, следовательно, необходимое давление поступающего газа сможет обеспечить только мощный агрегат — такой как ГТУ-25П.

Кроме обеспечения работы магистрали в рамках реализации национального проекта газификации регионов России станция обеспечивает газом десяти тысячное население расположенного неподалеку поселка Шаркан. Объем перекачиваемого станцией газа составляет около 150 млн м³ в сутки.

На сегодняшний день большой интерес к ГТУ-25П номинальной мощностью 25,6 МВт с КПД не менее 39,2%, замечен не только со стороны ОАО «Газпром» и других российских нефтегазовых компаний. Начиная с 2005 года, интерес к ГТУ-25П пермского производства проявляют газотранспортные компании Турции, Ирана, Китая, Венесуэлы, Тайваня. Таким образом, география потенциальных поставок выходит далеко за пределы России.

Информационная справка:

Газотурбинная установка ГТУ-25П на базе авиационного двигателя ПС-90А является одним из последних достижений пермских моторостроителей в производстве двигателей промышленного применения. Разработка и внедрение ГТУ-25П в серийное производство осуществлялась в рамках реализации комплексной программы сотрудничества предприятий Пермского края с ОАО «Газпром».

Работы по созданию ГТУ-25П начались в 1999 году. В короткий срок ОАО «Авиадвигатель» удалось завершить разработку проекта и изготовить головной образец. При проектировании ГТУ-25П пермскими специалистами был использован опыт создания и эксплуатации ее прототипов — ГТУ-12П и ГТУ-16П.

Основу ГТУ-25П составляет двигатель ПС-90ГП-25, выполненный по схеме одноконтурного двухкаскадного двигателя со свободной силовой турбиной. Для получения лучших в этом классе установок параметров и высокой экономической эффективности были разработаны новые турбины, в том числе двухступенчатая турбина высокого давления, одноступенчатая турбина низкого давления и трехступенчатая силовая турбина с применением новейших методик проектирования. Это позволило получить в условиях ISO при номинальной мощности 25,6 МВт КПД до 39,6%.

rosteplo.ru

РАО ЕЭС УТВЕРДИЛО СТАНДАРТ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ

Правление РАО «ЕЭС России» 27 сентября 2007 года утвердило стандарт обслуживания клиентов предприятий электроэнергетики. Как сообщили в пресс-службе РАО ЕЭС, стандарт направлен на повышение эффективности обслуживания потребителей электроэнергии в период до завершения реорганизации РАО «ЕЭС России», а также в постреформенный период.

Принятый стандарт устанавливает общие требования к дочерним компаниям РАО «ЕЭС России» по взаимодействию с клиентами, правила очного и заочного обслуживания, в том числе с использованием возможностей сети Интернет. В частности, на веб-сайтах энергокомпаний планируется создать

интернет-приемные, где пользователи смогут ознакомиться с перечнем и стоимостью услуг компании, подать заявку на оказание услуг, задать вопрос, направить обращение или жалобу. Интернет-приемная будет также содержать подробную информацию о льготах и субсидиях малообеспеченным и социально незащищенным гражданам.

Стандарт также определяет специфику взаимодействия при осуществлении энергосбытовой и сетевой деятельности и теплоснабжении населения и других розничных потребителей, а также информационное обеспечение и другие аспекты клиентского обслуживания.

Помимо этого, в рамках внедрения клиентоориентированного подхода, в дочерних компаниях РАО «ЕЭС России» планируется запустить систему управления взаимоотношениями с клиентами (Client Relationship Management), а также создать специализированные подразделения по работе с потребителями.

При этом, согласно стандарту, энергокомпания должны обеспечить максимальную прозрачность и доступность информации по процедурам взаимодействия с клиентами, в том числе через развитие информационно-справочных служб, «горячих линий» и интернет-порталов. Для сотрудников энергопредприятий планируется внедрить систему обучения и повышения квалификации по вопросам взаимодействия с клиентами.

ИА REGNUM

НА 54 ПОДСТАНЦИЯХ УРАЛЬСКОГО ФО УСТАНОВЛЕННЫ СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Филиал ОАО «ФСК ЕЭС» — Магистральные электрические сети (МЭС) Урала завершил установку приборов коммерческого учета электроэнергии на подстанциях напряжением 220 кВ. Новое оборудование повысит

точность учета передаваемой по сетям МЭС Урала электроэнергии, сообщили в пресс-службе МЭС Урала.

Установка счетчиков электроэнергии проводилась в рамках создания Автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) по программе Федеральной сетевой компании. В течение трех летних месяцев МЭС Урала на 54 подстанциях 220 кВ в Свердловской, Челябинской, Кировской областях и Пермском крае установили 958 счетчиков коммерческого учета электроэнергии.

АИИС КУЭ необходима для контроля потребления электроэнергии в режиме реального времени, выявления и устранения потерь, точного сведения балансов, получения информации о режимах работы сетей.

Кроме этого, на подстанциях 220 кВ МЭС Урала установят около 400 счетчиков технического учета, необходимых для автоматизированного сведения балансов по подстанциям и выявления потерь электроэнергии.

Запуск АИИС КУЭ в полном объеме по Единой национальной электрической сети запланирован к концу 2009 года. Работы первого этапа по установке счетчиков на подстанциях 220 кВ МЭС Урала оцениваются почти в 80 млн рублей. Всего до 2009 года на реализацию программы по АИИС КУЭ МЭС Урала направят более 600 млн рублей.

ИА REGNUM

РАЗРАБОТАНА СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ СУБЪЕКТОВ ФЕДЕРАЦИИ

В целях реализации Указа Президента России № 825 от 28 июня 2007 года «Об оценке эффективности деятельности органов исполнитель-

ной власти субъектов Российской Федерации», а также норм закона о разграничении полномочий между федеральной и региональной уровнями власти разработана система показателей эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Данная система включает в себя 43 основных и 39 дополнительных показателей по основным сферам, характеризующим уровень социально-экономического развития региона (экономический рост, доходы населения, безопасность условий жизни, здоровье, образование, культура, физическая культура и спорт, жилищно-коммунальное хозяйство, доступность и качество жилья, государственное и муниципальное управление). В том числе пункты:

23. Доля убыточных организаций жилищно-коммунального хозяйства.

25. Заявленная мощность, которая не была удовлетворена в связи с отсутствием технической возможности технологического присоединения к объектам электросетевого хозяйства.

Высшими должностными лицами субъектов Российской Федерации в установленный срок — до 1 сентября — в Комиссию при Президенте России по вопросам совершенствования государственного управления и правосудия представлены доклады о достигнутых значениях показателей за 1990, 1995, 2000—2006 годы и их планируемых значений на трехлетний период.

РосТепло. RU

В «ТЮМЕНЬЭНЕРГО» ПРОШЛО СОВЕЩАНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Участники совещания обсудили проблему автоматического регулирования напряжения на объектах Тюменского региона. Ввод устройств

автоматического регулирования напряжения будет способствовать повышению надежности энергоснабжения в условиях растущего энергопотребления.

Как сообщили в пресс-службе «Тюменьэнерго», в совещании приняли участие представители исполнительной дирекции и филиалов ОАО «Тюменьэнерго», компаний «Лукойл Западная Сибирь», «Роснефть», «Газпромнефть—Хантос», «Славнефть—Мегионнефтегаз», «ЛУКОЙЛ Энергогаз», «ТНК ВР», «Прософт—Системы», НТЦ «Механотроника». Участники пришли к выводу о необходимости совместного решения вопросов регулирования напряжения, в котором будут задействованы все стороны: энергетики, потребители и производители оборудования.

На совещании было решено разработать программу по вводу устройств АРПН. Создана рабочая группа, которая будет контролировать ее выполнение. В рамках этой программы стороны намерены скорректировать требования, предъявляемые к устройствам АРПН. Заводам-изготовителям будут направлены предложения по модернизации существующих устройств, а также по разработке новых. После корректировки проекта принятых решений участники встречи приступят к реализации программы в своих компаниях.

Накануне.ru

«ИНТЕРТЕХЭЛЕКТРО» ПОСТРОИТ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ ДЛЯ «РОСНЕФТИ»

Компания «Интертехэлектро» выиграла первый тендер ООО «РН-Юганскнефтегаз» на строительство газотурбинной электростанции мощностью 315 МВт на Приобском месторождении. Как сообщили в пресс-службе компании, соответствующее уведомление ЗАО «Интертехэлектро» получило от НК «Роснефть»

за подписью ее президента Сергея Богданчикова.

Компания «Интертехэлектро» в качестве ЕРС-контрактора выполнит комплекс проектно-изыскательских работ, обеспечит поставку основного и вспомогательного оборудования, выполнит строительные-монтажные работы (в т. ч. инженерную подготовку площадки строительства), пусконаладочные работы, приемочные испытания и ввод объекта в эксплуатацию. Электростанция будет работать на нефтяном попутном газе.

ГТЭС мощностью 315 МВт будет построена на площадке в левобережной части Приобского месторождения (ХМАО). Проект предусматривает установку семи энергоблоков мощностью по 45 МВт каждый. Кроме того, предполагается расширение станции в будущем до 500 МВт.

«Интертехэлектро» до конца 2007 года планирует завершить проектно-изыскательские работы. Строительство станции будет разбито на три этапа. ГТЭС обеспечит электроэнергией объекты ООО «РН-Юганскнефтегаз» на Приобском месторождении. Эксплуатация станции предусматривает параллельную работу с Тюменской энергосистемой, выдачу мощности в сеть 110 кВ. Излишки электроэнергии будут поступать в энергосистему Западной Сибири.

ЗАО «Интертехэлектро» создана в 2001 году и входит в группу компаний «Интертехэлектро-Новая генерация». Компания построила «под ключ» энергоблок №2 Нижневартовской ГРЭС, энергоблок №1 Талимарджанской ТЭС (Узбекистан), ГТЭС Игольско-Талового месторождения ОАО «Томскнефть», участвовала в строительстве и пуске энергоблока №1 (ПГУ-190/220) Тюменской ТЭЦ-1. Кроме того, ЗАО «Интертехэлектро» выполняет работы по реконструкции и строительству ряда подстанций ОАО «Тюменьэнерго», ОАО «Удмуртэнерго», ОАО «Пермэнерго», ОАО «Свердловэнерго», ОАО «Мордовэнерго».

Росбалт



**Ольга Васильева,
Николай Воробьев**

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТАМИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Практически на каждом предприятии есть объекты, требующие технического обслуживания и ремонта (ТОиР): оборудование, на котором производится продукция, здания, сооружения, линии электропередач, трубопроводы, парк автотранспорта и пр., вплоть до офисной мебели и светильников. В условиях рынка на первый план выходят вопросы учета затрат предприятия на обеспечение работоспособности его активов. И здесь целый ряд преимуществ дает применение автоматизированных систем управления ТОиР.

Зачем нужны системы ТОиР?

Организация работ по ремонту и обслуживанию оборудования определяется его ценностью, возможными последствиями поломок, аварий и, соответственно, соображениями экономической целесообразности. Обычно выделяют следующие виды ТОиР:

- реагирующее — выполнение работ по восстановлению после поломки;
- регламентное — периодическое обслуживание вне зависимости от состояния оборудования;
- по состоянию — выполнение тех или иных операций при приближении показателей технического состояния к определенному пороговому значению.

Первый вид ТОиР применим к малоценному оборудованию. Однако опыт показывает, что и в этом случае затраты

на восстановление после поломки нередко бывают существенно выше затрат на профилактическое обслуживание и предотвращение поломок. Необходимо также учитывать убытки от незапланированной остановки производственного процесса на время ремонта. И, конечно, такой вид ТОиР не может применяться, если поломка чревата опасными экологическими последствиями.

Регламентное обслуживание, проводимое по правилам изготовителя оборудования, в целом призвано обеспечивать его работоспособность. Правда, иногда такое обслуживание приводит к неоправданным расходам, поскольку реальное техническое состояние устройства в момент проведения работ может и не требовать какого-либо вмешательства, а заменяемые детали еще не достигли критической степени износа.

Обслуживание по состоянию позволяет, с одной стороны, обеспечить работоспособность техники, с другой — заранее подготовиться к проведению ТОиР и минимизировать расходы на него. Считается, что такое обслуживание экономически наиболее эффективно. Однако задача планирования ТОиР на предприятии, которое эксплуатирует тысячи единиц оборудования, — довольно сложная. Состояние каждого из объектов контролируется по множеству показателей, и по каждому из них должна рассчитываться дата очередного ТО, ТР или другого вида обслуживания. А если приращение показаний непостоянно? А если желательно составить график ТОиР на полгода или год

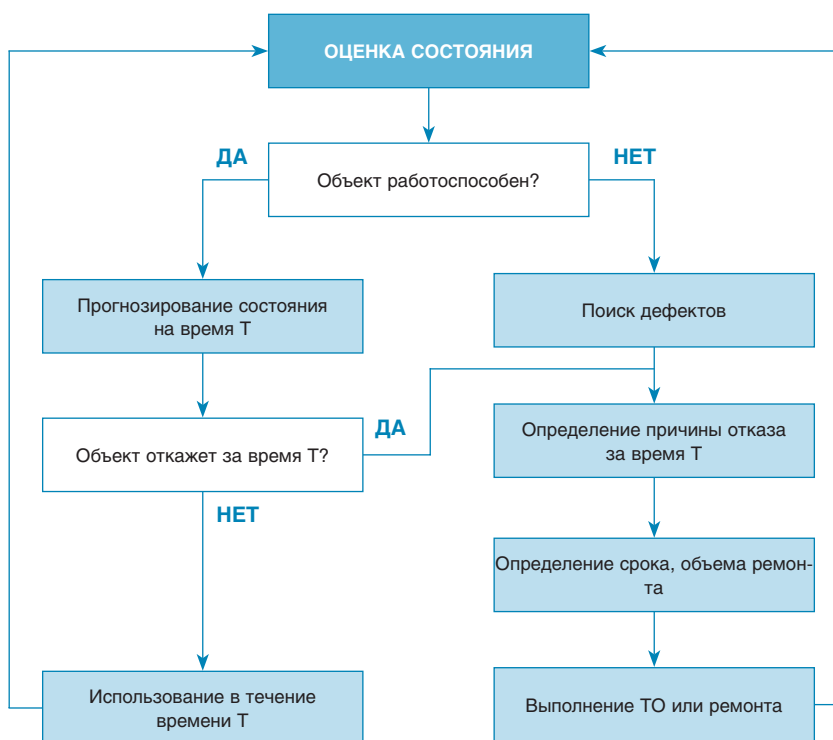


Рис. 1

вперед или необходимо учесть имеющиеся ресурсы ремонтников? А производственный график? При этом нужно еще обеспечить снабжение запчастями и материалами, обосновать бюджет. Можно себе представить объем работы отделов планирования ремонтных служб. Именно здесь неоценимую помощь может оказать автоматизированная система управления ТОиР, причем задача планирования (рис. 1) является лишь одной из ее функций.

Возможности автоматизированной системы ТОиР

Паспортизация оборудования. Информация об активах нужна не только ремонтным службам. Бухгалтерию интересует процент их износа или балансовая стоимость. Изготовитель, дата ввода в эксплуатацию, рыночная стоимость — эти сведения могут быть востребованы рядом других служб. Системы ТОиР позволяют определять и хранить такие атрибуты централизованно и структурированно. В современных системах существуют возможности группировать эти данные, задавать их форматы, обязательность ведения той или иной информации, ее взаимосвязь с данными из других функциональных модулей или систем, например, со списком поставщиков.

Все объекты могут быть иерархически связаны, в частности по функциональному назначению. Группирование объектов по территориальному расположению в условиях интеграции системы ТОиР с приложением управления недвижимостью позволяет организовать однократный ввод данных и исключает ошибки.

Нормирование работ. Каждая выполняемая операция характеризуется нормами расходования материалов и заменяемых частей, перечнем последовательных и параллельных шагов, применяемыми инструментами и необходимым числом специалистов требуемой квалификации. Поскольку материалы и запчасти учитываются в системе вместе с их стоимостью, а трудовые ресурсы — с почасовыми ставками специалистов, подсчет плановой себестоимости работ особой сложности не представляет (рис. 2). Точно так же можно контролировать и работы, выполняемые подрядными организациями: при этом принимаются во внимание контракты, ценовые соглашения и т.д.

Немаловажно иметь под рукой и библиотеки технологических инструкций, чертежей, ГОСТов, ТУ и пр. Все эти документы могут храниться в системе и логически связываться с конкретным оборудованием или видом работ, что облегчает их использование в процессе проведения ТО.

Управление работами. Задания на ТОиР в системе формируются или автоматически, или вводятся ответственным лицом, обычно в связке «оборудование-работа». Задание может генерироваться и в ответ на запрос о неполадке, сформированный любым пользователем системы и прошедший утверждения по установленной иерархии. Необходимые материалы и ресурсы определяются нормативами. Просчитывается продолжительность выполнения задания и каждой операции по техкарте. Ремонтники получают бланк, в котором подробно расписано, кто, что и когда должен сделать, какие детали использовать, какие инструкции или чертежи применять. Остается зафиксиро-

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

вать выполнение операций и задания в целом, отразить фактическое количество использованных материалов и ресурсов, возможно, применить процедуры контроля качества и занести текущие показания измерителей. Узлы, подлежащие ремонту, могут быть заменены, и на работу по устранению дефектов в них формируется свое задание.

В случае выполнения операций по ТОиР сторонней организацией современные системы дают возможность выставить счет как на работу в целом, так и детально по задействованным трудовым ресурсам и израсходованным материалам на основании их номинальной стоимости или по отдельному прейскуранту. Счет автоматически попадает в модуль расчетов с дебиторами.

Если в системе есть возможность относить задания на ТО к разным проектам, это обеспечивает контроль таких проектных работ, как, например, модернизация предприятия. В этом случае все объекты системы (заказы на закупку материалов, планы изготовления запчастей и пр.) имеют ссылки на тот или иной проект. Система разрешает размещать закупаемые материалы только на складских местах, логически отнесенных к данному проекту, и впоследствии выдавать материалы со склада только под задачи данного проекта. Соответствующие позиции относятся при этом на затраты конкретного проекта.

Планирование ТОиР. Как отмечалось выше, планирование ТОиР является одной из самых важных и трудоемких задач, для решения которой система управления будет особенно полезна. На основании показаний измерительных приборов (они могут импортироваться в систему, в частности из контура АСУ ТП, или периодически заноситься вручную как результат выполнения отдельного задания — «снятия показаний датчиков») система по принятым на предприятии методикам планирует (или корректирует планы) работы на определенный период времени. Например, при достиже-

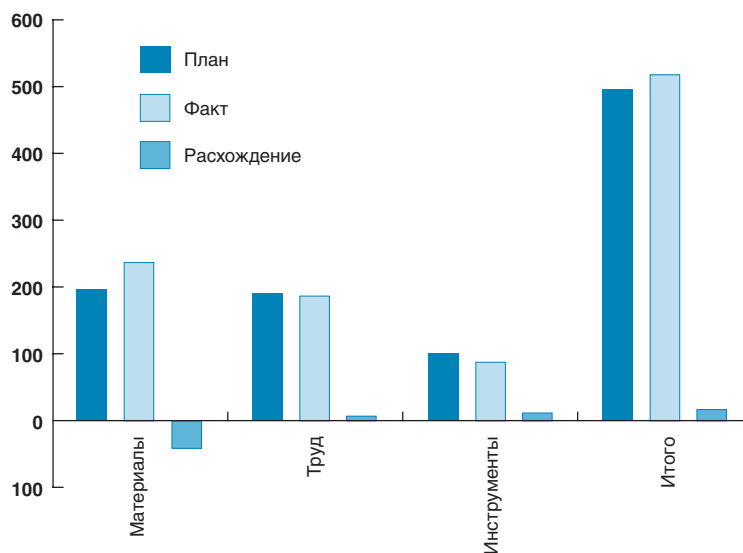


Рис. 2

нии тем или иным параметром первого допустимого порога планируется более частый контроль его состояния, а по достижении второго критического порога назначается ремонт.

Система помогает контролировать доступность ресурсов. Так, можно автоматически учитывать рабочий график ремонтников по сменам и при необходимости корректировать даты работ по ТО (или назначение ресурсов на работы), с тем чтобы они реально могли быть выполнены.

План работ в виде перечня заданий на ТОиР становится доступен менеджерам, планирующим производственную программу предприятия. Для них каждый объект ТОиР является основным производственным ресурсом, и если обслуживание требует остановки оборудования, на период ремонта ресурс помечается как недоступный. Это помогает синхронизировать действия различных служб предприятия.

Контроль качества. Интегрированные подсистемы контроля качества позволяют обеспечить фиксацию контрольных параметров по завершении задания или операции. Заранее определив целевые показатели и допустимые значения каждого из них, ремонтные службы могут доверить системе выполнение ряда действий в автоматическом режиме. Например, проанализировав значение показателя, введенное в процессе контроля качества (или вычислив показатель по группе введенных значений), система может сформировать запрос на повторное ТО или проинформировать ответственных лиц по электронной почте или SMS-сообщением на мобильный телефон. Возможны и другие варианты реакции системы.

Планирование материалов и запчастей. Список плановых заданий на ТОиР содержит потребности в материалах и запчастях, причем они могут быть привязаны к дате начала конкретной операции в техкарте. На основании этих данных формируются плановые заказы на приобретение материалов и запчастей и/или изготовление их на вспомогательном производстве. Планирование выполняется с учетом требуемых дат, сроков поставки (изготовления), наличного сырья, аварийных запасов, прогнозируемых остатков, имеющихся заявок и заказов на закупку и изготовление, размеров партий, утвержденных контрактов и прейскурантов и пр.

Планирование и анализ затрат на ТОиР. Плановые и фактические затраты на ТОиР отслеживаются как по отдельным заданиям на ТОиР, так и по объектам

обслуживания с необходимым разбиением по материалам, затратам труда и пр. Затраты группируются по иерархии оборудования. Например, можно отражать распределение суммы затрат по подразделениям предприятия, по временным периодам и другим категориям (скажем, по подрядчикам, отдельным службам или бригадам).

Сравнение плановых и фактических затрат, анализ расхождений в различных разрезах позволяют в том числе выявлять проблемы в организации работ, формировать и корректировать нормы.

Выбор системы: интеграция или специализация?

Предприятие, которое приняло решение о внедрении информационных технологий, неизменно встает перед выбором — использовать набор специализированных продуктов (best-of-breed) или интегрированное решение.

Первый путь предполагает применение лучших решений в каждой из отдельно взятых областей управления предприятием, будь то автоматизация складского хозяйства, управление транспортными потоками, ТОиР и др. Специализированные решения отличаются исключительной полнотой функциональности, обеспечивающей широкий охват решаемых в конкретной области задач и максимальный комфорт пользователей системы. Большинство из таких решений нашло широкое применение, их эффективность в своей области подтверждена на практике.

Второй вариант — использование комплексных ERP-систем. Обычно функциональность каждой подсистемы (модуля) ERP менее развита по сравнению с соответствующими специализированными системами, да и удобство работы пользователей не является здесь основным приоритетом. Главная задача ERP-системы — обеспечить максимальную эффективность работы предприятия в целом.

Очевидно, систему следует выбирать, руководствуясь целями и задачами предприятия. В условиях рынка большинство предприятий могут выжить, лишь оперативно реагируя на изменения конъюнктуры и сводя к минимуму собственные затраты. Для этого необходима информационная поддержка самых разных функциональных областей, а использование набора из нескольких «разношерстных» приложений чревато дополнительными проблемами.

Поэтому сегодня важным фактором выбора специализированных систем становится возможность организации взаимодействия отдельных приложений. Можно привести простой пример. Предприятие использует систему планирования производства продукции, помогающую приводить план продаж (и план производства) в соответствие с имеющимися производственными мощностями. Ремонтная служба этого же предприятия работает с системой управления ТОиР, обеспечивающей планирование ремонтов на основании, скажем, технической диагностики оборудования. Причем эти ремонты требуют остановки оборудования. Вопрос: кто и каким образом сможет синхронизировать планы производства и ремонтов? Знают ли производственники (и продавцы) о том, что оборудование на какое-то

время будет остановлено? Знают ли ремонтники, что есть срочный заказ и покупатель уже произвел предоплату? Может ли предприятие оперативно перераспределять материальные, трудовые и финансовые ресурсы?

Попытки связать отдельные решения приводят к существенным расходам на обеспечение и поддержку такой интеграции. Кто отвечает за надежность, достоверность и полноту передачи данных между системами? Достаточно ли оперативен обмен данными? Как установить вышедшую новую версию той или иной системы, не нарушив связи с другими приложениями? Ответы на такие вопросы не всегда очевидны.

Поэтому многие предприятия сегодня готовы поступиться частью функциональности и склоняются к приобретению комплексных решений одного поставщика, обеспечивающего интеграцию компонентов своего продукта, его поддержку и развитие в соответствии с растущими потребностями бизнеса.

На что следует обратить внимание?

Переход на автоматизированное управление ТОиР требует большой подготовительной работы. Очевидно, что надо утвердить методологические основы ТОиР предприятия, такие, как структурный анализ оборудования, выделение приоритетных объектов, анализ режимов работы оборудования, принципы сетевого планирования и т.д.

Одной из наиболее актуальных и трудоемких задач при внедрении системы управления ТОиР является наполнение ее базы данных, которая обычно содержит следующие компоненты:

- перечень объектов обслуживания, их группировку и положение в различных иерархиях;
- список стандартных работ по ТО;
- нормы трудозатрат и расхода материалов и запчастей на каждую работу. Понятно, что необходим номенклатурный справочник материалов, справочник ресурсов;
- нормы наработки оборудования, необходимые для планирования работ, с учетом его фактического состояния, правила последующей корректировки плана диагностики и прогнозирования значений параметров.

Системы управления ТОиР, как правило, позволяют загружать такие данные из других систем или файлов через стандартные интерфейсы, но для этого нужно, чтобы предприятие имело указанные данные в электронном виде. К сожалению, зачастую это не так. Более того, иногда в полном объеме документация недоступна даже в бумажном виде. Поэтому подготовка данных должна начинаться сразу после открытия проекта по внедрению системы, а может быть и ранее, как только принято решение об ее использовании.

Наконец, внедрить серьезную систему качественно и быстро можно только при условии привлечения компании, специализирующейся на таких работах, имеющей свой штат экспертов в области эксплуатации оборудования и применяющей соответствующие методологии ведения проектов.



КАБЕЛЬНЫЙ РЫНОК РОССИИ И СНГ: НАДЕЖДЫ И ОПАСЕНИЯ

Дальнейшая концентрация производства, вхождение кабельных заводов в состав холдингов, в том числе холдингов цветной металлургии, рост зарубежных инвестиций. Таковы основные тенденции, происходившие в 2006 г. (и продолжающиеся в 2007 г.) на рынке кабельной продукции России и СНГ.

Кто собирает кабельные заводы

«Сегодня погоду на рынке делают в основном крупные производители, 7 крупнейших заводов России выпускают 75% продукции, — комментирует ситуацию Евгений Уваров, заместитель генерального директора ассоциации «Электрокабель», объединяющей около 90% производителей кабеля в России и странах СНГ. — Но курс на укрупнение берут не только производители кабельно-проводниковой продукции, но и крупнейшие поставщики цветных металлов, которые приходят к мысли об объединении всего производственного цикла. Ведь основными потребителями внутреннего рынка цветных металлов являются именно производители кабельно-проводниковой продукции. К примеру, общая емкость внутреннего российского рынка меди составляет немногим больше 300 тыс. т в год, при этом одни только предприятия, входящие в состав нашей ассоциации, переработали в 2006 году 237 тыс. т меди. Поэтому крупные собственники, такие, как Уральская горно-металлургическая компания или СУАЛ, уже владеющий четырьмя заводами по производству кабеля, стараются закрепить за собой и потребителей, и акции», такую же политику проводит ЗАО «Севкабель-Холдинг» (Санкт-Петербург), который приобрел в 2006 году акции двух кабельных заводов».

Хроника 2006—2007 гг.

Ноябрь 2006 года. Уральская горно-металлургическая компания, второй по величине производитель меди и цинка в России, приобрела 25% акций ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод», занимающего шестое место в Центральной и Восточной Европе по объемам производства кабельной продукции. «Электрокабель» представляет для УГМК интерес с точки зрения развития электротехнического комплекса, в качестве современного кабельного предприятия, оснащенного оборудованием лучших европейских фирм.

Таким образом, УГМК продолжает долгосрочную стратегию по консолидации активов на балансе головного ОАО и укрепления вертикально-интегрированной структуры компании, отмечают участники рынка. В собственности УГМК уже находятся ЗАО «Сибкабель» (Томск) и завод «Уралкабель» (Екатеринбург).

В Белгороде состоялось открытие первой очереди завода «БелЮжкабель». Учредителями завода «БелЮжкабель» выступили ЗАО «Завод «Южкабель» (Харьков), ЗАО «Торговый дом «ВНИИКП» (Москва) и ООО «Торговый дом «Южкабель» (Белгород). Проектная мощность «БелЮжкабеля» — до 30 млн долл. в год, срок строительства — 3 года.

В новое производство инвестировано около 4 млн долл. Смонтировано и сдано в эксплуатацию волочильное, крутильное, отжиговое, экструзионное и испытательное оборудование и начат выпуск силовых кабелей, установочных проводов с медными токопроводящими жилами в пластмассовой изоляции.

Май 2006 г. Reka Cables Ltd и ЗАО «Торговый дом ВНИИКП» подписали контракт о покупке кабельного заво-

да в Подольске (Московская область). Reka намерена провести серьезную модернизацию завода и значительно увеличить долю своего присутствия на кабельно-проводниковом рынке России.

Данное приобретение недвижимости в Подмоскowie и будущие вложения в производство являются стратегическими инвестициями компании Reka Cables Ltd (подразделение финского концерна Reka) в российский рынок. Компания также планирует объединить деятельность своей новой производственной площадки в Подольске с существующими отделениями в Москве, Санкт-Петербурге и Выборге.

Кто диктует спрос

Чтобы убедиться в том, насколько заметен процесс концентрации производства на российском кабельном рынке, достаточно познакомиться с хроникой передела этого рынка за последние несколько лет, посмотреть, какие предприятия находятся в собственности его крупнейших участников.

Чтобы увидеть, какие виды кабельно-проводниковой продукции наиболее востребованы, стоит посмотреть номенклатуру ведущих производителей кабеля, последние сообщения с мест об открытии и расширении производств, о планах на 2007 и последующие годы.

Так, начиная с 2008 года, ОАО «Иркутсккабель» намерено начать выпуск силовых кабелей и к 2010 г. довести их производство более чем до 7 тыс. км. Ожидается, что спрос на продукцию предприятия возрастет благодаря разработке Ковыктинского газоконденсатного месторождения, освоению золоторудного месторождения «Сухой Лог», строительству алюминиевого завода в Тайшете, прокладке нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан» (ВСТО).

ОАО «Саранский кабельный завод» планирует строительство нового цеха по выпуску силовых кабелей, востребованных большой энергетикой. Для оборудования



нового производства будут привлекаться крупные банковские кредиты.

ОАО «Сибкабель» объявило о достигнутом в январе 2007 г. десятипроцентном увеличении объема продукции. В частности, объем производства силового гибкого кабеля составил 101,1% по сравнению с январем прошлого года, нефтепогружного кабеля — 131,5%, шахтного кабеля — 150%, экскаваторного провода для подвижного состава — 174,4%, объем производства осветительных шнуров вырос в 4,7 раза.

Сегодня отечественная кабельная промышленность удовлетворяет потребности российского рынка по большинству позиций. В частности, кабельные заводы России и СНГ практически закрывают спрос на волоконно-оптический кабель, обмоточные провода, по самонесущим изолированным проводам.

По данным, опубликованным некоммерческим партнерством «Роскабель» и ассоциацией «Электрокабель» еще в 2004 г., Россия импортирует в заметном объеме только коаксиальные кабели, кабели для компьютерных сетей передачи данных, высоковольтный силовой кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена. Последние несколько лет общий баланс импорта-экспорта кабельной и полупроводниковой продукции России улучшился, и общий объем импортных поставок на российский рынок находился в промежутке 13—15%. «Более-менее равновесный баланс в 2000—2001 г. был связан не только с техническим перевооружением и расширением ассортимента кабельных производств, но и с ценовым преимуществом, которое получили отечественные производители после 1998 года, — поясняет Евгений Уваров. — Но рост цен на сырье, в том числе на цветные металлы, приводит к тому, что мы теряем преимущество в цене, потому что российские производители меди и алюминия ориентируются на котировки на Лондонской бирже металлов. В 2005 году отрицательное сальдо в торговле составило \$191 млн. Как следствие, в минувшем году доля кабельных поставок на российский рынок пошла в рост и достигла 17—19%».



**«ЭЛЕКТРОЗАВОД»
БУДЕТ ПРОДАВАТЬ
В РОССИИ СИЛОВЫЕ
УСТАНОВКИ «СИМЕНС».
КОМПАНИИ ПОДПИСАЛИ
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ
СОГЛАШЕНИЕ
О СОТРУДНИЧЕСТВЕ**

«Сименс АГ» и Открытое акционерное общество «Холдинговая компания «Электрозавод» заключили дистрибьюторское соглашение, согласно которому ОАО «Электрозавод» займется продажами в России газотурбинных установок SGT-800, производимых «Сименс АГ», а также реализацией основанных на них энергетических проектов.

ОАО «Электрозавод» получило право реализации на территории России газотурбинных установок SGT-800, необходимых для строительства новых, модернизации и перевооружения действующих российских предприятий, работающих в сфере энергетики. Необходимо отметить, что в Москве и Московской области «Электрозавод» получил эксклюзивное право продажи данного промышленного энергетического оборудования.

Подписание соглашения является очередным этапом сотрудничества компании «Сименс» и ОАО «Электрозавод» в сфере реализации в России совместных энергетических проектов.

«Сегодня потребность рынка в современном промышленном энергетическом оборудовании высока, особенно в связи с идущей сейчас реформой электроэнергетики, — отмечает генеральный директор ОАО «Электрозавод» Леонид Макаревич, — оборудование компании «Сименс» в полной мере удовлетворяет растущим требованиям российского энергетического рынка и поможет решить задачи московской городской энергетической программы».

Президент департамента «Производство энергии» ООО «Сименс» Ханс-Юрген Вио подчеркнул, что ОАО «Электрозавод» является одним из крупнейших в мире и самых надежных партнеров компании «Сименс» в реализации проектов на базе ГТУ SGT-800. Это сделало возможным подписание указанного соглашения, направленного на повышение эффективности взаимовыгодного сотрудничества и еще более полное удовлетворение требований российских заказчиков.

19 >>

Что готовит вхождение в ВТО

Через несколько лет отношения российских производителей кабеля и их зарубежных конкурентов должны перейти в новую стадию. Это связано со вступлением в ВТО.

С одной стороны, вступление в ВТО открывает перед российскими кабельщиками внешний рынок. Впрочем, эта перспектива будет реальной в том случае, если за несколько лет переходного периода российские производители позаботятся о дальнейшей модернизации производств, снижении себестоимости продукции, а также о сертификации производства по международным стандартам. Одним из самых важных препятствий может стать именно неисполнение третьего условия: в частности, без наличия сертификата соответствия систем менеджмента качества международным стандартам серии ISO 9000 российский производитель может только мечтать о выходе на зарубежный рынок.

С другой стороны, вступление в ВТО означает обязательное снижение ввозных экспортных пошлин, которые должны уменьшиться за 3—4 года чуть ли не в полтора раза, отмечает Евгений Уваров, «в то время как раньше на уровне ставки российские производители были защищены». Средневзвешенная ввозная пошлина на кабельно-проводниковую продукцию по объему от импорта за 2005 год составляла 15%, а после окончания переходного периода, через 3—4 года, она снизится до 8—9%. Так что, открытие рынка может стать и отрицательным, и положительным фактором, в зависимости от того, как подготовятся к нему отечественные производители. О чем сожалеют российские производители, так это о том, что завершающий этап переговоров о вступлении в ВТО происходил в закрытом режиме, без совещаний с представителями бизнеса, так что, они могли только догадываться, какими будут окончательные условия.

Кабельщики намерены упорядочить рынок

В ближайшей перспективе российским производителям кабеля предстоит еще одна актуальная задача — определить отношения с предприятиями, выпускающими и продающими продукцию, мягко говоря, сомнительного качества. По-видимому, рост такого предложения связан как с процессом перехода от ГОСТов к системе добровольной сертификации, «размывающего» стандарты качества и контроль за ними, так и со сравнительно небольшой капиталоемкостью малого по масштабам выпуска кабельного производства, позволяющей таким небольшим предприятиям выйти на рынок с минимальными затратами. Конечно, производители низкокачественного кабеля не являются прямыми конкурентами крупных заводов по причине неравенства масштабов. Но они бросают тень на добросовестные предприятия, в том числе и на совершенно конкретные производства, тем более что на российском кабельном рынке присутствует и прямой контрафакт. Значит, чтобы бороться с недобросовестными конкурентами, российским представителям кабельного рынка предстоит с максимальной четкостью отсеять себя от них.

Не случайно летом 2006 года десять ведущих предприятий отечественной кабельной промышленности, члены ассоциации «Электрокабель», приняли решение об учреждении некоммерческой организации «Фонд поддержки программ развития предприятий кабельной промышленности». Одна из его ближайших задач — пересмотр действующих и разработка новых стандартов на кабели и провода, приведение их в соответствие с требованиями Международной электротехнической комиссии (МЭК). Таким образом, положительный результат должен работать и на повышение конкурентоспособности отечественной продукции на внешнем и внутреннем рынке (см. изложенные выше рассуждения о ВТО), и на отделение «белых» производителей от «серых» и «черных», и на упорядочение правил, по которым работает рынок.

По материалам газеты
«Энергетика и промышленность России»



**Р. Б. Жалилов,
К. Т. Н.**

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЩИТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 0,4 КВ

В соответствии со старыми требованиями Правил устройства электроустановок нормы проверки защитной аппаратуры в сетях до 1000 В требовали проверки и обеспечения определенной кратности тока короткого замыкания по отношению к номинальным токам плавких вставок предохранителей и расцепителей автоматических выключателей. Время отключения повреждения не регламентировалось, действие электромагнитных расцепителей было не обязательным, если ток короткого замыкания превышал не менее, чем в три раза номинальный ток теплового расцепителя. Такая проверка устанавливала степень надежности отключения, но не гарантировала быстрого их отключения. Это одна из причин возникновения ситуации, когда короткие замыкания вовсе не отключаются, а самоустраиваются после полного попавшего в зону дуги оборудования.

Согласно вступившим в действие с 1 января 2003 года новым требованиям Правил устройства электроустановок (ПУЭ) (1), касающимся электробезопасности, и соответствующим международным нормам, одним из важнейших требований к защитной аппаратуре в сетях до 1000 В является требование по обеспечению быстродействия отключения повреждений, связанных с воздействием на человека. Это время, согласно таблице 1.7.1 ПУЭ, зависит от величины напряжения и при фазном напряжении 220 В не должно превышать 0,4 с.

Начавшийся переход в настоящее время в России и за рубежом к микропроцессорным (цифровым) защитам автоматики (ЦРЗА) с интеграцией в пределах единого информационного комплекса функций релейной защиты, измерения и коммерческого учета ЭЭ, регулирования и управления электроустановкой (2, 3) направлен на повышение надежности электро- и теплоснабжения потребителей и соответствия современным требованиям безопасности по ПУЭ.

Спектр устройств ЦРЗА для сетей низкого и среднего напряжения предлагаемых потребителю отечественными и зарубежными компаниями, позволяет выполнить полноценные системы защиты для различных объектов.

Цифровые терминалы обладают всеми стандартными функциями микропроцессорных защит, а также измерения системной автоматики, самодиагностики, диагностики работы коммутационных аппаратов и сети, цифрового осциллографирования имеют связь с системой АСУ по интерфейсу RS-485 с открытым протоколом MODBUS. Данные устройства имеют модульную конструкцию и программное формирование защит.

В технических описаниях цифровых реле так же, как и в стандартах МЭК, IEEE, IAS времятоковые характеристики токовых защит заданы математическими формулами. Для построения этих характеристик с целью их согласования с характеристиками других защитных аппаратов



Рис. 1. Masterpact NT с блоком контроля и управления Micrologic P в ячейке РУ-0.4 кВ

(реле и плавких предохранителей) необходимо знать основные традиционные условия выбора уставок максимальных токовых защит (токов срабатывания, характеристик, времени срабатывания).

Сравнительный анализ (2) разных типов обратнозависимых времятоковых характеристик цифровых реле и российских аналоговых реле РТВ-I, II, III, РТ-80, а также времятоковых характеристик российских плавких предохранителей типа ПКТ показал, что в большинстве случаев наиболее подходящей для России является «стандартная обратнозависимая» или «нормальная» характеристика (МЭК) и ей подобные характеристики стандартов IEEE («умеренно обратнозависимая») и IAC («обратнозависимая»). Однако может возникнуть необходимость использования и других типов характеристик.

Известная электротехническая фирма «Шнейдер Электрик» выпускает и поставляет в Россию различное электрооборудование и в том числе микропроцессорные (цифровые) реле-терминалы серии SEPAM(3), а также низковольтные автоматические выключатели (АВ) серии Compact и Masterpact.

Masterpact является одним из лучших АВ на большие токи в мире (4). Усовершенствовав базовую модель, компания Schneider Electric выпустила на рынок выключатели Masterpact NT и NW под торговой маркой Merlin Gerin. К основным достоинствам силовых выключателей (возможности выкачивания, селективности и удобства обслуживания) прибавились встроенные функции связи и измерения при уменьшенных размерах аппарата (рис.1).

Компанией Schneider Electric запатентована новая концепция дугогасительной камеры: она собирается из фильтров, сделанных из нержавеющей стали. Такое устройство поглощает энергию, выделяемую при разрыве дуги, что ограничивает тепловые нагрузки в установке. Устройство фильтрует и охлаждает выделившиеся газы, радикально сокращая объем внешних проявлений отключения.

Расцепитель автоматически размыкает контакты и обеспечивает исключительную эффективность до 150 кА. Он выполняет быстрое отключение в случае возникновения токов короткого замыкания (КЗ) более 37 кА (L1) и 65 кА (НЗ). Если ток КЗ ниже этого значения, система не реагирует, что позволяет обеспечить полную селективность с отходящими аппаратами.

Скорость вычисления, объем памяти и миниатюризация значительно расширяют функции современных расцепителей: расцепитель становится полноценным блоком контроля и управления АВ. Он точно измеряет параметры сети, мгновенно вычисляет значения, запоминает, задает, сигнализирует, передает данные. Аппарат новой серии Masterpact с блоками контроля и управления Micrologic представляет одновременно сверхнадежный орган защиты, и точный измерительный прибор.

Блок контроля и управления Micrologic A/P/H оснащен жидкокристаллическим дисплеем и простыми навигационными клавишами. Пользователь имеет прямой доступ к необходимым параметрам и уставкам. Навигация между экранами осуществляется интуитивно, регулировка предельно упрощена непосредственным считыванием с дисплея. Текстовая информация отображается на выбранном языке (из возможных 6 языков).

АВ Masterpact интегрируются в общую систему диспетчеризации, что оптимизирует его эксплуатационное обслуживание. Архитектура системы передачи данных характеризуется открытостью и может быть адаптирована к любым протоколам.

Функции защиты независимы от измерений. Эти функции управляются электронным элементом ASIC (4), общим для всех блоков контроля и управления, что гарантирует невосприимчивость к наводимым и излучаемым помехам, а также высокую надежность.

Запатентованная система «двойной регулировки» защит позволяет задать:

- верхний непревышаемый порог посредством переключателей;
- более точную настройку при помощи клавиатуры или дистанционно. Такая точная регулировка уставок (до 1 А) и выдержек времени (до 1 с) отображается на дисплее.

Еще одним отличием является их экологическая безопасность, в АВ Masterpact используются материалы, не представляющие потенциальную опасность для окружающей среды. Заводы, производящие эту аппаратуру, не загрязняют окружающую среду и соответствуют стандарту ISO 14001.

На рис.1 показан АВ Masterpact выдвигного исполнения, установленный в ячейке разработанного нами распределительного устройства — РУ-0.4 кВ для комплектных трансформаторных подстанций (КТП).

В выключателях Masterpact координация (регулировка IDMTL) с защитами среднего напряжения или предохранителями оптимизируется путем регулировки кривой защиты от перегрузки. Эта регулировка обеспечивает также лучшую адаптацию этой защиты к некоторым потребителям.

В трехполюсных автоматических выключателях Masterpact регулировка защиты нейтрали осуществляется с клавиатуры или дистанционно (при наличии дополнительной функции связи COM) и предусматривает 4 положения: незащищенная нейтраль (4P 3d), частично защищенная нейтраль (4P 3d +N/2), полностью защищенная нейтраль (4P 4d), двойная защищенная нейтраль (4P 3d+2N). Защита двойной нейтрали применяется, если сечение нейтрали в два раза больше сечения фаз (сильная асимметрия нагрузки, высокий коэффициент гармоник третьего порядка).

В четырехполюсных автоматических выключателях регулировка защиты нейтрали осуществляется посредством трехпозиционного переключателя с клавиатуры и предусматривает три положения: незащищенная нейтраль (4P 3d), частично защищенная нейтраль (4P 3d +N/2), полностью защищенная нейтраль (4P 4d). Защита нейтрали не активирована, если кривая защиты от перегрузки регулируется одной из защит IDMTL.

В соответствии с уставками тока и времени, регулируемые с клавиатуры или дистанционно при наличии дополнительной функции связи COM, блоки Micrologic P/N контролируют токи, напряжения, мощность, частоту и направления вращения фаз. При наличии дополнительной функции связи COM каждое превышение уставки сигнализируется дистанционно. Каждое превышение уставки может действовать по выбору на отключение (защита) или на сигнализацию, осуществляемую дополнительным программируемым контактом M2C, M6C. При отключении на повреждение осуществляется запоминание тока. Десять последних отключений и аварийных сигналов регистрируются в двух отдельных хронологических протоколах. Индикаторы техобслуживания (износ контактов, количество контактов и т.д.) хранятся в регистре. Дополнительная функция связи COM обеспечивает:

- считывание данных и дистанционное параметрирование защит или аварийно-предупредительную сигнализацию;
- передачу всех данных измерений и рассчитанных показателей;
- сигнализацию причин отключений и аварийно-предупредительную сигнализацию;
- просмотр хронологических протоколов и индикаторов техобслуживания;
- сброс счетчиков максимальных значений.

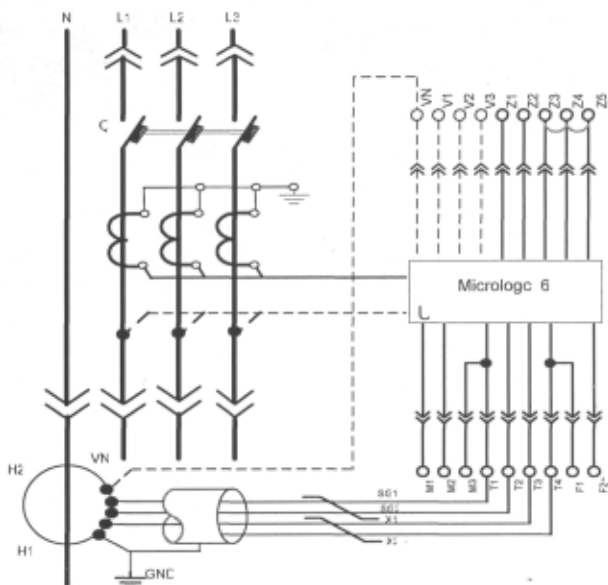


Рис. 2. Схема защиты от замыкания на землю типа «Ток нулевой последовательности» (Небаланс)

«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 РАО «ЕЭС России» по развитию энергетического комплекса страны, в том числе по модернизации и расширению энергетической инфраструктуры столичного региона.

«Сименс АГ»

КОНЦЕРН «ЭНЕРГОМЕРА» ПРИСТУПИЛ К СЕРИЙНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ И ПОСТАВКАМ НОВОГО ПРОДУКТА

Концерн «Энергомера» приступил к серийному производству и поставкам нового продукта «Преобразователя для катодной защиты ПН-ОПЕ-M11», инверторного типа, предназначенного для работы в режиме автоматического поддержания заданного потенциала на подземных трубопроводах.

ОАО «Концерн «ЭНЕРГОМЕРА»

НОВЫЕ КОНТАКТОРЫ ТМ IEK

Компания «ИЭК» предложила новый тип контакторов торговой марки IEK — контакторы тягового типа КТ 6600И, КТП 6600И. Новые аппараты применяются в схемах управления подъемными кранами, лебедками, печатными и волочильными машинами, конвейерами и подъемными механизмами в металлургической и горнодобывающей отрасли. Контактры серии КТ 6600И (с катушкой управления переменным током), КТП 6600И (с катушкой управления постоянным током) торговой марки IEK предназначены для пуска и остановки трехфазных асинхронных электродвигателей, а также для включения и отключения других электроустановок.

Разрабатывая новый тип аппаратов, конструкторы компании заложили в них решения, обеспечивающие существенные преимущества для КТ, КТП. Прежде всего, это касается энергосбережения. Катушка управления новых аппаратов имеет в своей схеме переключаемые

Некоторые измеренные или рассчитанные значения доступны только при наличии дополнительной функции передачи данных COM:

- $I_{ударн.} / \sqrt{2}, (I_1 + I_2 + I_3) / 3, I_{небаланс.};$
- коэффициент нагрузки от I_г;

● суммарный коэффициент мощности $\cos \varphi$.

А с блоком Micrologic H еще дополнительно доступно:

● суммарное и пофазное значение коэффициента мощности $\cos \varphi$;

● общие гармонические искажения по току и напряжению;

● коэффициент К тока и средний коэффициент К;

● ударные коэффициенты тока и напряжения;

● все основные составляющие гармоник по каждой фазе;

● сдвиг фаз основных составляющих гармоник по току и напряжению;

● мощность и коэффициенты искажения по каждой фазе;

● амплитуда и сдвиг фаз гармоник 3—51 порядка по току и напряжению. Доступ к показаниям всех счетчиков максимальных и минимальных значений обеспечивается при наличии дополнительной функции передачи данных COM для связи с системой диспетчеризации.

В выключателях Masterpact (2-, 5-, 6-, 7-исполнений) для защиты силовых цепей реализованы:

● защита от перегрузки, срабатывающая по действующему значению тока. Тепловая память: тепловая «картинка» до и после отключения;

● защита от коротких замыканий — селективная токовая (МТЗ) и мгновенная токовая отсечка. Выбор состояния функции I²t (включена или отключена) в установке времени защиты с малой выдержкой времени.

Блоки контроля и управления Micrologic 6-, 7-исполнения еще включают:

● защиту от замыканий на землю — защита типа «Небаланс» (см. рис. 2) или «Возврат тока по заземлителю» (рис. 3). Выбор состояния функции I²t (включена или отключена) в уставке времени;

● блок контроля и управления Micrologic 7-го исполнения обеспечивает дифференциальную защиту по току нулевой последовательности (Vigi).

Выпускаемые же отечественными изготовителями электронные блоки (марки МРТ) для автоматических выключателей (типа «Электрон», серии ВА-53, ВА-55 и др.) не имеют защиту от замыканий на землю и дифференциальную защиту по току нулевой последовательности, следовательно, отвечают новым требованиям ПУЭ по электробезопасности. Для выполнения защит от замыканий на землю в выпускаемых в настоящее время комплектных трансформаторных подстанциях (КТП) общепромышленного и специального назначения приходится использовать дополнительные реле, что снижает надежность таких схем. Выполнение в современных устройствах ЦРЗА отечественного производства таких как БМРЗ-0,4 (НТЦ «Мехатроника»), ТЕМП (ВНИИР) и т.д., всего комплекса защит для сети 0,4 кВ

КТП приводит к усложнению таких схем и неоправданному повышению цен на их реализацию.

Коротко остановимся на анализе выполнения защит в существующей в настоящее время трехфазной четырехпроводной электрической сети TN-C.

Для питания большинства промышленных электроустановок 220/380 В сейчас обычно применяется трехфазная четырехпроводная электрическая сеть TN-C. Основная защитная функция возложена на систему зануления, при которой замыкание на корпус оборудования должно приводить к его отключению с помощью токовых защит.

В результате несимметрии сети в аварийных режимах (при коротком замыкании и неполнофазном режиме) по земле протекает значительный блуждающий ток, не попадающий в зону действия токовых защит в фазных проводниках. **Употребителей** с малым сопротивлением заземляющего устройства наблюдается появление в нулевой жиле питающего кабеля блуждающего тока от других электроустановок. Чем меньше сопротивление заземления в сети TN-C, тем больше блуждающие токи, которые создают дополнительную опасность пожара и электротравматизма.

В трехфазной пятипроводной сети TN-S N-проводники разделяются с PE-проводниками на шинах PEN подстанции и далее идут отдельно на всем протяжении сети. Нулевой рабочий проводник используется для питания приемников ЭЭ и соединения с заземленной нейтралью электроустановки (по нему протекают рабочие токи), а нулевой защитный PE-проводник для соединения заземляемых частей электрооборудования с глухозаземленной нейтралью источника питания (ток в нем появляется только в аварийном режиме).

Защитные PE-проводники соединяют корпуса оборудования с заземлителями.

Шины N и шины PE вводных устройств изолированы одна от другой, N- и PE-проводники равны по сечению и разделены. В такой сети токи несимметрии и нулевой последовательности в нормальном режиме не протекают по заземляющим устройствам и PE-проводникам. При обрыве в цепи N-проводника нарушается работа однофазных потребителей, возникает сильный перекося фаз, но условия электробезопасности не нарушаются. При обрыве N-проводника и коротком замыкании на корпус оборудования ток достигает уставок срабатывания защит фазных проводников. При обрыве PE-проводника питающей линии сохраняется работа всех потребителей в нормальном режиме, но оборудование остается заземленным только на собственные заземлители.

Отметим следующие отличия пятипроводной распределительной сети от четырехпроводной:

● в четырехпроводной системе в качестве нулевого проводника фактически используется земля;

● при обрыве N-проводника питающей линии в четырехпроводной системе возможно продолжение работы в режиме, близком к нормальному, при этом не происходит повреждения оборудования до отключения питающей его

линии токовыми защитами, и необходим немедленный аварийный останов;

- при обрыве N-проводника питающей линии и однофазном КЗ на корпус в четырехпроводной системе появляется опасность для персонала других потребителей при возникновении большого напряжения прикосновения на корпусах оборудования, в пятипроводной же системе возникает режим, предусмотренный расчетами.

В разработанном автором РУ-0.4 кВ общая нулевая (защитная и рабочая) шина секции (**PEN шина** в отсеке отходящих силовых кабелей) соединяется с нейтралью трансформатора. В задней нижней части каждого шкафа секций № 1 и № 2 к их корпусу болтовым соединением присоединяется **шина защитного заземления**, соединяемая с заземляющим контуром КТП. А защита от замыканий на землю реализована по принципу, приведенному на рис. 3. Таким образом, предлагаемое РУ-0.4 кВ используется как при действующей у потребителя трехфазной четырехпроводной электрической сети TN-C, так при реконструкции цеховых электрических сетей с переходом на рекомендуемую ПУЭ трехфазную пятипроводную сеть TN-S.

Характеристики присоединения вторичной цепи трансформатора тока для внешней нейтрали

Аппарат Masterpact оснащенный блоком Micrologic 6 A/P/I:

- экранированный кабель с 2-мя витыми парами;
- жила SG1 скручена с жилой SG2;
- жила X1 скручена с жилой X2;
- экран кабеля на одном конце присоединен к заземлителю GND;
- максимальная длина — 5м;
- сечение кабеля — С 4—15мм;
- рекомендуемый тип кабеля — Belden 9552 или аналогичный.

Если питание подводится снизу, монтаж вторичных и силовых цепей идентичен (I-1 присоединяется со стороны источника, I-2 присоединяется со стороны электроприемника). При четырехполюсном исполнении для реализации защиты от замыканий на землю типа «ток нулевой последовательности» трансформатор тока для внешней нейтрали не нужен.

В случае использования трансформатора тока:

- провода для сигналов SG1 и SG2 подключаются последовательно;
- провода для сигналов X1 и X2 подключаются параллельно.

Подключение кабеля для сигнала Vfs необходимо только для измерения мощности (34 провода TT).

Характеристики присоединения вторичной цепи

Аппарат Masterpact, оснащенный блоком Micrologic 6 A/P/I/:

- неэкранированный кабель с 1-ой витой парой;
- максимальная длина — 150 м;
- сечение кабеля — 0,4—1,5 мм;

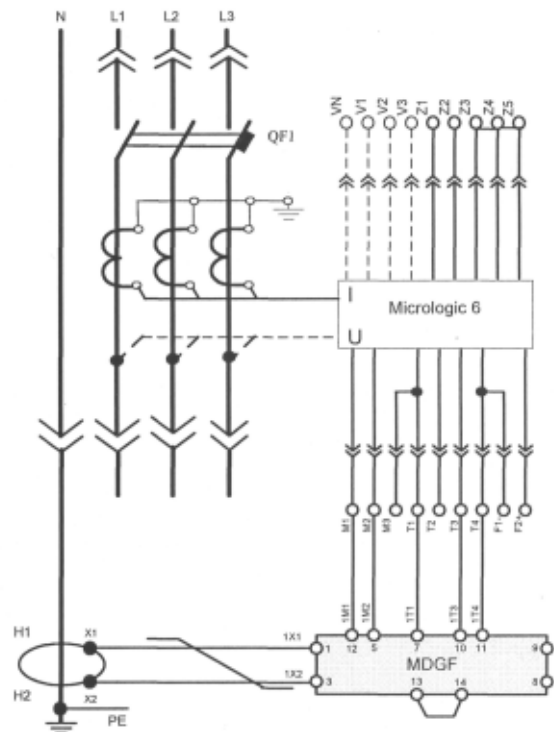


Рис. 3. Схема защиты от замыкания на землю типа «Возврат тока через заземлитель» (SGR), реализованной с АВ Masterpact



Рис. 4. Схема подключения дополнительной функции передачи данных COM в АВ Masterpact

<< 19

контакты и, соответственно, два режима работы: при срабатывании и удержании. Таким образом, удается достичь минимально необходимой мощности потребления. Кроме этого, конструкция блока дополнительных контактов позволяет с минимальными затратами рабочего времени изменить их вид и количество.

Технические и эксплуатационные характеристики нового аппарата позволяют использовать их как в обычных, так и в тяжелых условиях работы. Основным показателем работоспособности — электрическая износостойкость — отличается от аналогичного параметра других подобных контакторов и составляет 0,3 миллиона циклов. Это является достаточно высоким показателем для такого класса оборудования. Ассортиментный ряд контакторов КТ, КТП, поступивших в продажу в конце августа, включает весь ряд номинальных токов от 100 до 500А и дополнен различными по значению напряжения катушками управления как на переменном токе, так и на постоянном.

ООО «Интерэлектрокомплект»

КОНТАКТОР КТПВ 600С С МАГНИТНЫМ ГАШЕНИЕМ

Контактор КТПВ 600С предназначен для включения и отключения цепей в стационарных установках. Кроме него предприятие выпускает вакуумные контакторы, выключатели вакуумные и другие устройства.

Контактор КТ — устройство, предназначенное для включения и отключения электрических цепей в стационарных установках. Конструкция блок-контактов (контактор КТПВ 600) позволяет при монтаже или в условиях эксплуатации производить пересборку элементов за счет изменения положения «З» и «Р» контактов в пределах указанного количества, при этом число размыкающих контактов должно быть не более 2 от общего числа контактов вспомогательной цепи.

Кроме этой серии, выпускаются контакторы других типов: контактор КТ 6023, контактор КТ 6033 и ряд других. Контактор вакуумный, вакуумный выключатель также выпускаются «ЕССО», наряду с такими устройствами, как устройство плавного пуска и регулируемые электроприводы.

ООО «ЕССО-Технолоджи»

33 >>

- рекомендуемый тип кабеля — Belden 9409 или аналогичный.

Схема подключения дополнительной функции передачи данных COM приведена на рис. 4.

Заключение

1. PV-0.4 кВ КТП, оснащенное автоматическими выключателями производства Schneider Electric Masterpact с блоками контроля и управления Micrologic A/P/H позволит реализовать комплексную защиту и управление подстанций на современном уровне. Блоки Micrologic A/P/H обеспечивают автоматическое управление по месту или с удаленных диспетчерских пунктов, контроль положения первичного оборудования, измерения, сигнализацию, запись и передачу осциллограмм и т.д.

2. При организации отечественного производства по выпуску силовых автоматических выключателей, отвечающих современным требованиям ПУЭ по безопасности и соответствующим международным нормам (правилам), необходимо применять в их разработке и конструировании новейшие технические решения такие, как «защита нейтрали», «четырёхполюсное исполнение», измерение параметров и расчет показателей качества электроэнергии, «дополнительная функция связи COM», «хронологическое протоколирование», «индикаторы техобслуживания» и т.д.

3. Основным направлением технического перевооружения электрооборудования промышленных предприятий должно являться внедрение оборудования, обладающего существенными преимуществами перед эксплуатируемыми аналогами. Целесообразно на каждом предприятии иметь периодически пересматриваемый перечень подлежащих замене электрооборудования и устройств РЗА в порядке очередности замены с учетом срока их эксплуатации, защищаемого оборудования, возможных последствий отказа или ложной работы, наличия отечественных микроэлектронных аналогов и др.

4. Должно быть обращено внимание к проблеме взаимодействия в системе «человек-машина», а также к подготовке и тренировке эксплуатационного и оперативного персонала, поскольку внедрение микропроцессорных устройств РЗА требует как повышения квалификации релейного персонала, так и оснащения служб РЗА современными автоматизированными устройствами для их технического обслуживания.

5. При реконструкции эксплуатирующихся, а также проектировании новых цеховых электрических сетей необходимо переходить на рекомендуемую ПУЭ трехфазную пятипроводную сеть TN-S, в соответствии с современными требованиями безопасности.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Раздел 1. Глава 1.7. — М.: ЭНЕРГОСЕРВИС, 2006.

2. Соловьев А. Л. Методические указания по выбору характеристик и уставок защиты электрооборудования с использованием микропроцессорных терминалов серии SEPAM производства фирмы «Шнейдер Электрик», Санкт-Петербург. Издание Петербургского энергетического института повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минпромэнерго РФ, 2005.

3. Жалилов Р. Б. Цифровые реле: Нормативные основы применения, краткая характеристика/Главный энергетик, выпуск 6, 2007.

4. Merlin Gerin. Автоматические выключатели и выключатели нагрузки для передачи мощности в сетях низкого напряжения. Masterpact NT и NW. Каталог. М.: Центр информационной поддержки. 2007.



**В. Н. Харечко,
Ю. В. Харечко**

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Требования нормативных документов к низковольтным электроустановкам и к применяемому в них низковольтному электрооборудованию прежде всего ориентированы на защиту от поражения электрическим током. В шестнадцатой статье, посвященной разъяснению терминологии, применяемой в нормативных документах, устанавливающих требования к низковольтным электроустановкам, рассматривается понятие «поражение электрическим током». Терминология адаптирована к электроустановкам зданий.

Поражение электрическим током — патофизиологическое воздействие, происходящее в результате протекания электрического тока через тело человека или животного.

В Международном электротехническом словаре¹ (МЭС) (в стандарте МЭК 60050-195 «Международный электротехнический словарь. Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током» 1998 г. с поправкой 2001 г. [1, 2]) определен термин «электрический удар»: физиологическое действие, происходящее в результате электрического тока через тело человека или животного. Цитированное определение рассматриваемого термина приведено также в стандарте МЭК 60050-826 «Международный электротехнический словарь. Часть 826. Электрические установки» 2004 г. [3].

Более точное определение термина «электрический удар» дано в другой части МЭС — стандарте МЭК 60050-604 «Международный электротехнический словарь. Глава 604. Производство, передача и распределение электрической

энергии. Эксплуатация» 1987 г. с поправкой 1998 г. [4, 5]: патофизиологическое действие, происходящее в результате протекания электрического тока через тело человека или животного. Представленное определение этого термина дано также в стандарте МЭК 60050-891 «Международный электротехнический словарь. Часть 891. Электробиология» 1998 г. [6]. В ранее действовавшем стандарте МЭК 60050-826 1982 г. [7] рассматриваемый термин был определен аналогично.

В стандарте МЭК 60050-891 определен еще один термин — «электрический удар (в электробиологии)»:

1 — внезапное применение электрического тока к живому организму с достаточной силой и продолжительностью, чтобы произвести конвульсивное или тепловое воздействие;

2 — в кардиологии, применение кратковременного электрического тока через грудь или к сердцу с целью исправления определенных проблем сердечной аритмии.

В примечании к этим определениям указано, что термин «электрический удар» на английском языке является недопустимым в значении определения 2.

В стандарты МЭК 60947-1 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие правила» 2007 г. [8], МЭК 60728-11 «Кабельные сети для телевизионных сигналов, звуковых сигналов и интерактивных связей. Часть 11. Безопасность» 2005 г. [9] и МЭК 62128-1 «Применения для железных дорог. Неподвижные установки. Часть 1. Защитные меры предосторожности, относящиеся к электрической безопас-

¹ В состав Международного электротехнического словаря входит более 70 стандартов комплекса МЭК 60050, в которых даны определения около 20000 терминов.

ности и заземлению» 2003 г. [10] определение термина «электрический удар» заимствовано из стандарта МЭК 60050-826 1982 г.

В стандартах МЭК 61140 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для установки и оборудования» 2001 г. [11] и МЭК 62271-201 «Высоковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 201. Коммутационная аппаратура и аппаратура управления переменного тока в изоляционной оболочке для номинальных напряжений свыше 1 кВ до 52 кВ включительно» 2006 г. [12] использовано определение рассматриваемого термина из стандарта МЭК 60050-195.

Британский стандарт BS 7671 «Требования для электрических установок. Правила электропроводок IEE²» 2001 г. [13] определил термин «электрический удар» следующим образом: опасное физиологическое действие, происходящее в результате протекания электрического тока через тело человека или скота.

В ГОСТ Р 50030.1 [14], который разработан на основе стандарта МЭК 60947-1 1999 г., рассматриваемый термин назван «электропоражение» и определен так: «Патофизиологический эффект, обусловленный прохождением электрического тока через тело человека или животного».

В ГОСТ Р МЭК 61140 [15], который разработан на основе ранее действовавшего стандарта МЭК 61140 1997 г., термин «поражения электрическим током» определен следующим образом: «Физиологическое воздействие в результате прохождения электрического тока через тело человека или домашнего животного». Цитированное определение представляет собой достаточно точный перевод определения рассматриваемого термина из стандарта МЭК 61140 1997 г.

Прикосновение человека или животного к опасным токоведу-

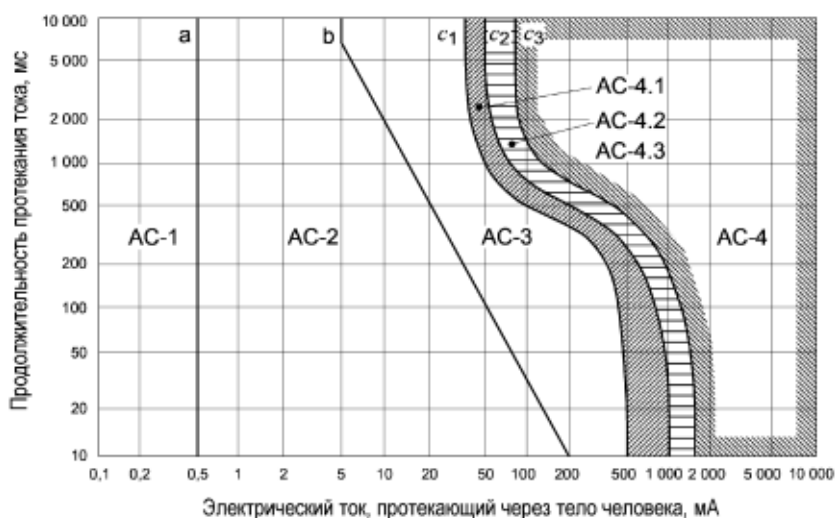


Рис. 1. Условные зоны время/ток воздействий переменных токов (от 15 до 100 Гц) на людей для пути протекания электрического тока от левой руки до ног

щим частям или к открытым проводящим частям, находящимся под напряжением, превышающем сверхнизкое напряжение, может сопровождаться протеканием через их тела опасного электрического тока. Воздействие этого электрического тока на организм человека или животного может вызывать различные физиологические повреждения, включая такие, которые не совместимы с их жизнью. Указанные воздействия в национальной нормативной документации называют поражением электрическим током. Наряду с полным наименованием рассматриваемого термина «поражение электрическим током» в национальной нормативной документации используют также его краткое название — «электропоражение».

Информация о воздействии электрического тока на организмы людей и животных изложена в двух технических спецификациях МЭК 60479-1 «Воздействия тока на людей и скот. Часть 1. Общие аспекты» 2005 г. [16], МЭК 60479-2 «Воздействия тока на людей и скот. Часть 2. Специальные аспекты» 2007 г. [17] и в двух технических отчетах МЭК 60479-3 «Воздействия тока на людей и скот. Часть 3. Воздействия токов, протекающих через тело скота» 1998 г. [18], МЭК 60479-4 «Воздействия тока на людей и скот. Часть 4. Воздействия разрядов молнии на людей и скот» 2004 г. [19]. Эти документы разработаны техническим комитетом 64 (ТК 64) «Электрические установки и защита от поражения электрическим током» МЭК. Рассмотрим эту информацию.

В технической спецификации МЭК 60479-1 даны определения терминов, используемых в ее тексте, представлены значения полного сопротивления тела человека — внутреннего сопротивления, сопротивления кожи и суммарного сопротивления, а также приведены данные об основных воздействиях, оказываемых на организм человека переменным током частотой от 15 до 100 Гц и постоянным током

Пункт 5 «Воздействия синусоидального переменного тока в диапазоне от 15 Гц до 100 Гц» технической спецификации содержит информацию о воздействиях, оказываемых переменным электрическим током частотой 15—100 Гц на организм человека, значениях порогов ощущения, реагирования, отпускания и фибрилляции желудочков. В этом пункте приведены данные о влиянии пути протекания электрического тока через тело человека на появление фибрилляции желудочков, информация об ожогах кожи, вызываемых электрическим током, и другие материалы.

² The Institution of Electrical Engineers — Общество инженеров-электриков.

Таблица 1

Зоны время/ток для переменного тока от 15 до 100 Гц для пути левая рука — ноги

Зона	Границы	Физиологические воздействия
АС-1	До 0,5 мА, кривая а	Возможно ощущение, но обычно нет реагирования «вздрагиванием»
АС-2	От 0,5 мА до кривой b	Вероятны ощущение и непроизвольные сокращения мышц, но обычно нет вредных электрических физиологических воздействий
АС-3	Кривая b и выше	Сильные непроизвольные сокращения мышц. Затруднение в дыхании. Обратимые нарушения сердечной функции. Может возникать потеря подвижности. Воздействия увеличиваются с величиной тока. Обычно не ожидают никакого органического повреждения
АС-4 ¹⁾	Выше кривой c ₁	Могут возникать патофизиологические воздействия такие, как остановка сердца, остановка дыхания, ожоги или другие клеточные повреждения. Вероятность фибрилляции желудочков увеличивается с величиной тока и времени
	c ₁ –c ₂	АС-4.1 Вероятность фибрилляции желудочков увеличивается вплоть до 5 %
	c ₂ –c ₃	АС-4.2 Вероятность фибрилляции желудочков вплоть до 50 %
	Выше кривой c ₃	АС-4.3 Вероятность фибрилляции желудочков более 50 %

¹⁾ При продолжительности протекания тока менее 200 мс фибрилляция желудочков инициируется только в пределах уязвимого периода, когда превышаются соответствующие пороги. На рис. 1 показано возникновение фибрилляции желудочков для тока, который протекает по пути от левой руки к ногам. Для других путей тока нужно применять коэффициент сердечного тока.

Воздействия электрического тока на организм человека рассматривают в технической спецификации для следующих физиологических реакций: ощущения, реагирования, отпускания, фибрилляции желудочков, а также ожогов кожи. На рис. 20 технической спецификации (рис. 1 статьи) представлено графическое изображение условных зон время/ток, устанавливающих примерные значения электрических токов³, протекающих через тело человека, и времени их протекания, совокупность которых вызывает определенные физиологические реакции. В табл. 11 технической спецификации (табл. 1 статьи) дано описание этих зон.

На основе экспериментов и статистики поражения электрическим током в технической спецификации установлены условные пороговые значения электрического тока, вызывающего разные физиологические воздействия на организм человека. Минимальное значение тока прикосновения⁴, который вызывает любое ощущение у человека, через тело которого он протекает, называют порогом ощущения. Он зависит от многих факторов: площади тела, находящейся в контакте с электродом (площади контакта), условий контакта (сухие, влажные, давление, температура), а также от физиологических особенностей человека. Значение порога ощущения в технической спецификации не установлено. Однако электрический ток до 0,5 мА рассматривают в этом документе в качестве тока, который при протекании через тело человека, как правило, не вызывает у него непроизвольного реагирования, хотя человек его ощущает.

Порог реагирования — минимальное значение тока прикосновения, который вызывает непроизвольное мышечное сокращение, — также зависит от площади контак-

та, условий контакта и физиологических особенностей человека. Для условий, когда люди касаются проводящих поверхностей, в качестве порога реагирования в технической спецификации принято значение электрического тока, равное 0,5 мА, вне зависимости от времени его протекания через тело человека.

Порог отпускания — максимальное значение тока прикосновения, при котором человек, удерживающий электроды, может выпускать их из рук — зависит от площади контакта, формы и размеров электродов, а также от физиологических особенностей человека. В качестве порога отпускания в технической спецификации приняты следующие значения: для взрослых мужчин — около 10 мА, для всего населения — около 5 мА. На рис. 23 технической спецификации МЭК 60479-1 (рис. 2 статьи) приведены данные о токах отпускания для мужчин, женщин и оценка тока отпускания, выполненная для детей. Значения токов отпускания для мужчин почти в полтора раза превышают токи отпускания для женщин и в два раза — для детей.

В технической спецификации указано, что протекание электрического тока через тело человека может приводить к потере им подвижности, при которой человек или какая-то часть его тела не может свободно передвигаться. Указанное воздействие электрического тока на мышцы может происходить в результате его протекания через эти мышцы, взаимосвязанные с ними нервы или взаимосвязанную часть мозга. Значения электрического тока, которые вызывают потерю подвижности, зависят от мышечной массы, типа нерва и части мозга, подвергаемых воздействию электрическим током.

³ Здесь и далее указаны действующие значения электрического тока.

⁴ Ток прикосновения — электрический ток, протекающий через тело человека или животного, когда они касаются одной или нескольких частей электроустановки или электрооборудования. Ток прикосновения посвящена статья [20].

Порог фибрилляции желудочков — минимальное значение тока прикосновения, который вызывает фибрилляцию желудочков, — зависит от физиологических параметров человека (например, анатомии его тела, состояния сердечной функции), а также от параметров электрического воздействия (например, продолжительности и пути протекания электрического тока, характеристики тока). Если продолжительность протекания синусоидального переменного тока частотой 50 или 60 Гц через тело человека превышает один сердечный цикл, наблюдается значительное уменьшение порога фибрилляции желудочков. Для продолжительности протекания электрического тока менее 0,1 с фибрилляция желудочков может возникать при величинах тока более 500 мА. Причем ее возникновение наиболее вероятно, если момент протекания электрического тока совпадает с пределами уязвимого периода.

Под уязвимым периодом понимают сравнительно малую часть сердечного цикла, в течение которого сердечные волокна находятся в состоянии неоднородной возбудимости и фибрилляция желудочков, возникает, если они возбуждены электрическим током достаточной величины. Уязвимый период соответствует первой части Т-волны на электрокардиограмме (ЭКГ), которая представляет собой приблизительно 10% сердечного цикла (рис. 3 и 4⁶ статьи, которые соответствуют рис. 17 и 18 технической спецификации).

На основе адаптации результатов экспериментов над животными

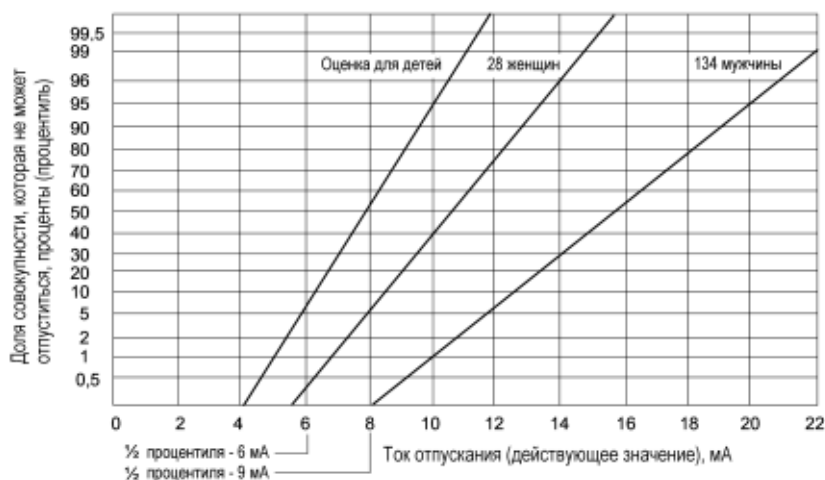


Рис. 2. Токи отпущания для синусоидального тока 60 Гц⁵

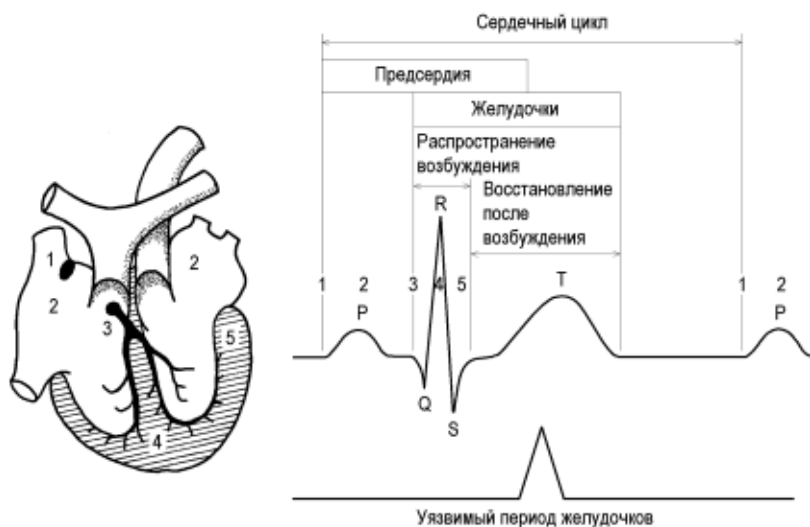


Рис. 3. Возникновение уязвимого периода желудочков в течение сердечного цикла

для людей была условно установлена эмпирическая кривая c_1 (см. рис. 1) для пути протекания электрического тока от левой руки к обеим ногам. Ниже этой кривой вряд ли возникнет фибрилляция желудочков. Нисходящая линия от 500 мА до 400 мА для коротких продолжительностей протекания электрического тока между 10 мс и 100 мс была выбрана в качестве высокого уровня воздействия. На основе информации относительно электротравм был выбран более низкий

⁵ Рис. 23 технической спецификации содержит следующую ошибку — вместо корректного значения 0,5 процентов указано 0,05. 26 июля 2006г. авторы информировали МЭК об ошибках в технической спецификации. 3 августа от ТК 64 МЭК был получен ответ о том, что ошибки будут скоро исправлены посредством опубликования документа «Опечатки». В октябре 2006г. МЭК опубликовал на своем сайте (www.iec.ch) документ «Опечатка 1» [21].

⁶ Пояснения к рисункам. Сердечный цикл, представляющий собой период сокращения и расслабления сердца, складывается из сокращения предсердий (обозначены цифрой «2»), продолжительностью около 0,1 с, сокращения желудочков (4 и 5), продолжительностью около 0,35 с, и общей паузы, продолжительностью около 0,4 с. Импульс, возникающий в синусно-предсердном узле (1), сначала возбуждает предсердия (2). На электрокардиограмме эта часть сердечного цикла отображается волной, которую обозначают буквой «Р». Затем через предсердно-желудочковые узел и пучок (3) по правой и левой ножкам предсердно-желудочкового пучка импульс передается правому и левому желудочкам (4 и 5). На ЭКГ эта часть сердечного цикла отображается комплексом из трех зубцов, который обозначают «QRS». Волна, обозначенная на ЭКГ буквой «Т», соответствует фазе восстановления желудочков после их возбуждения. Затем наступает пауза сердца до следующего сердечного цикла.

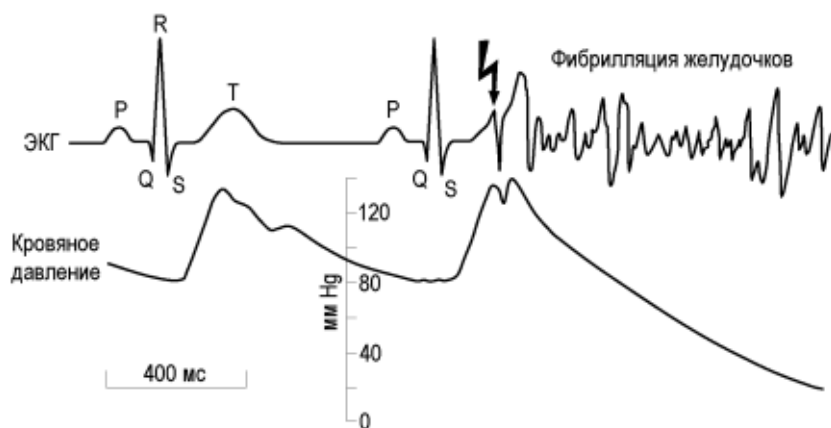


Рис. 4. Иницирование фибрилляции желудочков в уязвимый период. Воздействия на электрокардиограмму и кровяное давление

уровень, представляющий собой нисходящую линию от 50 мА при продолжительности протекания электрического тока 1 с до 40 мА для продолжительностей, превышающих 3 с. Оба уровня были соединены посредством плавной кривой.

Кривая c_2 и кривая c_3 были установлены для вероятности фибрилляции желудочков, приблизительно равной соответственно 5% и 50%, на основе статистической оценки экспериментов над животными. Кривые c_2 и c_3 также применяют для пути протекания электрического тока от левой руки к обеим ногам, для которого фибрилляция желудочков в большинстве случаев возникает при минимальных значениях электрического тока.

Если электрический ток протекает через тело человека по иному пути, то фибрилляция желудочков возникает при иных значениях электрического тока, которые можно определить с помощью так называемого «коэффициента сердечного тока». Этот коэффициент соотносит напряженность электрического поля (плотность тока) в сердце для заданного пути тока с напряженностью электрического поля (плотностью тока) в сердце для тока прикосновения равной величины, протекающего от левой руки к ногам. Коэффициент сердечного тока позволяет рассчитать значение электрического тока, протекающего через тело человека

Таблица 2

Коэффициенты сердечного тока для различных путей протекания электрического тока

Путь протекания электрического тока	Коэффициент сердечного тока F
От левой руки к левой ноге, правой ноге или обеим ногам	1,0
От обеих рук к обеим ногам	1,0
От левой руки к правой руке	0,4
От правой руки к левой ноге, правой ноге или обеим ногам	0,8
От спины к правой руке	0,3
От спины к левой руке	0,7
От грудной клетки к правой руке	1,3
От грудной клетки к левой руке	1,5
От сидалища до левой руки, правой руки или обеих рук	0,7
От левой ноги к правой ноге	0,04

по иному пути, чем от левой руки к ногам, и представляющего ту же самую опасность фибрилляции желудочков, что и электрический ток, протекающий через тело человека от левой руки к ногам:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F},$$

где

I_h — электрический ток, протекающий через тело человека по пути, установленному в табл. 12 технической спецификации (в статье — табл. 2);

I_{ref} — электрический ток, протекающий через тело человека по пути от левой руки к ногам;

F — коэффициент сердечного тока, установленный в табл. 12 технической спецификации.

Коэффициент сердечного тока, как указано в технической спецификации, рассматривают только в качестве грубой оценки влияния различных путей протекания электрического тока через тело человека на вероятность возникновения фибрилляции желудочков. Значения коэффициента сердечного тока приведены в табл. 2.

В технической спецификации МЭК 60479-1 приведен следующий пример: электрический ток 225 мА, протекающий через тело человека от руки к руке, имеет ту же самую вероятность вызывания фибрилляции желудочков, как электрический ток 90 мА, протекающий от левой руки к обеим ногам.

Воздействия, которые оказывает электрический ток на кожу человека, в зависимости от его плотности и времени протекания представлены на рис. 14 технической спецификации (рис. 5 статьи), а также в следующих характеристиках четырех зон:

Зона 0 — плотность электрического тока менее 10 мА/мм². В общем, не наблюдаются никакие изменения кожи. При длительном протекании электрического тока (несколько секунд) кожа ниже электрода может иметь серовато белый цвет с грубой поверхностью;

Зона 1 — плотность электрического тока между 10 и 20 мА/мм².

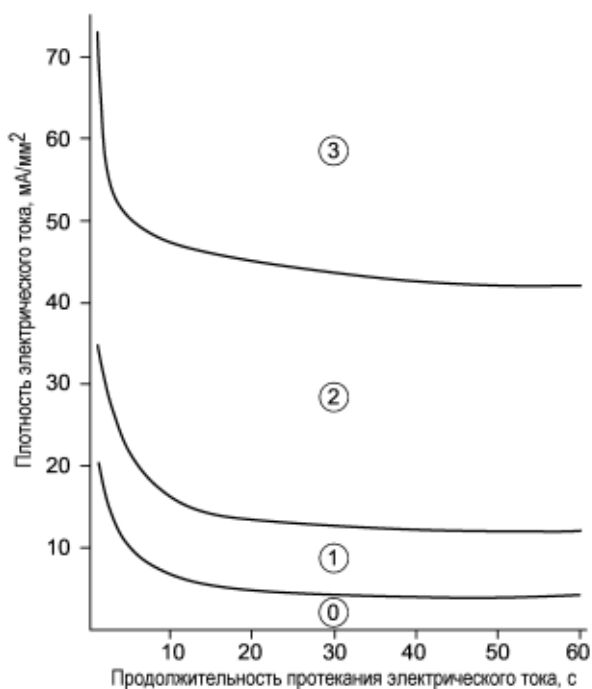


Рис. 5. Зависимость изменения состояния кожи человека от плотности электрического тока и продолжительности его протекания:

зона 0 — нет воздействий;

зона 1 — покраснение кожи;

зона 2 — следы от тока; зона 3 — обугливание кожи

Возникает покраснение кожи с волнистостью, похожей на припухлость беловатого цвета по краям электрода;

Зона 2 — плотность электрического тока между 20 и 50 мА/мм². Ниже электрода развивается коричневатый цвет, простирающийся в кожу. При длительном протекании электрического тока (несколько десятков секунд) вокруг электрода наблюдаются сплошные следы от тока (волдыри);

Зона 3 — плотность электрического тока более 50 мА/мм². Может возникать обугливание кожи.

В технической спецификации указано, что, несмотря на фатальную величину электрического тока, протекающего через тело человека, при большой площади контакта его тела с электродом плотность тока может быть достаточно низкой, чтобы вызвать какие-либо изменения кожи.

В результате протекания электрического тока через тело человека могут возникать другие воздействия такие, как сокращения мышц, повышение кровяного давления, нарушения образования и проводимости сердечных импульсов (включая предсердную фибрилляцию и нарушения переходных ритмов). Однако такие воздействия обычно не являются смертельными. При протекании электрических токов, исчисляемых несколькими амперами, в течение про-

межутка времени, превышающего несколько секунд, наряду с поверхностными ожогами могут возникать глубоко расположенные ожоги, и другие внутренние повреждения.

Смертельными могут быть электротравмы, которые не вызывают фибрилляцию желудочков. Воздействия электрического тока на организм человека могут сопровождаться функциональным нарушением управления дыханием, параличом дыхательных мышц, повреждением путей нервной активации для этих мышц, а также повреждением механизма управления дыханием в пределах ствола мозга. Такие длительные воздействия неизбежно приводят к смерти человека. Для его спасения следует срочно проводить принудительное искусственное дыхание. Тем не менее, человек может все же умереть, если электрический ток протекает через спинной мозг или центр управления дыханием. Как указано в технической спецификации, эти воздействия электрического тока на организм человека находятся на рассмотрении и пороги для них еще не определены.

Сильные трансмембранные электрические поля, создаваемые электрическим током, протекающим через тело человека, например, при его кратковременном контакте с проводящими частями, которые находятся под высоким напряжением, могут повредить клетки, особенно длинные тонкие клетки скелетных мышц. Сильное электрическое поле поперек мембран клетки может приводить к образованию в них пор. Это воздействие электрического тока называют электропорацией. Поры могут быть стабильными и, в конечном счете, закупориться, или могут увеличиться, стать нестабильными, и впоследствии послужить причиной разрушения мембран клетки. Тогда ткань становится безвозвратно поврежденной. Может произойти некроз ткани, часто требующий ампутацию травмированных конечностей. Электропорацию не ограничивают никакой специфической величиной электрического тока и никаким специфическим путем или продолжительностью его протекания через тело человека.

В пункте 6 «Воздействия постоянного тока» технической спецификации МЭК 60479-1 изложены данные о воздействиях, оказываемых постоянным электрическим током на организм человека, о значениях порогов ощущения, реагирования, отпускания и фибрилляции желудочков, о влиянии пути протекания электрического тока через тело человека, а также другая информация.

На рис. 22 технической спецификации (рис. 6 статьи) представлено графическое изображение условных зон времени/тока, устанавливающих примерные значения постоянных токов⁷, протекающих через тело человека, и времени их протекания, совокупность которых вызывает определенные физиологические реакции. В табл. 13 технической спецификации (табл. 3 статьи) дано описание этих зон.

На основе экспериментов и статистики поражения электрическим током в технической спецификации установлены условные пороговые значения электрического тока, вызы-

⁷ Здесь и далее под термином «постоянный ток» понимают постоянный ток без пульсаций, имеющий долю синусоидальной пульсации не более 10% действующего значения.

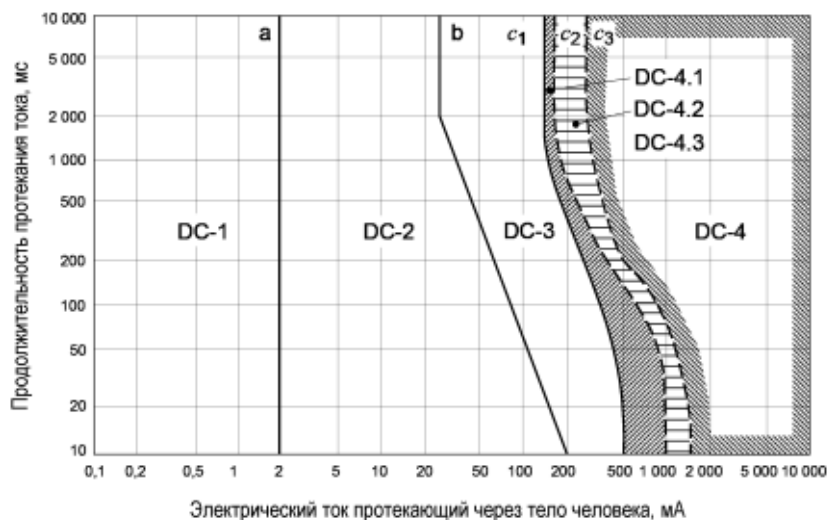


Рис. 6. Условные зоны время/ток воздействий постоянных токов на людей для продольного восходящего пути протекания электрического тока⁸

вающего разные физиологические воздействия на организм человека. В отличие от переменного тока, человек чувствует только включение и отключение постоянного тока, и не замечает другое ощущение в течение протекания электрического тока при устанавлиании порога ощущения. При условиях, сопоставимых с условиями, применяемыми в исследованиях с переменным током, порог реагирования для постоянного тока определили приблизительно равным 2 мА.

В отличие от переменного тока, для постоянного тока нет определяемого порога потери подвижности или отпускания. Только включение и отключение электрического тока приводит к болезненным и подобным судороге сокращениям мышц.

Опасность фибрилляции желудочков, как указано в технической спецификации, обычно существует для продольных токов⁹. Однако эксперименты на животных, показали, что фибрилляция желудочков может также произойти при более высоких интенсивностях электрического тока и для поперечных токов¹⁰.

Эксперименты на животных так же, как информация, полученная от электротравм, показывают, что порог фибрилляции для нисходящего тока¹¹ почти вдвое больше, чем для восходящего тока¹².

Для продолжительности протекания электрического тока, превышающей сердечный цикл, порог фибрилляции для постоянного тока в несколько раз выше, чем для переменного тока¹³. Для продолжительности протекания электрического тока, менее 200 мс, порог фибрилляции приблизительно то же самый, как для переменного тока.

Кривые, полученные из экспериментов на животных, были построены, чтобы применять к продольному, восходящему току (положительные ноги). Кривые \$c_2\$ и \$c_3\$ на рис. 6 показывают расчетные комбинации величины электрического тока и продолжительности, в которых вероятности фибрилляции желудочков животных приблизительно равны 5% и 50% соответственно, когда путь протекания электрического тока является продольным через тело (то есть от левой передней ноги до обеих задних ног). Кривая \$c_1\$ показывает комбинации электрического тока и продолжительности, основанные на исследованиях животных, ниже которых вероятность фибрилляции желудочков оценивают очень низкой для того же самого продольного пути протекания электрического тока через тело. Более поздние исследования показывают, что для каждой продолжительности порог фибрилляции желудочков для людей выше, чем величина электрического тока по сравнению с животными. Например, для длинных продолжительностей протекания элек-

⁸ На рис. 22 технической спецификации МЭК 60479-1 вместо корректных обозначений зон время/ток для постоянного тока «DC-4.1», «DC-4.2» и «DC-4.3», использованы ошибочные обозначения «AC-4.1», «AC-4.2» и «AC-4.3», которые применяют для указания зон время/ток для переменного тока. Авторы информировали МЭК об этой ошибке и ее исправили в документе «Опечатка 1» [21].

⁹ Продольный ток определен в технической спецификации так: ток, протекающий в продольном направлении через туловище тела человека, например, от руки до ног.

¹⁰ Поперечный ток определен в технической спецификации следующим образом: ток, протекающий поперек туловища тела человека, например, от руки к руке.

¹¹ Под нисходящим током в технической спецификации понимают постоянный ток прикосновения через тело человека, для которого ноги представляют отрицательную полярность.

¹² Под восходящим током в технической спецификации понимают постоянный ток прикосновения через тело человека, для которого ноги представляют положительную полярность.

¹³ В технической спецификации установлен так называемый «коэффициент эквивалентности постоянный ток/переменный ток (k)» под которым понимают отношение постоянного тока к его эквивалентному значению переменного тока, имеющему ту же самую вероятность вызывания фибрилляции желудочков. В примере, иллюстрирующем этот термин, указано, что для продолжительностей протекания тока, длиннее, чем период одного сердечного цикла, и 50% вероятности фибрилляции желудочков коэффициент эквивалентности для 10 с приблизительно равен:

$$k = \frac{I_{d.c.-f}}{I_{a.c.-f}} = \frac{300 \text{ mA}}{80 \text{ mA}} = 3,75,$$

где

$I_{d.c.-f}$ и $I_{a.c.-f}$ представляют собой значения постоянного и переменного тока, вызывающего фибрилляцию желудочков.

Зоны время/ток для постоянного тока для пути рука — ноги

Зона	Границы	Физиологические воздействия
DC-1	До 2 мА, кривая а	Возможно незначительное ощущение покалывания при включении, отключении или быстро изменяющемся протекании электрического тока
DC-2	От 2 мА до кривой b	Возможны непреднамеренные сокращения мышц главным образом при включении, отключении или быстро изменяющемся протекании электрического тока, но обычно нет вредных электрических физиологических воздействий
DC-3	Кривая b и выше	Могут происходить сильные непреднамеренные реакции мышц и обратимые нарушения формирования и проводимости импульсов в сердце, увеличивающиеся с величиной тока и времени. Обычно не ожидают никакого органического повреждения
DC-4 ¹⁾	Выше кривой c ₁	Могут возникать патофизиологические воздействия такие, как остановка сердца, остановка дыхания, а также ожоги или другие клеточные повреждения. Вероятность фибрилляции желудочков увеличивается с величиной тока и времени
	c ₁ –c ₂	DC-4.1 Вероятность фибрилляции желудочков увеличивается вплоть до 5 %
	c ₂ –c ₃	DC-4.2 Вероятность фибрилляции желудочков вплоть до 50 %
	Выше кривой c ₃	DC-4.3 Вероятность фибрилляции желудочков более 50 %

¹⁾ При продолжительности протекания тока менее 200 мс фибрилляция желудочков инициируется только в пределах уязвимого периода, когда превышаются соответствующие пороги. На рис. 6 показано возникновение фибрилляции желудочков для тока, который протекает по пути от левой руки к ногам. Для других путей тока нужно применять коэффициент сердечного тока.

трического тока от левой руки к ногам пороговый ток для здорового человека мог быть порядка 200 мА. Однако не все человеческие сердца здоровы и некоторые заболевания могут влиять на порог фибрилляции желудочков. Некоторые люди с больным сердцем имеют пороги фибрилляции желудочков ниже нормального, но значение уменьшения точно не известно. Поэтому рекомендуют, чтобы линию c₁, показанную в рисунке, который основан на исследованиях животных, использовали, чтобы описать порог фибрилляции желудочков для людей в качестве оценки с запасом. Не известны электротравмы со смертельным исходом от поражения электрическим током ниже кривой c₁. Это указывает, что кривая c₁ вероятно дана с запасом для всех людей. Для продольного нисходящего тока (отрицательные ноги), кривые должны быть сдвинуты к более высокой величине электрического тока посредством коэффициента, приблизительно равного 2.

В технической спецификации также приведена информация о других воздействиях постоянного тока на организм человека. Во время протекания тока, приблизительно равного 100 мА, в оконечностях может возникать ощущение теплоты. В пределах площади контакта, присутствуют болезненные ощущения.

Поперечные токи до 300 мА, протекающие через тело человека в течение нескольких минут, вызывают обратимые сердечные аритмии, токовые метки, ожоги, головокружение и иногда бессознательное состояние. При значениях поперечных токов более 300 мА часто возникает бессознательное состояние.

При протекании постоянных токов, измеряемых несколькими амперами, в течение нескольких секунд, могут возникнуть глубоко расположенные ожоги или другие повреждения и даже наступить смерть.

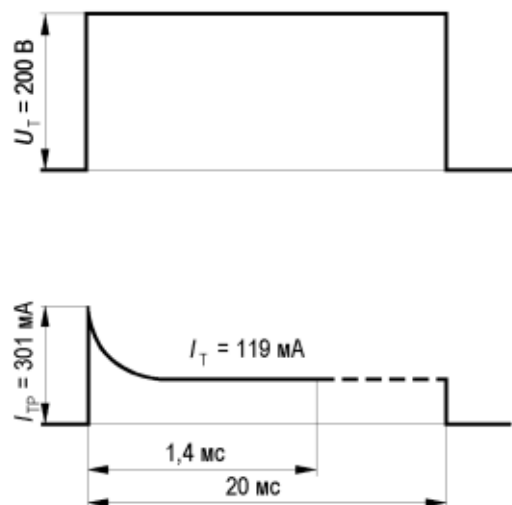


Рис. 7. Осциллограмма напряжения прикосновения UT и тока прикосновения IT для постоянного тока, путь протекания электрического тока от руки к руке, большие площади поверхности контакта в сухих условиях:

$U_T = 200$ В постоянного тока, продолжительность протекания тока 20 мс, ток прикосновения $I_T = 119$ мА, пиковое значение тока прикосновения $I_{TP} = 301$ мА, суммарное сопротивление тела $R_T = 1681$ Ом, начальное сопротивление тела $R_0 = 664$ Ом. Электрический ток вызывает сильное, обжигающее ощущение и непреднамеренное, подобное толчку реагирование мышц в руках и плечах

Такие воздействия, как электропорация, могут следовать из контакта с цепями постоянного тока так же, как с цепями переменного тока.

Пример протекания постоянного тока прикосновения и его воздействия показаны на рис. 21 технической спецификации (рис. 7 статьи).

Представленные выше данные о воздействии электрического тока на организм человека использованы в требованиях, предъявляемых стандартами МЭК к электрооборудованию, в части установления их максимально допустимых токов утечки, токов защитного проводника и токов прикосновения (см. статьи [20, 22, 23] и книгу [24]). Эти данные были использованы при определении численных значений таких характеристик устройств защитного отключения, как номинальный отключающий дифференциальный ток и время отключения, а также характеристик других устройств, предназначенных для защиты человека от поражения электрическим током.

Электропоражение — см. поражение электрическим током.

Термин «электропоражение» является сокращением его полного наименования — «поражение электрическим током».

Электротравма — травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

В ГОСТ 12.1.009 [25] термин «электротравма» определен так: «Травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги».

При поражении электрическим током человек или животное получают травму, которую в национальной нормативной документации называют электротравмой. Электротравма также может быть результатом воздействия электрической дуги на организм человека или животного.

Литература

1. International standard IEC 60050-195. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. First edition. — Geneva: IEC, 1998-08.
2. International standard IEC 60050-195-am1. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. First edition. Amendment 1. — Geneva: IEC, 2001-01.
3. International standard IEC 60050-826. International Electrotechnical Vocabulary. Part 826: Electrical installations. Second edition. — Geneva: IEC, 2004-08.
4. International standard IEC 60050-604. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity. Operation. — Geneva: IEC, 1987.
5. International standard IEC 60050-604-am1. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity. Operation. Amendment 1. — Geneva: IEC, 1998-07.
6. International standard IEC 60050-891. International Electrotechnical Vocabulary. Part 891: Electrobiological. First edition. — Geneva: IEC, 1998-02.
7. Publication 50 (826). International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 826: Electrical installations of buildings. First edition. — Geneva: IEC, 1982.
8. International standard IEC 60947-1. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Fifth edition. — Geneva: IEC, 2007-06.
9. International standard IEC 60728-11. Cable networks for television signals, sound signals and interactive services. Part 11: Safety. Second edition. — Geneva: IEC, 2005-01.
10. International standard IEC 62128-1. Railway applications. Fixed installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing. First edition. — Geneva: IEC, 2003-05.
11. International standard IEC 61140. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment. Third edition. — Geneva: IEC, 2001-10.
12. International standard IEC 62271-201. High-voltage switchgear and controlgear. Part 201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV. First edition. — Geneva: IEC, 2006-06.
13. British Standard BS 7671-2001. Requirements for Electrical Installations. IEE Wiring Regulations. Sixteenth edition. — London: BSI and IEE, 2001.
14. 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.
15. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
16. Technical specification IEC/TS 60479-1. Effects of current on human beings and livestock. Part 1: General aspects. Fourth edition. — Geneva: IEC, 2005-07.
17. Technical specification IEC/TS 60479-2. Effects of current on human beings and livestock. Part 2: Special aspects. Third edition. — Geneva: IEC, 2007-05.
18. Technical report IEC/TR 60479-3. Effects of current on human beings and livestock. Part 3: Effects of currents passing through the body of livestock. First edition. — Geneva: IEC, 1998-09.
19. Technical report IEC/TR 60479-4. Effects of current on human beings and livestock. Part 4: Effects of lightning strokes on human beings and livestock. First edition. — Geneva: IEC, 2004-07.
20. Харечко В.Н., Харечко Ю.В. О токе прикосновения//Главный энергетик, 2007, №9.
21. Technical specification IEC/TS 60479-1 Corr. 1. Corrigendum 1. Effects of current on human beings and livestock. Part 1: General aspects. Fourth edition. — Geneva: IEC, 2006-10.
22. Харечко В.Н., Харечко Ю.В. О токе замыкания на землю, токе утечки и дифференциальном токе//Главный энергетик, 2007, №7.
23. Харечко В.Н., Харечко Ю.В. О токе защитного проводника//Главный энергетик, 2007, №10.
24. Харечко В.Н., Харечко Ю.В. Устройства защитного отключения. 4-е изд. — М.: ПТФ МИЭЭ, 2006.
25. ГОСТ 12.1.009-76. ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения. — М.: Изд-во стандартов, 1976.



В. Г. Езерский,
технический директор
НТЦ «Механотроника»

ЗАЩИТА ДАЛЬНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДЛЯ СЕТЕЙ 0,4 КВ ОТ НТЦ «МЕХАНОТРОНИКА»

Во всех областях энергетики и промышленности, в том числе на предприятиях нефтегазовой отрасли, сети 0,4 кВ являются наиболее повреждаемыми и наименее защищенными.

Токи КЗ в сетях 0,4 кВ, в отличие от сетей 6—10 кВ, сильно зависят от переходного сопротивления в месте замыкания, в том числе от параметров электрической дуги. Ток КЗ резко снижается по мере удаления от шин КТП-0,4 кВ.

Находящиеся в эксплуатации КТП-6 (10)/0,4 кВ оснащены устройствами защиты и автоматическими выключателями, не обеспечивающими необходимое качество функций РЗА (чувствительность, быстрдействие, стабильность характеристик, отстройку от режимов группового пуска и самозапуска двигателей и т.д.).

При коротких замыканиях в кабельных коммуникациях и отказе защиты отключающего аппарата, как правило, происходит воспламенение поврежденного кабеля с последующим пожаром в кабельном хозяйстве. Отсутствие эффективной защиты приводит к массовому выходу из строя (выгоранию) автоматических выключателей на вводах и отходящих фидерах РУ-0,4 кВ, питающих погружные насосы на объектах нефтедобычи.

Обычная максимальная токовая защита (МТЗ) не обеспечивает резервирования защит и выключателей отходящих линий [1]. Ее приходится отстраивать (загрублять) от токов пуска и самозапуска двигателей.

Решение проблемы сетей 0,4 кВ заключается в применении защит дальнего резервирования и повышении чувствительности МТЗ. Авторами алгоритмов дальнего



резервирования, этого выдающегося изобретения XXI века, по словам заслуженного энергетика России М. А. Шабады, являются петербургские ученые А. В. Беляев и М. А. Эдлин. Алгоритм дальнего резервирования анализирует соотношение между приращениями активной и реактивной составляющих тока прямой последовательности, оценивает приращения фазных токов и напряжения прямой последовательности, а также — абсолютных значений токов прямой и обратной последовательности и мощности обратной последовательности. Такие защиты дальнего резервирования реализованы в микропроцессорных терминалах БМРЗ-0,4 (НТЦ «МЕХАНОТРОНИКА»). Заложенные в них принципы основаны на «непрерывном анализе текущих параметров сети и вычислении критериев, по которым можно однозначно идентифицировать

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ «ШТИЛЬ» НОВОЙ СЕРИИ С

Группой компаний «Штиль» разработана и запущена в производство новая серия стабилизаторов напряжения «Штиль» с индексом С. В новую линейку входят однофазные модели — R 4500С, R 6000С, R 7500С и R 10000С мощностью соответственно 4,5; 6; 7,5 и 10 кВА и трехфазные модели R 13500-3С, R 18000-3С, R 22500-3С и R 30000-3С мощностью соответственно 13,5; 18; 22,5 и 30 кВА. Новая серия С спроектирована на базе хорошо зарекомендовавших себя в течение многих лет тиристорных стабилизаторов «Штиль» серии R.

Схемотехника и характеристики стабилизаторов «Штиль» новой серии С идентичны традиционным стабилизаторам «Штиль» серии R соответствующих мощностей. Однако в конструкцию корпуса были внесены принципиальные изменения. Главной особенностью новых стабилизаторов является 19-дюймовый конструктив, а для трехфазных моделей — наличие в комплекте открытой 19-дюймовой двухрамной стойки для вертикального расположения всех блоков стабилизатора. Данная конструкция стала следствием того, что трехфазные стабилизаторы в диапазоне мощностей 13,5—30 кВА устанавливаются преимущественно в офисах и коттеджах, где важным условием выбора стабилизатора является требуемая для его установки площадь размещения. 19-дюймовый конструктив, реализованный в серии С, позволяет как существенно минимизировать необходимую площадь установки, так и значительно упростить монтаж стабилизаторов.

Еще один сегмент применения стабилизаторов новой серии — это отрасль связи и информационных технологий, где большое распространение получило оборудование в 19-дюймовых корпусах, которое устанавливается в 19-дюймовые стойки и шкафы. Такое размещение практически уже стало промышленным стандартом.

Цены однофазных стабилизаторов серии С не отличаются от аналогичных по мощности моделей серии R, цены трехфазных стабилизаторов выше на 10% — за счет входящей в комплект стойки и других дополнительных аксессуаров. В качестве опции для однофазных моделей можно заказать 19-дюймовую

возникновение КЗ в сети 0,4 кВ и выявить режимы пуска и самозапуска двигателя». [1] Аварийными параметрами в алгоритмах дальнего резервирования при КЗ и условиями блокировки МТЗ при пусках и самозапусках двигателей являются соотношения между приращениями активной и реактивной составляющих тока прямой последовательности. Эта защита надежно работает и при наличии статической (недвигательной) нагрузки.

Терминалы БМРЗ-0,4 в комплекте с блоком противоаварийной автоматики БМПА выполняют сложные алгоритмы АВР в КТП-6 (10)/0,4 кВ при наличии от двух до четырех вводов 0,4 кВ и секционного выключателя между двумя секциями шин. При этом возможно автоматическое восстановление схемы нормального режима после АВР.

Помимо наличия оригинальных функций РЗА терминалов БМРЗ-0,4, они имеют функции токовой защиты нулевой последовательности, местное и дистанционное управление выключателями, регистрации аварийных событий и осциллограмм, измерения электрических параметров нормального режима, а также — интерфейсы для связи с ПЭВМ и с АСУ.

Устройства БМРЗ 0,4 выпускаются серийно с 2000 г. Ими комплектуют свои КТП-6 (10)/0,4 кВ предприятия ОАО «Новая Эра», ОАО «Завод Электропульт», ОАО «ПО «Элтехника», ООО «СевЗапТехника» (все — Санкт-Петербург), «Завод им. Козлова» (Минск), ОАО «ЧЭАЗ» (Чебоксары), ОАО «Элтерм» (Псков), ОАО «Энергопром» (Озерск), заводы ГК «Электроцит ТМ Самара» (Самара, Казань) и другие производители.

Следует отметить, что БМРЗ-0,4 устанавливаются в КТП, оснащенные самыми современными автоматическими выключателями фирм ABB, Schneider Electric, SIEMENS, которые имеют цифровые модули защиты. Однако, учитывая изложенное, защитные характеристики этих модулей в данном случае малоэффективны.

КТП эксплуатируются на объектах ОАО «Газпром» и ОАО «АК «Транснефть», на заводах ОАО «Северсталь», на различных электростанциях и промышленных предприятиях. Высокая оценка уникальным эксплуатационным характеристикам БМРЗ-0,4 дана в [2].

На кафедре РЗА Санкт-Петербургского энергетического института повышения квалификации (ПЭИПК), специалисты могут на действующем оборудовании изучить работу БМРЗ-0,4 и сами алгоритмы защиты и автоматики. Подробная эксплуатационная документация БМРЗ-0,4 содержит «Методику выбора уставок», разработанную к.т.н. А. В. Беляевым.

Таким образом, эффективно защищать сети 0,4 кВ традиционными элементами РЗА и самыми современными автоматическими выключателями — невозможно. Уникальные функции дальнего резервирования, при отказах защит и выключателей, а также блокировка МТЗ при пусках и само запусках двигателей, реализованные в терминалах БМРЗ-0,4, подтвердили свою высокую эффективность шестилетним опытом безупречной эксплуатации более 1000 изделий ЦРЗА на объектах лидеров нефтегазовой отрасли, промышленных предприятий и традиционной энергетики.

Литература

1. Беляев А. В., Эдлин М. А. Дальнее резервирование отказов защит и выключателей в сетях 0,4 кВ. «Электрические станции», № 12, 2002 г., стр. 51—55.
2. Петров С. П. Подход «Газпрома» к электрооборудованию продиктован спецификой отрасли. «Новости Электротехники», № 2, 2006 г., стр. 63.
3. Беляев А. В. Выбор аппаратуры защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. Энергоатомиздат, 1992.
4. Соловьев А. Л. Защита асинхронных электрических двигателей напряжением 0,4 кВ. Учебное пособие ПЭИПК. Санкт-Петербург, 2005.



**В. И. Шарапов,
д.т.н., профессор,
зав. кафедрой ТГВ,
Ульяновский государственный
технический университет**

ДЕАЭРАЦИЯ ВОДЫ В ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВКАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Проблемы противокоррозионной обработки воды, используемой для питания паровых котлов низкого и среднего давления, а также для подпитки теплосети в котельных небольшой производительности, всегда остро актуальны.

На крупных теплоисточниках ТЭЦ и котельных большой тепловой мощности — в большинстве случаев удается эффективно обеспечить противокоррозионную обработку теплоносителя путем термической деаэрации (вакуумной, атмосферной или при повышенном давлении) [1]. На ТЭЦ для подпитки теплосети обычно используют струйно-барботажные вакуумные деаэраторы горизонтального типа производительностью 400 и 800 м³/ч. В котельных установках часто используются струйно-барботажные вакуумные деаэраторы вертикального типа производительностью от 5 до 300 м³/ч.

Эти деаэраторы выпускаются серийно и достаточно освоены в эксплуатации. Рекомендации по технологическим режимам их эксплуатации и схемам включения опубликованы в сборнике [2].

В котельных небольшой производительности наладить эффективную деаэрацию воды не всегда удается. Иногда это связано с ограниченностью технических возможностей предприятия, часто — с недостаточной компетентностью обслуживающего персонала. В поисках выхода руководство теплоснабжающих предприятий нередко доверяется

малоизвестным людям, обещающим чудесное избавление от всех технических проблем.

В последние годы на страницах научно-технических журналов и в Интернете стали появляться статьи по существу рекламного характера с некоторым камуфляжем из научно-технических терминов. В статьях рассказывается о невероятных достоинствах разработанной авторами деаэрационной техники, которая должна произвести чуть ли не революцию в своей отрасли. Даже при беглом знакомстве с этими чудесами техники видно, что авторы либо лукавят, либо искренне заблуждаются при оценке достоинств своих произведений.

Значительное количество таких «научно-рекламных» публикаций по тематике водоподготовки посвящено в последние годы разработке «новейших» конструкций термических деаэраторов и декарбонизаторов. Одной из причин повышенного интереса к оборудованию для дегазации воды, особенно для небольших теплоэнергетических установок, стала пассивная позиция заводов-изготовителей достаточно освоенных серийно выпускаемых аппаратов. Руководство этих заводов считает, что рынки сбыта продукции закреплены за ними навечно и не уделяет должного внимания совершенствованию и техническому сопровождению своей продукции. Эксплуатационники, не имея необходимых заводских документов по эксплуатации деаэраторов и декарбонизаторов, не справляются с наладкой этих

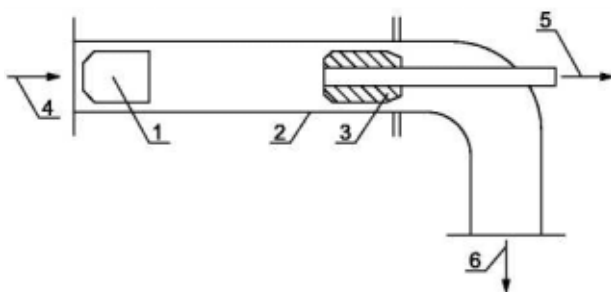


Рис. 1. Принципиальная схема деаэратора АВАКС:

1 — завихритель; 2 — корпус; 3 — обтекатель; 4 — вход деаэрируемой воды; 5 — отвод выпара; 6 — отвод деаэрированной воды.

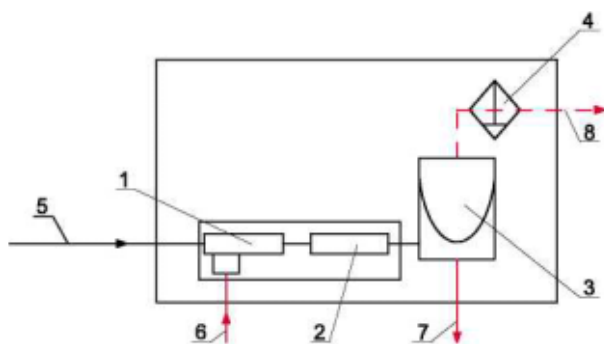


Рис. 2. Деаэрационная установка ИК «Фисоник-Фисенко»:

1 — 1-я ступень Фисоника; 2 — 2-я ступень Фисоника; 3 — циклон; 4 — фильтр-влагоотделитель; 5 — подвод пара или горячей воды; 6 — подвод воды из «системы обратной воды»; 7 — отвод обработанной воды «на фильтры ХВО»; 8 — отвод выпара «в систему вентиляции».

аппаратов и обращаются к авторам рекламных статей, обещающих, что при покупке их «малогобаритного, недорогого и простого в эксплуатации» изделия дегазация воды наладится сама собой.

Авторами «научно-рекламных» статей движет само по себе похвальное стремление продвинуть свою технику на рынок. Однако в некоторых случаях оно принимает форму прямого обмана потенциальных потребителей техники.

Примером такого обмана может служить беспрецедентная рекламная акция по продвижению на рынок «аджиевских вакуумно-атмосферных кавитационно-струйных» деаэраторов (АВАКС) [3]. В аппаратах АВАКС предпринята попытка осуществить вакуумную деаэрацию путем отсоса газов из полости, образовавшейся в потоке воды с помощью завихрителя (рис. 1). Естественно, теоретического или экспериментального подтверждения того, почему и, главное, при каких условиях выделяющиеся из воды газы должны собираться именно в этой полости, а не следовать

дальше с турбулентным потоком воды, у авторов не было. Газы и не стали собираться в полости после завихрителя.

Отзывы эксплуатационников о попытках освоить эти деаэраторы были крайне негативными, а испытания деаэраторов АВАКС показали, что они существенно уступают аналогам и практически непригодны для использования. Мы были вынуждены инициировать дискуссию в журнале «Энергосбережение и водоподготовка» [4–7]. Представители завода-изготовителя, не имея каких-либо аргументов для дискуссии, попытались сделать новый рекламный трюк и опубликовали таблицу с указанием предприятий, где якобы АВАКСы успешно работают [6]. Не составило большого труда позвонить на эти предприятия и убедиться, что ни на одном из них эти аппараты не работают так, как об этом пишут заводчане, более того, на многих предприятиях деаэраторы либо не устанавливались, либо их пришлось отключить за бесполезностью [7].

Отметим, однако, что пальма первенства в безграмотности, а при продвижении своих творений на рынок — в рекламном нахрапе и мошенничестве, все же принадлежит не АВАКСу, а фирмам, работающим под началом В. В. Фисенко. Фисенко объявил применяемый с начала XIX века в различных отраслях техники струйный аппарат инжектор своим изобретением, назвал его сначала Трансоником, а потом, чего уж скромничать, — Фисоником. Заодно объявил, что и теорию струйных аппаратов тоже он создал.

Нам приходилось наблюдать «освоение» Фисоников на ряде электростанций. Так, на Саратовской ТЭЦ-5 Фисоник по рекомендации его создателей включили в трубопровод отвода выпара из вакуумного деаэратора, но так и не смогли придумать, зачем это сделали. Во избежание присосов воздуха в вакуумную систему поставили на Фисонике со всех сторон заглушки.

Недавно на сайте Фисенко в Интернете появилось сообщение, что этот «новатор» добрался и собственно до деаэраторов [8]. Из публикации видно, что ее автор абсолютно не знаком ни с теорией, ни с практикой термической деаэрации. Это следует, например, из такого утверждения, что в традиционных деаэраторах «неприемлемо высок унос влаги» (!?). Откуда знать Фисенко, что удельный расход выпара на деаэрацию в любой конструкции аппаратов определяется материальным балансом массообмена [9], а после хорошо работающего охладителя выпара деаэратора вынос влаги практически отсутствует. А чего стоит глубокомысленное «научное» заключение о том, что «зависимость от температуры сложная — минимум растворимости газов в воде имеет место при температуре 60–70 °С»! Далее в публикации описывается схема и работа «деаэрационной установки ИК «Фисоник-Фисенко» (рис. 2).

Из рисунка и пояснений к нему следует, что Фисенко даже не догадывается, какую воду обрабатывают в деаэраторах. Он полагает, что надо деаэрировать обратную воду из системы отопления, а потом подавать ее на фильтры ХВО. Каково! Кстати, этот «новатор» величает себя доктором технических наук и профессором. Хотелось бы теперь узнать, кто захочет деаэрировать обратную сетевую воду

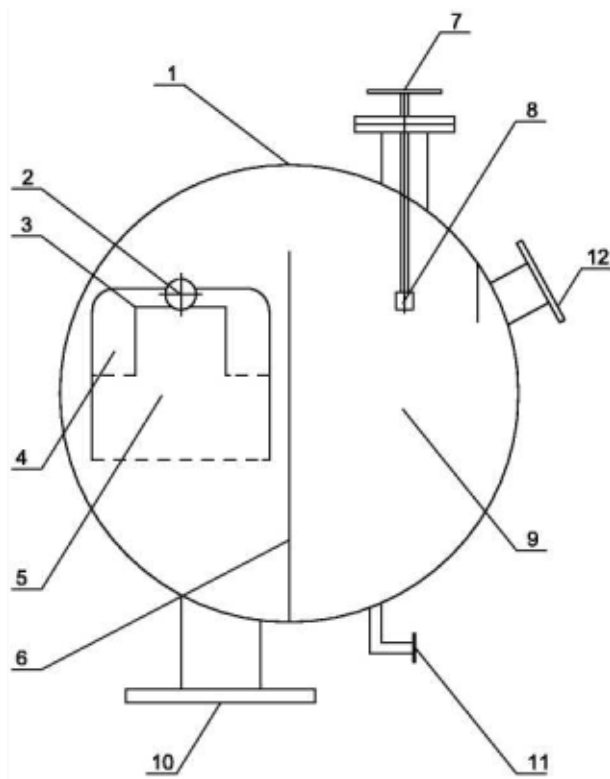


Рис. 3. Принципиальная система деаэраторов КВАРК:

1 — корпус; 2 — патрубок подвода деаэрируемой воды; 3 — щелевые сопла; 4 — зона принудительной десорбции; 5 — зона термической десорбции; 6 — перегородка охладителя выпара; 7 — патрубок подвода охлаждающей воды; 8 — форсунка охладителя выпара; 9 — зона охлаждения выпара; 10 — патрубок отвода деаэрированной воды; 11 — патрубок слива конденсата; 12 — патрубок отвода выпара.

(как правило, в ней минимальное содержание кислорода) и затем подавать эту воду на химводоочистку.

При указании цен на деаэраторы, массы аппаратов профессор ведет себя как мелкий шулер: для своего аппарата указывает вес и цену только инжектора-фисоника, а для, например, атмосферных деаэраторов — вес и цену деаэрационной установки в полной комплектации, включая бак аккумулятор, арматуру и приборы. Между тем, в традиционных атмосферных деаэраторах стоимость бака-аккумулятора обычно в 1,5—2 раза больше стоимости деаэрационной колонки. Нельзя, конечно, исключить, что Фисенко просто не догадывается, что бак-аккумулятор нужен и для его «деаэратора».

В то же время часто приходится сталкиваться со случаями, когда создатели нового оборудования и технологий, будучи добросовестными и квалифицированными специалистами в достаточно узкой отрасли, неверно оценивают эффективность своей работы из-за недостатка знаний в смежных областях науки и техники. Именно про таких спе-

циалистов незабвенный Козьма Прутков говорил, что они «подобны флюсу и полнота их одностороння».

Отметим, что далеко не всегда приход в теплоэнергетику и водоподготовку для теплоэнергетики и теплоснабжения специалистов из других, подчас весьма далеких областей техники, приводит к таким удручающим результатам, как рождение АВАКСа или Фисоника-Фисенко. Например, весьма положительным оказался опыт группы специалистов из военных областей техники, создавших в Нижнем Новгороде предприятие «ВЗОР» по выпуску кислородомеров и других приборов для водоподготовки [10]. Успеху этих специалистов способствовали глубокие знания в области, которой они служили прежде, хорошее проникновение в проблематику, перспективы и требования новой для них отрасли, ознакомление со всем предшествующим, преимущественно негативным, опытом создания кислородомеров и других автоматических анализаторов для водоподготовки.

А вот создатели деаэраторов КВАРК [5] — явно опытные специалисты в какой-то области, скорее всего, достаточно далекой от теплоэнергетики, не стали вникать в многолетний отечественный и зарубежный опыт создания и совершенствования деаэрационной техники, не говоря, понятно, о знакомстве с опытом развития и проблемами теплоэнергетических установок в целом. Они решили, что скажут доселе никому неведомое слово, предложив «современный способ деаэрации» путем «принудительной десорбции» при распыливании нагретой воды через щелевые форсунки (рис. 3).

Предложенный способ столь же давно известен и столь же «современен», как и способ дегазации, названный в статье [5] «традиционным». В отечественной теплоэнергетике сопловые, форсуночные деаэраторы и декарбонизаторы хорошо известны [11—16], однако применяются относительно мало. За рубежом в деаэрационных установках — это распространенный и успешно применяемый тип аппаратов [1]. Применяются различные типы форсунок как круглых, так и щелевых. Существуют конструкции деаэраторов, в которых путем регулируемого распыливания воды преодолен главный недостаток форсуночных аппаратов — зависимость качества деаэрации от их нагрузки. Разработчики АВАКСов, впрочем, прямо признаются, что из «традиционных» деаэраторов им известны только струйные и барботажные [3].

То же можно сказать и о «принудительной десорбции» — она принудительная во всех известных деаэраторах. «Принуждение» осуществляется нагревом, распыливанием воды, для чего создается ее избыточное давление, барботажем, другими способами распределения воды в паре или пара в воде.

Один из основных недостатков деаэраторов КВАРК, как и АВАКСов — необходимость в предварительном подогреве недеаэрированной обрабатываемой воды до значительной температуры (из статьи [5] следует, что наиболее благоприятные режимы деаэрации наблюдаются при температуре свыше 100 °С). Возможность эффективной деаэрации при распыливании воды с температурой более

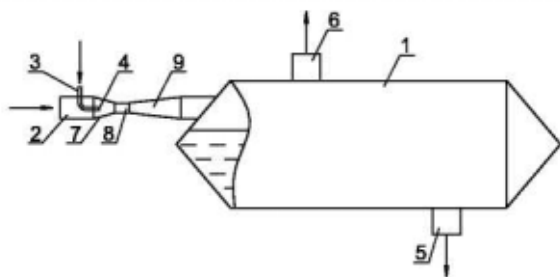


Рис. 4. Принципиальная схема форсуночного деаэратора Куйбышевского политехнического института:

1 — корпус деаэратора; 2 — патрубок подвода деаэрируемой воды; 3 — патрубок подвода перегретой воды; 4 — коническое сопло; 5 — патрубок отвода деаэрированной воды; 6 — отвод выпара; 7, 8, 9 — соответственно конфузорный, цилиндрический, диффузорный участок сопла.

100 °С не вызывает сомнений, однако, для надежного предварительного нагрева воды в этом случае требуются дорогостоящие теплообменники из коррозионно-стойких материалов. В случае же применения контактных (струйных) теплообменников существенно повышаются затраты энергии на рециркуляцию в контуре установки потока греющей среды. На ТЭЦ необходимость такого подогрева резко снижает эффективность использования низкочастотных отборов пара турбин.

Кстати, в Самаре почти 30 лет весьма успешно эксплуатируются форсуночные вакуумные деаэраторы Куйбышевского политехнического института [12] (рис. 4). Данные пусковых испытаний, проведенных в 1980 г., недавно опубликованы сотрудниками СамГТУ в работе [13]. Проведенные нами в 2002—2005 гг. обследования Самарской ГРЭС показали, что и в настоящее время эти деаэраторы работают с гораздо более высокой массообменной эффективностью по сравнению с той, что обеспечивается в «современных» аппаратах КВАРК, и в гораздо более приемлемом температурном режиме. Однако весьма существенным недостатком этих аппаратов является именно большой расход электроэнергии на циркуляцию в контуре установки нагретой в водогрейных котлах сетевой воды, которая используется для контактного подогрева исходной воды перед деаэраторами.

Отметим, что наибольший положительный опыт в эксплуатации аппаратов нетрадиционных конструкций накоплен при освоении вихревых деаэраторов Б. А. Зимины [17], которые, правда, трудно отнести к «новейшим», да их автор и не пытался никогда затуманивать головы будущих пользователей словесной эквилибристикой. В этих аппаратах удачно воплощены некоторые идеи, которые через 15—25 лет после создания Зиминым своего деаэратора попытались реализовать, но с гораздо меньшим успехом, разработчики КВАРКА и АВАКСа. Недостаток вихревых деаэраторов, как и аппаратов КПИ, — в необходимос-

ти значительного подогрева недеаэрированной исходной воды и в создании достаточного избыточного давления потока исходной воды перед деаэратором.

К сожалению, энергетическую эффективность своих деаэраторов никто из авторов новых конструкций не пытается оценивать (не учитываются даже дополнительные затраты на создание избыточного давления воды перед деаэраторами, не говоря уж о влиянии режима деаэрации на энергетическую эффективность всей ТЭЦ или котельной).

Тем более далеки авторы «новейших» конструкций деаэраторов от понимания того, что одна из составляющих процесса термической деаэрации — десорбция диоксида углерода — в значительной мере определяется химическими факторами (отметим, что стандарт [18] четко регламентирует требования к качеству деаэрации в зависимости от щелочности обрабатываемой воды). Оттого эти авторы обычно скромно умалчивают, из какой же воды они удаляли диоксид углерода, какова хотя бы была бикарбонатная щелочность этой воды.

Как следствие, при испытаниях АВАКСа специалистами, приглашенными в качестве экспертов, выясняется, что содержание CO_2 в воде после деаэраторов почти соответствует содержанию CO_2 в сырой водопроводной воде. Разработчики АВАКСов как-то не замечают этого экспертного заключения и, приводя его в приложениях к рекламе, утверждают, тем не менее, что АВАКСы полностью удаляют свободную углекислоту [3].

Аналогичные недостатки, связанные с неумением разработчиков учесть влияние химического состава обрабатываемой воды на эффективность дегазации и оценить энергетическую эффективность создаваемых аппаратов, были характерны и для прямоточных декарбонизаторов [14,15]. В результате, например, лучшие из прямоточных аппаратов вакуумно-эжекционные декарбонизаторы И. Г. Комарчева при равной массообменной эффективности иногда в 4—5 раз уступали по энергетической эффективности традиционным насадочным аппаратам [11]. Форсуночные декарбонизаторы ЯрПИ-ЯрГТУ, как следует из опытных данных, приведенных одним из их разработчиков в статье [16], уступают по массообменной эффективности насадочным и вакуумно-эжекционным аппаратам. Влияние химических факторов на декарбонизацию воды авторами [14—16] никак не оценивалось.

Непонимание разработчиками технологии работы теплоэнергетической установки в целом и влияния режима работы аппарата на нее, нередко приводит к катастрофическому снижению надежности и экономичности этой установки. Так, на одной из водогрейных котельных Альметьевска с двумя котлами ПТВМ-30М, включенными для повышения надежности в замкнутый внутренний контур, группой Л. Н. Курныка, работавшей сначала в УралВТИ, затем в различных одесских организациях, реконструирован серийно выпускаемый вакуумный струйно-барботажный деаэратор ДВ-400 (рис. 5) [19].

Реконструкция деаэратора в этой котельной привела не к повышению, а к существенному снижению надеж-

ти, поскольку авторы реконструкции совершенно не понимали смысла разделения водогрейной котельной и системы теплоснабжения на два гидравлически не связанных контура. Контур водогрейных котлов, который по смыслу должен быть полностью замкнутым, т.е. работать практически без утечек воды из него и без ощутимой подпитки контура, после реконструкции стал работать с величиной подпитки, превышающей величину подпитки открытой системы теплоснабжения котельной. Из замкнутого контура авторы реконструкции стали брать воду с достаточно высокой температурой (120-140°C) для использования ее в качестве греющего агента вакуумного деаэратора подпитки контура открытой системы теплоснабжения. Причиной понижения надежности котельной является крайне нерациональные схема и режим эксплуатации реконструированного вакуумного деаэратора подпиточной воды.

В процессе реконструкции была сокращена струйная ступень деаэрации и развита барботажная ступень. Поскольку барботажная деаэрация является значительно более энергоемким процессом по сравнению с деаэрацией в струйной ступени, вакуумный деаэратор рассчитан на работу с высокими температурами деаэрированной воды (75—80 °С), греющего агента (более 120 °С) и значительным нагревом обрабатываемой воды в деаэраторе (55—60 °С). Работа этого деаэратора невозможна без подачи в него воды из «замкнутого» контура после водогрейных котлов в количестве, примерно в 1,5 раза превышающем расход деаэрируемой подпиточной воды для открытой системы теплоснабжения. Значительная подпитка контура водогрейных котлов приводит к постоянному поступлению в контур большого количества примесей, в том числе оксидов железа, и, как следствие, — к недопустимому росту сопротивления котлов и понижению надежности их работы.

В отличие от ТЭЦ в одноконтурных водогрейных котельных повышение температурного режима вакуумной деаэрации обычно не сказывается на тепловой экономичности и может способствовать повышению надежности котельных [19]. Однако в двухконтурной котельной (рис. 5) повышение температурного режима вакуумной деаэрации привело к значительному снижению надежности и экономичности.

Отвод пара из вакуумного деаэратора в этой котельной производится водоструйным эжектором. Эжектор включен по стандартной замкнутой схеме: рабочая вода после эжектора сливается в бак-газоотделитель, откуда насосами рабочей воды вновь подается на эжектор.

Поскольку рабочая вода нагревается отводимым из деаэратора паром, для поддержания температуры воды на постоянном уровне часть нагретой воды сливается в канализацию и замещается в рабочем контуре эжектора холодной водопроводной водой. Потери рабочей воды эжектора и теплоты с ней составили, по ценам 1998 г. (до дефолта), более 6 млн руб. в год.

Кроме того, выполненная реконструкция привела к понижению экономичности котельной по сравнению с одноконтурной схемой за счет увеличения расхода электроэнергии на перекачку теплоносителей в обоих контурах.

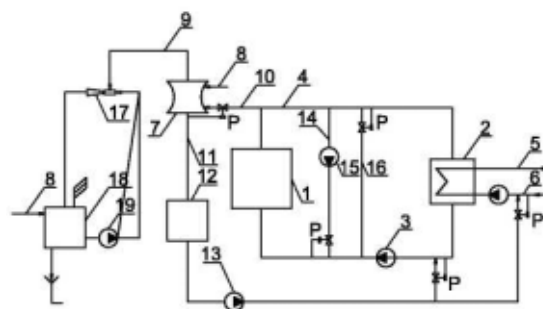


Рис. 5. Принципиальная схема двухконтурной водогрейной котельной с отбором греющего агента для вакуумного деаэратора из замкнутого контура:

1 — водогрейные котлы; 2 — водо-водяной теплообменник; 3 — циркуляционный насос; 4 — трубопровод замкнутого циркуляционного контура; 5, 6 — подающий и обратный сетевые трубопроводы; 7 — вакуумный деаэратор; 8 — трубопровод исходной воды; 9 — трубопровод пара; 10 — трубопровод греющего агента; 11 — трубопровод деаэрированной подпиточной воды; 12 — бак-аккумулятор; 13 — подпиточный насос; 14 — рециркуляционный трубопровод; 15, 16 — циркуляционные насосы; 17 — водоструйный эжектор; 18, 19 — бак и насос рабочей воды

Таковы некоторые примеры деятельности на ниве водоподготовки «специалистов, подобных флюсу, полнота которых односторонняя». Их разработки, воспринимаемые авторами как новое слово в технике, чаще всего оказываются плодами недостаточного образования и профессионализма, нередко сочетаемых с откровенным мошенничеством.

Непеременными условиями для создания новых аппаратов и технологий в области водоподготовки вообще и противокоррозионной обработки воды в частности должны быть: четкое понимание сущности совершенствуемого процесса; знание истории развития техники для реализации этого процесса; профессиональное понимание технологического объекта в целом; учет химических факторов при анализе и совершенствовании аппаратов и технологий для физической десорбции газов из воды; обязательная оценка энергетической эффективности создаваемых технологий и аппаратов (капитальная составляющая затрат иногда оценивается, хотя часто с большим лукавством).

Рекомендации по обеспечению противокоррозионной обработки воды

В заключение приведем для руководителей и специалистов теплотехнических объектов небольшой мощности некоторые практические рекомендации.

Во-первых, объективно оцените необходимость в термической деаэрации воды. Термическая деаэрация, безусловно, необходима для питательной воды паровых котлов

любой производительности, для подпиточной воды теплосети при средней и высокой коррозионной активности исходной воды. Эта активность в основном определяется содержанием хлоридов и сульфатов, а также способом снижения накипеобразующей способности воды. Например, при подкислении или водород-катионировании подпиточной воды необходимы и деаэрация, и декарбонизация. Обойтись без термической деаэрации обычно можно только в малых водогрейных котельных мощностью до 5 МВт, в которых используется неагрессивная исходная вода, и применяются способы противонакипной обработки, не связанные со снижением щелочности, например, комплексная обработка подпиточной воды.

Во-вторых, оценивайте критически рекламные предложения по «новейшим» конструкциям деаэраторов. Технологии деаэрации воды базируются на давно известных физических законах, поэтому ожидать чудес в разработке сверх эффективных деаэраторов не следует. Как правило, необходимо применять хорошо освоенные серийные аппараты и создавать технологически необходимые схемные и режимные условия их эксплуатации [1, 2, 18].

В-третьих, вакуумные деаэраторы следует применять при отсутствии в котельной источников пара, но при возможности обеспечения технологически необходимого температурного режима деаэрации [2]. В малых котельных наиболее применимы струйно-барботажные вакуумные деаэраторы вертикального типа. Обязательными условиями эффективной вакуумной деаэрации, помимо температурного режима, являются герметичность вакуумной системы установки, надежный отвод пара с предварительной конденсацией содержащегося в нем пара в охладителе пара, достаточная высота установки вакуумного деаэратора (не менее 10 м над максимальным уровнем воды в баке-аккумуляторе).

В-четвертых, при наличии источников пара применяйте атмосферные деаэраторы, которые намного проще в эксплуатации, чем вакуумные. Из небольших атмосферных деаэраторов наиболее удачным является серийно выпускаемый струйно-барботажный деаэратор ДА-25 с барботажным листом в нижней части деаэрационной колонки (в баке-аккумуляторе барботажный лист устанавливать не следует). Отметим, что в большинстве случаев эксплуатация атмосферного деаэратора вместе с небольшим паровым котлом, который можно использовать также для обеспечения паром резервного топливного хозяйства, оказывается проще и надежнее, чем эксплуатация вакуумного деаэратора с газоотводящим аппаратом.

В-пятых, при наладке и эксплуатации деаэраторов любого типа пользуйтесь современными методами определения качества деаэрированной воды с помощью стационарных или портативных кислородомеров. В вакуумных деаэрационных установках использование стационарных кислородомеров позволяет обеспечить надежную и экономичную деаэрацию путем регулирования процесса деаэрации по заданному остаточному содержанию кислорода [1, 20].

Литература

1. Шарапов В. И., Цюра Д. В. Термические деаэраторы. Ульяновск: УлГТУ. 2004. 560 с.
2. Справочно-информационные материалы по применению вакуумных деаэраторов для обработки подпиточной воды систем централизованного теплоснабжения. М.: СПО ОРГРЭС. 1997. 20 с.
3. Деаэраторы «АВАКС»//АВОК. 2004. №6 (статья и приложенный к журналу компакт-диск).
4. Шарапов В. И., Макарова Е. В. О прямоточных вакуумных деаэраторах//Энергосбережение и водоподготовка. 2006. №3. С. 42—44.
5. Кувшинов О. М. Щелевые деаэраторы КВАРК — современный способ деаэрации жидкости//Энергосбережение и водоподготовка. 2006. №3. С. 45—52.
6. Кузнецов Ю. М. А судьи кто?//Энергосбережение и водоподготовка. 2006. №3. С. 53—54.
7. Шарапов В. И., Макарова Е. В. Ответ авторов статьи «О прямоточных вакуумных деаэраторах» на полученные отклики. Энергосбережение и водоподготовка. 2006. №4. С. 76—77.
8. Деаэраторы с ТСА//www.fisonic.com
9. Шарапов В. И., Малинина О. В. Определение теоретически необходимого расхода пара термических деаэраторов//Теплоэнергетика. 2004. №4. С. 63—66.
10. Шарапов В. И. О применении кислородомеров при исследовании и эксплуатации теплоэнергетического оборудования//Энергосбережение и водоподготовка. 2005. №5.
11. Шарапов В. И., Сивухина М. А. Декарбонизаторы водоподготовительных установок систем теплоснабжения. М.: Изд-во АСВ. 2002. 200 с.
12. А. С. №635045 (СССР). Деаэратор перегретой воды//В. Д. Муравьев, В. Б. Черепанов, А. Г. Свердлов и др.//Б. И., 1978. №44.
13. Кудинов А. А., Кувыкин А. С., Шамшурина Г. И. Разработка и исследование струйнокавитационного деаэратора подпиточной и добавочной воды//Материалы Национальной конференции по теплоэнергетике. Казань: ИЦПЭ КазНЦ РАН. 2006. Т. 2. С. 117—120.
14. Комарчев И. Г. Безреагентный метод удаления диоксида углерода из воды//Электрические станции. 1988. №8. С. 43—45.
15. Галустов В. С. Прямоточные распылительные аппараты в энергетике. М.: Энергоатомиздат. 1989. 240 с.
16. Махнин А. А. Прямоточные распылительные декарбонизаторы, их расчет и применение//Материалы Национальной конференции по теплоэнергетике. Казань: ИЦПЭ КазНЦ РАН. 2006. Том 2. С. 125-128.
17. www.ziminx.narod.ru
18. ГОСТ 16860—88*. «Термические деаэраторы». М.: Изд-во стандартов. 1989.
19. Шарапов В. И., Орлов М. Е. Технологии обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения. М.: «Новости теплоснабжения». 2006. 208 с.
20. Патент №2144508 (RU). Способ термической деаэрации воды//В. И. Шарапов, Д. В. Цюра//Б. И. 2000. №2.



**Сергей Фёдоров,
директор
ООО «Манометр-Терма»**

УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ГАЗОВ ИЗ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

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

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

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

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

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

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

Попадание газов в систему

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

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

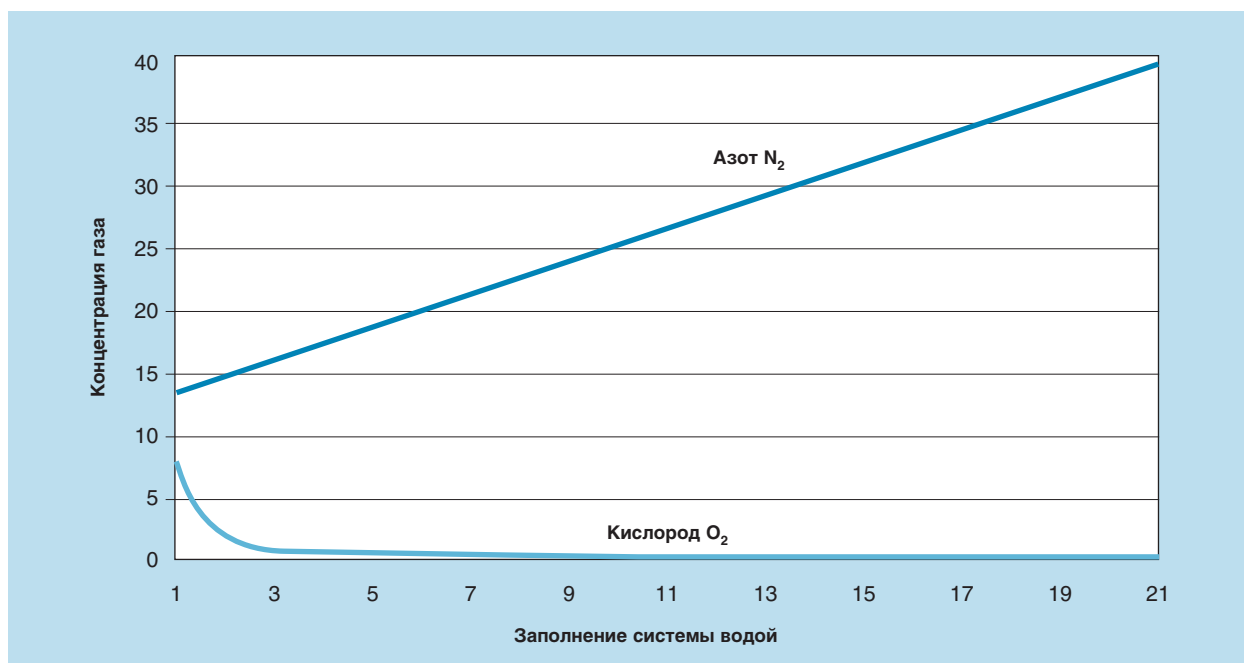


Рис. 1. Изменение концентрации азота N₂ и кислорода O₂ при заполнении системы

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

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

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

В закрытых системах основным каналом поступления газа может оказаться диффузия газов через эластичные мембраны баков или пластиковые трубы. Диффузионные

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

$$C_{равн.} = LP, \quad (1)$$

где

L — константа Генри;

P — парциальное давление данного газа в воздухе над жидкостью.

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

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

Наглядный пример натекания газа через пластиковые трубы представлен на рис. 2. Концентрация кислорода

в потоке предварительно деаэрированной воды, проходящем по силиконовым шлангам разной длины, на выходе прямо пропорциональна их длине [3]. Производители пластиковых труб часто предлагают варианты с разной степенью защиты от диффузионного натекания. В большой степени проблема диффузионного натекания относится к системам с контуром теплого пола. При этом не играет большой роли размещение труб в пористом растворе пола.

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

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

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

надежность (небольшие деформации, изоляция теплоносителя от металла) и меньшую проницаемость для газов.

Состояние газов в системе

Любая система содержит внутри себя смесь теплоносителя и газов. Газы могут находиться в воде в виде воздушных полостей, пузырьков, микропузырьков и в растворенном состоянии. В процессе заполнения системы газы собираются в верхних зонах, вытесняя воду. Если удаление воздуха не организовано как следует, там образуются воздушные пробки.

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

Удаление газов из системы

Вопросы деаэрации особенно актуальны в сложных разветвленных системах с большими объемами теплоносителя и непростой геометрией, например, в высотных здани-

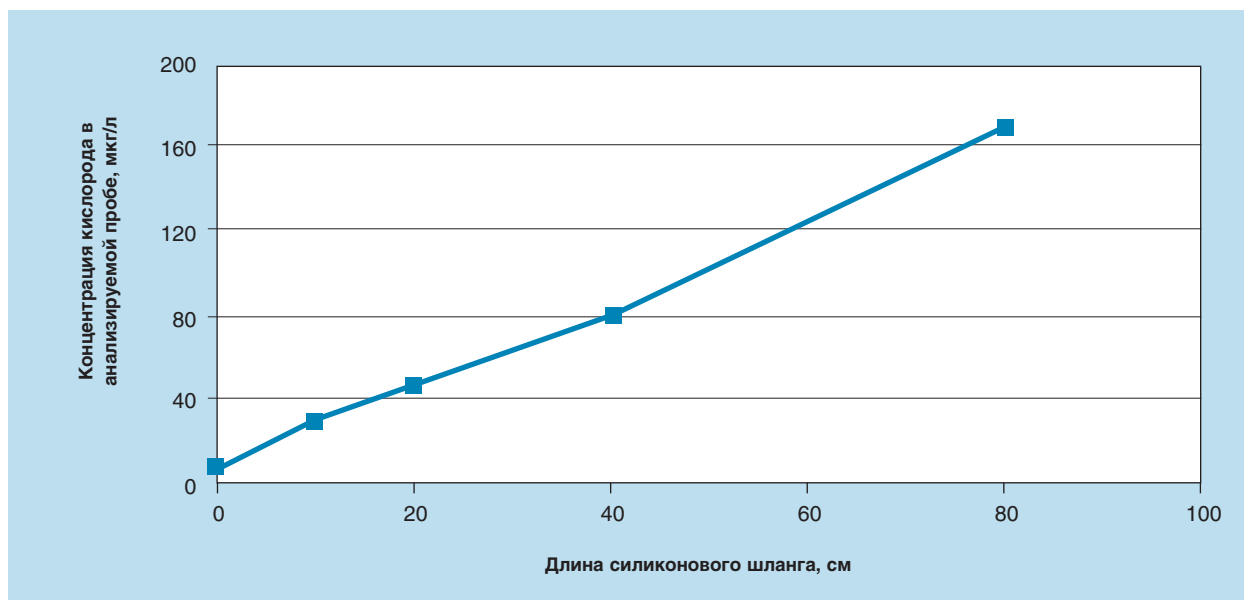


Рис. 2. Изменение концентрации кислорода в воде в зависимости от длины силиконового шланга

ях, системах с протяженными коммуникациями, в том числе с пластиковыми трубами. Наличие большого количества локальных возвышений и потенциальных источников газа усложняет задачу.

Грамотно спроектированная и смонтированная система, как правило, сама удаляет большую часть воздуха в течение короткого времени после запуска и обеспечивает низкие концентрации воздуха внутри в процессе работы. Устройство деаэрации снижает концентрацию газа в потоке воды в данном месте, вода в данной точке становится ненасыщенной (т. е. способной поглощать газ). Циркулируя и переходя далее в зону с воздушной пробкой, вода поглощает газ. Порция поглощенного газа в свою очередь удаляется из воды в точке установки деаэратора.

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

Воздухоотводчики

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

Наряду с баками, воздухоотводчики являются уязвимыми элементами. В сложных системах с большим



Рис. 3. Автоматический поплавковый воздухоотводчик

Таблица 1

Назначение сепараторов различного типа

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

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

Сепараторы для удаления воздуха и шлама

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

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

Автоматический поплавковый воздухоотводчик сепаратора выводит накапливающийся наверху воздух, а периодическое удаление шлама осуществляется вручную с помощью шарового вентиля внизу сепаратора. В обоих случаях система не разгерметизируется. При начальном заполнении системы водой большие воздушные пузыри быстро удаля-



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

ются с помощью специального вентиля в корпусе воздухоотводчика. Сепараторы устанавливаются вертикально. В соответствии с функциями существуют три типа сепараторов (рис. 4).

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

Эффект глубокой очистки от шлама и дегазации достигается за счет неоднократного прохождения жидкости через сепаратор при циркуляции. Таким образом, сепараторы используются только в циркуляционной схеме. С помощью сепараторов можно добиться быстрого и практически полного удаления шлама с размером частиц до 10 мкм. Их гидравлическое сопротивление в процессе работы близко к нулю и практически не меняется.

Эффект применения сепараторов зависит от грамотного выбора места установки. Для оптимальной работы воздухоотводчиков и сепараторов в качестве устройств дегазации необходимо учитывать, что воздухоотводчики предназначены для удаления воздушных пузырей и пробок, а сепараторы, помимо этого, улавливают микропузырьки и механические частицы непосредственно

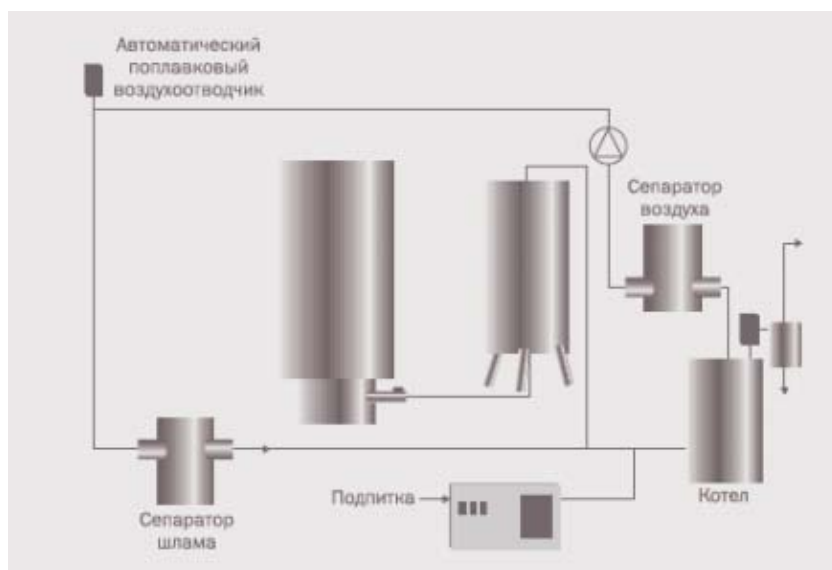


Рис. 5. Оптимальное расположение сепараторов в системе отопления

из потока и удаляют их из системы. Так как сепараторы удаляют воздух, находящийся в микропузырьковом состоянии, для дегазации их необходимо устанавливать в тех зонах, где возможно образование микропузырьков. Эффективность применения микропузырьковых сепараторов для дегазации увеличивается при снижении статической высоты и увеличении температуры в точках их размещения. Сепараторы для удаления воздуха рекомендуется устанавливать после котлов или источников тепла в системах отопления либо в нагретом обратном потоке в системах охлаждения в наиболее высоких точках (рис. 5). Если скорость коррозии невелика, сепараторы могут удалять значительный объем кислорода. Таким образом, сепараторы полностью решают проблему завоздушивания и шумов, снижают скорость коррозии. Конечная концентрация газов будет равна величине равновесной концентрации в точке установки сепаратора при данных температуре и давлении.

Сепараторы шлама обычно устанавливаются перед прибором, который надо защитить от грязи или в начале контура циркуляции (на рис. 5 — слева от котла). При достаточной скорости циркуляции, когда большая часть нерастворимых частиц переносится в потоке, можно добиться практически полной очистки от шлама всей системы. Удаление шлама также снижает скорость ее образования. В системах горячего водоснабжения, а также в средних и крупных системах отопления часто используются дополнительные устройства защиты от коррозии и накипи. Традиционным является использование дозирующих устройств. Аппараты вносят химические реагенты пропорционально объему воды подпитки для связывания кислорода и углекислоты, а также для осаждения накипи и защиты поверхности от коррозии. Возможно также применение электромагнитных аппаратов [8].

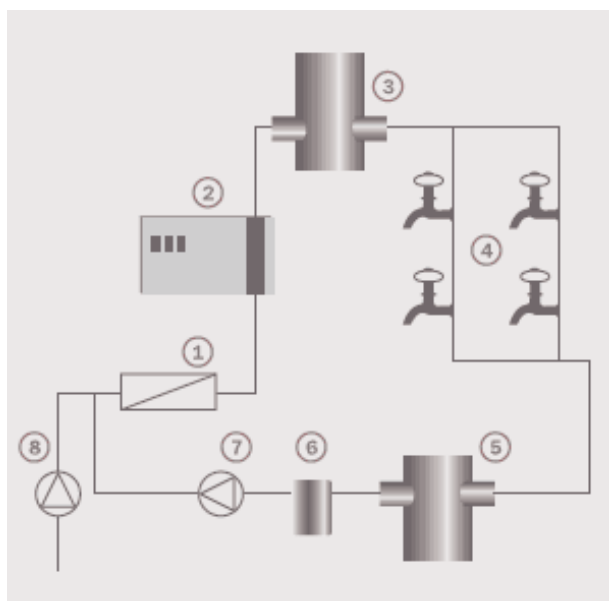


Рис. 6. Применение сепараторов в системе ГВС:

1 — теплообменник; 2 — «электронный умягчитель»;
3 — сепаратор воздуха; 4 — краны; 5 — сепаратор шлама;
6 — дозирующий насос; 7 — циркуляционный насос;
8 — повысительный насос

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

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

Основными параметрами при выборе типоразмера является скорость движения теплоносителя через сепаратор и величина потока Q ($\text{м}^3/\text{с}$). Типоразмер сепаратора определяется диаметром присоединения в мм, который в виде чисел входит в обозначение марки сепаратора.

Оптимальная скорость потока для сепарации — 1 м/с, однако промышленные сепараторы обеспечивают хорошие результаты в интервале скоростей от 1 до 3 м/с.

Малогабаритные вакуумные деаэраторы (МВД)

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

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

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

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

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

При многократной обработке воды системы традиционная классификация малогабаритных вакуумных деаэрато-

ров по производительности (обработанный поток в единицу времени) теряет смысл.

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

Различные модели современных деаэраторов МВД рассчитаны на обслуживание закрытых систем в интервале объемов от 20 до 200 м³. Конечная концентрация газов в теплоносителе системы зависит как от характеристик вакуумного деаэрата и места установки, так и от скорости натекания газов, термодинамических параметров, потоков подпитки. Вакуумные деаэраты МВД обеспечивают во время работы разрежение близкое к 100%. Такой тип дегазации может считаться универсальным и обеспечивает удаление всех растворенных газов, в том числе азота и углекислого газа.

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

Поскольку вода подпитки перед попаданием в систему обрабатывается в течение только одного цикла, производительность этого процесса можно оценивать по скорости

потока. Производительность обработки потоков подпитки для серийных моделей вакуумных деаэратов лежит в интервале 0,3—0,5 м³/ч. При однократной обработке потока подпитки удаляется более 80% содержащихся в воде газов, однако степень деаэрации зависит от температуры воды подпитки.

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

В заключение

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

Литература

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



Рис. 8. Типичная схема подключения вакуумного деаэрата



ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

К основным особенностям оборудования для промышленных котельных установок (далее ПКУ) средней мощности можно отнести:

- общую (суммарную) тепловую мощность от 0,5 до 5 МВт;
- применение, как правило, двух или трех котлоагрегатов;
- возможность исполнения ПКУ в здании котельной или в блочном (контейнерном) варианте;
- использование в качестве топлива природного газа, в отдельных случаях — дизельного топлива, мазута, солярки.

В последние годы происходят позитивные сдвиги в пищевой и фармацевтической промышленности, строительной индустрии, на транспорте, в торговле и сфере услуг. Нарастая объемы производства, предприятия получают возможность инвестировать средства в модернизацию своей инфраструктуры с целью уменьшения затрат, в частности, на отопление и горячее водоснабжение. Особенно остро вопрос модернизации, на наш взгляд, стоит у тех предприятий, которые имеют собственные котельные с оборудованием середины прошлого века, которое устарело не только морально, но и физически и требует капитального ремонта либо замены. Причем, это касается не только котлоагрегатов, но и насосного оборудования, арматуры, трубопроводов. В том случае, когда теплоснабжение реализуется от внешнего источника, у предприятий возникают проблемы с теплоснабжающими организациями, которые могут непредсказуемо изменять



тарифы, а также выставлять счета, не всегда соответствующие реально поставленному теплу. Если говорить о новом строительстве промышленных объектов, то в 80% случаев, особенно за пределами городской черты, применение ПКУ средних мощностей является единственной возможностью обеспечить эффективное и бесперебойное теплоснабжение зданий и сооружений.

Рассмотрим более подробно основные элементы ПКУ, оценка функциональных характеристик которых требует концептуальных решений еще на стадии проведения предпроектной подготовки и коренным образом влияет на эффективность, надежность и долговечность установки в целом.

Котел

Оборудование для котельных подбирается на этапе проектирования. Свой выбор стоит делать, учитывая все факторы: необходимую мощность котельной установки, срок ее эксплуатации, вид топлива, количество контуров, а также учитывая гарантии качества и надежности оборудования.



В целом, необходимо отметить следующие преимущества котлов:

- **Долговечность.** Расчетный срок службы не менее 20 лет, при соблюдении требуемых условий эксплуатации и регулярном проведении сервисного обслуживания;
- **Комбинаторность.** Возможности котловой автоматики позволяют объединить управление многих элементов ПКУ: горелки, насосов, регулирующих исполнительных органов отопительных контуров, а также поддерживать безопасную работу котлоагрегата и выдавать информацию о причинах неисправности в случае сбоя;
- **Экономичность.** Принципы регулирования и управления, заложенные в автоматике, позволяют, по сравнению с обычным оборудованием, существенно уменьшить расход топлива;
- **Экологическая безопасность.** Благодаря инновационным решениям, уровень выбросов вредных веществ (прежде всего двуокиси углерода и оксидов азота) при эксплуатации котлоагрегатов, достиг своих минимальных значений даже с точки зрения законов физики;



- **Надежность.** Уровень производства и новейшие технологии позволяют достичь высокого качества продукции, значительно снижая тем самым вероятность возникновения аварийных ситуаций в течение всего срока эксплуатации.

Для надежной, безопасной и эффективной работы также важна конструкция топочной камеры котла и его теплоизоляция. Сочетание оптимально сконструированных отопительных поверхностей и высококачественной теплоизоляции обеспечивает хорошую теплопередачу и незначительные потери тепла с дымовыми газами. В результате, коэффициент полезного действия может достигать 95%.

Достойным образцом продукции, обладающей всеми вышеперечисленными характеристиками, является отопительное оборудование немецкого концерна Buderus, имеющего все необходимые сертификаты Госстандарта и разрешения Госгортехнадзора на применение в РФ.

Автоматика котлов

Автоматика позволяет управлять ПКУ с несколькими котлами в зависимости от наружной температуры воздуха и контролировать работу нескольких отопительных контуров с различными температурными графиками, включая контур горячего водоснабжения. Модульный принцип построения системы управления функциональными и дополнительными модулями делает ее наглядной, гибкой и быстро реагирующей на все запросы. То есть, модульный принцип позволяет подбирать автоматику с такими функциями, которые требуются для решения конкретно поставленных задач.

В числе преимуществ автоматики котлов:

- погодозависимое управление;
- наличие функции работы ПКУ с гидравлическим распределителем, что позволяет организовать оптимальный режим работы для многоконтурной установки;
- русифицированное меню, работающее в диалоговом режиме, понятное конечному пользователю;
- возможность контроля и дистанционного управления параметрами котельных установок с отдельного пункта.

Горелки

Выбор горелочного устройства имеет большое значение для правильного функционирования котла. На рынке представлены, в основном, горелки импортного производства, отвечающие всем требованиям по безопасности, экономичности и надежности. Применение той или иной марки горелки зависит скорее всего от уровня цены, так как уровень качества примерно одинаков для основных производителей.



Важно, чтобы горелка была двухступенчатая, либо модулированная. Основными параметрами для подбора горелки являются:

- мощность котла;
- сопротивление котла со стороны дымовых газов;
- размеры топки котла.

Для комплектации газовых горелок производители предлагают различные комплекты газовой арматуры: электромагнитные клапаны, регуляторы давления, фильтры и прочее.

Контурь ГВС

При проектных решениях по выбору гидравлических схем следует разделять контур котельной и отопительные контуры посредством применения теплообменников (пластинчатых или трубчатых).

Контур ГВС организуется через скоростной теплообменник или емкостный водонагреватель (бойлер), рассчитанный на максимальную расчетную мощность пользования ГВС.

Устанавливается теплообменник в каждом случае по-разному как в котельной, так и в самом здании.

При модернизации котельных необходимо учитывать то обстоятельство, что существующие сети отопительных контуров, как правило, остаются неизменными, что влечет за собой ряд негативных моментов:

- низкое качество воды;
- утечки теплоносителя;
- несанкционированный отбор воды из системы.

Химводоподготовка

Основным теплоносителем является вода, причем для оптимальной работы ПКУ вода требуется определенного качества. Распространенная причина низкого качества воды — ее жесткость, вызванная наличием большого количества солей кальция. В этом случае требуется умягчить воду. Также важно знать содержание железа в воде, и при необходимости обезжелезить теплоноситель.



Мощность химводоподготовки (ХВП) зависит от того, происходит ли модернизация котельной или новое строительство. В последнем случае потери теплоносителя невелики, и блок ХВП может быть маломощным. В случае же

модернизации котельной, сеть отопительных контуров остается неизменной, а значит качество воды будет низким, возможны утечки теплоносителя и, следовательно, нужен мощный блок ХВП.

Гидравлическая стрелка

В зависимости от архитектуры и планировки здания, систем отопления может быть несколько, причем с разной нагрузкой и периодом функционирования. Общее количество гидравлически параллельных теплоснабжающих систем в общей схеме теплоснабжения сложного здания может достигать десяти и более. Подобная система представляет собой сложный организм, с постоянно изменяющимися (плавно или скачкообразно) тепловыми и гидравлическими параметрами. Для обеспечения стабильности работы такой системы, служит гидравлический разделитель, часто встречающийся в схемах теплоснабжения зданий **иванию** западными фирмами-производителями котельного оборудования. Другое его часто встречающееся название **иванию**, взято из дословного перевода термина. Практика показала, что альтернативный разделителю перепускной клапан ПК, установленный на перемычке между коллекторами, менее эффективен и требует более тщательного подхода к его выбору, настройке и техническому обслуживанию.

Современные промышленные конструкции гидравлических разделителей могут быть многофункциональны и включают в себя различного рода допол-



<< 33

двухрамную стойку высотой 13...45U, трехфазные модели по специальному заказу могут поставляться без штатной стойки. Гарантийный срок на изделия — 24 месяца.

ООО «Индустриальные электросистемы»

ОАО «ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ» КОЛЬЧУГИНСКИЙ ЗАВОД»: НОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

В связи с вводом в действие с 01.07.2007 извещения К71.758-2007 об изменении к ТУ 16. К13-020-93, ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод прекратил выпуск проводов бытового назначения марок ПУНП, АПУНП, ПУГНП. И если для проводов марок ПУНП и АПУНП мы замену предложили сразу (а это кабели марок ВВГ-П и АВВГ-П), то по кабелю КГВВ-П (замена провода марки ПУГНП) шли опытные работы.

В настоящее время они завершены, и кабели выпускаются серийно, в том числе и в оболочке из ПВХ-пластика пониженной горючести, что позволяет прокладывать его в пучках.

Кабели предназначены для фиксированного монтажа силовых цепей и цепей управления на станках и механизмах при напряжении до 660 В, в диапазоне сечений 0,5—6 мм², в двухжильном и трехжильном исполнении.

По желанию потребителя кабели могут выполняться с цифровой маркировкой изолированных жил. Также на ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод освоено серийное производство кабелей телефонных для структурированных кабельных систем связи, не распространяющих горение марок ТНВПнг и ТНВПЭнг. Теперь наряду с кабелями марок ТНВП и ТНВПЭ, предназначенными для одиночной прокладки, потребитель может выбрать кабель и для прокладки в пучках.

ТНВПнг — кабель телефонный со сплошной полипропиленовой изоляцией в оболочке из поливинилхлоридного пластика пониженной горючести.

ТНВПЭнг — то же, с общим экраном из фольгированного композиционного гибкого алюмофлекса.

Кабели предназначены для эксплуатации на сетях абонентского доступа, оборудованных системами абонентского уплотнения (xDSL), для обеспечения передачи информации в диапазоне час-

50 >>

<< 49

тот использования до: — 16 МГц (категория 3), — 100 МГц (категория 5).

Кабели предназначены для использования в системах на напряжение до 145 В переменного тока номинальной частотой 50 Гц или 200 В постоянного тока.

Кабель марки ТНВПнг — для прокладки в пучках по внутренним стенам зданий и внутри помещений.

Кабель марки ТНВПЭнг — то же, в местах, характеризующихся электромагнитным влиянием.

Кабели марок ТНВПнг, ТНВПЭнг не распространяют горение при прокладке в пучках по категории С. Вид исполнения для кабелей марок ТНВПнг, ТНВПЭнг, У, УХЛ категории размещения 3 и 4 по ГОСТу 15150-69. «Электрическое сопротивление токопроводящей жилы постоянному току, пересчитанное на 1 км длины и температуру 20 °С, Ом, не более 95». Омическая асимметрия жил в рабочей паре на длине 1 км должна быть не более 2%. Кабели стойки к воздействию повышенной температуры окружающей среды до 60 °С, кабели стойки к воздействию пониженной температуры окружающей среды до -50 °С.

Минимальный срок службы кабелей — 25 лет.

ОАО «Электрокабель»
Кольчугинский завод

**КОНТАКТОР
КТ-УСТРОЙСТВО,
ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ
ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ
И ОТКЛЮЧЕНИЯ
ПРИЕМНИКОВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Контактор КТ 6050 (КТП 6050) предназначен для дистанционного включения и отключения в электроприводах с тяжелым режимом работы. Контактор КТ 6050/2 и контактор КТ 6050/3 снабжены защелкивающим механизмом, что позволяет им работать и при отсутствии напряжения в цепи питания катушки.

Кроме перечисленных, выпускаются контакторы других типов, например, контактор КТ 6023, контактор КТ 6033 и ряд других. Контактор вакуумный, вакуумный выключатель также выпускаются фирмой «ЕССО», наряду с такими устройствами, как устройство плавного пуска и регулируемые электроприводы.

ООО «ЕССО-Технолоджи»

53 >>

нительные устройства для обеспечения направленного и стабилизированного потока теплоносителя, отделения и удаления воздуха и грязи.

Таким образом, использование гидравлического разделителя в сложных схемах децентрализованного теплоснабжения существенно повышает их тепловую и гидравлическую устойчивость и обеспечивает общий положительный эксплуатационный эффект.

Дымовая труба

Дымовые трубы — это, как правило, отдельно стоящие конструкции, рядом со зданием котельной, на своем фундаменте, в котором находится несколько утепленных труб, от каждого из котлов. Для удобства транспортировки и монтажа свободстоящих дымоходов опорные конструкции поставляются частями и собираются непосредственно при монтаже на площадке. Частью конструкции, как правило, являются лестница и площадка для обслуживания дымоходов.

Высота дымовой трубы зависит от места расположения котельной. Если котельная находится в черте города, то высота трубы может быть большой, вплоть до 30 метров, а если где-то на нежилом участке, то она может быть существенно меньше. Вне города труба должна быть выше близлежащих зданий на метр-полтора.

При конструировании свободстоящих дымоходов учитывается как ветровая нагрузка, так и несущая способность грунта. При расчете на прочность обычно учитывается только максимальная сила ветра, а при сдаче котельной важно учитывать и розу ветров для экологической экспертизы. Эти данные необходимо приводить при составлении запроса на изготовление такой конструкции.

Как правило, расчетами таких параметров занимаются сторонние организации.

Блочно-модульные котельные

Альтернативой традиционному варианту ПКУ являются автономные блочные котельные. Модульный принцип, заложенный в основу их производства, позволяет собирать котельные непосредственно на месте их назначения.

Блочно-модульная отопительная котельная обычно представляет собой строение контейнерного типа, внутри которого размещается полный комплект необходимого технологического и вспомогательного оборудования, куда, кроме теплогенераторов, включаются также системы водоподготовки, насосное оборудование и системы автоматики.

Автоматика, которой оснащаются блочно-модульные котельные, позволяет эксплуатировать их без постоянного присутствия дежурного обслуживающего персонала. Аварийные сигналы о неполадках в оборудовании поступают в диспетчерские пункты.

В зависимости от места установки блочно-модульных котельных, различают несколько вариантов исполнения. Для размещения на фундаменте в непосредственной близости от отопляемых объектов. При монтаже крупных транспортабельных котельных большой мощности, отдельный фундамент требуется для установки труб. Крышные котельные в контейнерном исполнении устанавливаются на платформах, опирающихся на несущие стены здания. Удобство крышных установок заключается в том, что дымовая труба может быть любой высоты. Кроме того, такая установка занимает мало места.

В заключение необходимо отметить, что весь комплекс работ по проектированию, поставке, монтажу, пуско-наладке и сдаче в эксплуатацию оборудования ПКУ требует наличия специализированной монтажной организации, обладающей квалифицированными специалистами, прошедшими соответствующую подготовку и обучение.

Статья подготовлена
сотрудниками компании «Русклимат-Термо»



**Роберт Барльмейер,
ALUP Kompressoren**

РАЗДЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ СНАБЖЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

Стакой оптимизационной задачей сталкиваются на многих предприятиях — как получить сжатый воздух различных ступеней давления нужного качества при оптимальных затратах энергии?

На многих промышленных предприятиях существуют системы снабжения сжатым воздухом с несколькими ступенями давления. При этом обычно используют один из двух путей:

- непосредственно к рабочему месту подводить сжатый воздух с требуемым значением высокого давления;
- во все сети снабжения подавать сжатый воздух с небольшим давлением, а на конкретном рабочем месте поднимать это давление до нужного значения посредством бустера.

Второй способ применяли до недавнего времени на предприятии Evobus (завод по производству туристических автобусов) — дочернем предприятии компании «Даймлер-Крайслер» в городе Ной-Ульм (Германия).

Здесь на центральной компрессорной станции три винтовых компрессора одинаковой производительности — 15,7 м³/мин каждый — поднимали давление сжатого воздуха до 9 бар и подавали его в сеть низкого давления.

Для сети высокого давления часть потока сжатого воздуха пропускали через бустер, состоящий из трех поршневых компрессоров, где давление сжатого воздуха повышали до 12 бар. Как объяснил Бернд Кюгеле, сотрудник центра управления предприятия, к недостаткам такого способа воздухообеспечения следует отнести невозможность гибкого реагирования на колебания расхода воздуха, что приводит



к существенному времени простоя (холостой ход). Кроме того, в сети пониженного давления (9 бар) уменьшить это давление с целью экономии энергии невозможно.

Чтобы исключить эти недостатки при разработке новой системы снабжения сжатым воздухом, существующая система снабжения была подвергнута тщательному бескомпромиссному исследованию.

Исследование показало неэкономичность работы как самих компрессоров, так и системы повышения давления сжатого воздуха.

В качестве альтернативного решения была принята схема отдельной подачи сжатого воздуха потребителю,

**Мощность и продолжительность работы компрессоров
новой системы снабжения сжатым воздухом**

Установка (сеть)	Компрессор	Режим работы	Общее число часов работы	Рабочее время	Холостой ход
Низкого давления	ALLEGRO 210 Производительность — 9,33 – 28,88 м³/мин Рабочее избыточное давление — 8 бар Мощность привода — 210 кВт	Регулируемый	3376	3181	195
Высокого давления	ALLEGRO 80 Производительность — 1,73 – 10,70 м³/мин Рабочее избыточное давление — 8 бар Мощность привода — 80 кВт	Регулируемый	1502	1469	33
Высокого давления	OPUS 55 Производительность — 6,41 м³/мин	Нерегулируемый	70	60	10

состоящая из двух сетей: сети высокого давления и сети низкого давления с меньшим значением ступени давления. При этом к сети низкого давления были подключены и некоторые потребители, ранее получавшие сжатый воздух более высокого давления.

При переходе на новую систему воздухообеспечения предусматривалось следующее.

1. Новая схема должна включать в себя на первом этапе эксплуатации уже работающие элементы, и установка нового оборудования должна проходить без остановки станции и перерыва снабжения.

2. Существующая компрессорная установка для сети высокого давления заменяется схемой раздельной подготовки и снабжения сжатым воздухом высокого и низкого давления.

3. В каждой цепи схемы раздельного воздухообеспечения должен быть предусмотрен винтовой компрессор с регулируемой частотой вращения для покрытия 70% потребности в сжатом воздухе.

Окончательный вариант схемы снабжения сжатым воздухом, включающий блок собственных нужд и технического обслуживания, был выбран с помощью специалистов компании ALUP, выпускающей компрессоры. С учетом инвестиций, стоимости энергии, затрат на обслуживание и запасные части, а также срока эффективной работы 10–12 лет, были выбраны винтовые компрессоры фирмы ALUP.

По словам Кюгеле, компрессоры работают наиболее экономичным образом и, несмотря на компактность, ремонтпригодны, что для ограниченной размерами компрессорной установки — весьма веский аргумент.

Компрессор с регулируемой частотой вращения покрывает основную и пиковую нагрузку. В сети низкого давления с установленным наибольшим значением давления 7 бар предусмотрен дополнительный компрессор фирмы ALUP с прямым приводом ALLEGRO 210. В нормальном режиме работы он один снабжает сжатым воздухом сеть низкой ступени давления. В режиме пиковой нагрузки к нему могут быть подключены все три компрессора с постоянной частотой вращения, прежде установленные в компрессорной.

Предусматривается заменить два старых компрессора, используемых для основной нагрузки. Третий старый вентилятор остается в качестве резервного. Для раздельного снабжения сжатым воздухом в сети высокого давления будут установлены два новых винтовых компрессора фирмы ALUP — один с регулируемой частотой вращения, другой — с постоянной. Это регулируемый компрессор с прямым приводом ALLEGRO 80 и компрессор с постоянной частотой вращения OPUS 50. Основное назначение OPUS 50 — резерв. Однако в аварийной ситуации он используется для питания ответственных потребителей сети высокого давления.

Для регулируемого компрессора предусмотрен дополнительный осушитель. Сжатый воздух обеих ступеней давления сушится в холодном осушителе с точкой росы +3°C. По два осушителя из старой схемы воздухообеспечения работают в сетях высокого и низкого давления. Дополнительный пятый осушитель обрабатывает сжатый воздух только нового регулируемого компрессора в сети низкого давления. Часть потока сжатого воздуха низкого давления перед лакирующим роботом дополнительно осушается, обезжиривается и через бустер дополнительно уплотняется на 8 бар. Регулирование работы компрессоров каждой ступени давления осуществляется раздельно посредством расположенных снаружи устройств, которые



остались от прежней системы воздухообеспечения и доработаны только для компрессора с регулируемой частотой вращения.

Все основные компоненты управления компрессорной станции собраны в центральном блоке системы, сигнализирующей о неисправностях. «Система осушения оправдала наши ожидания. На стенках осталась только крошечная капелька. Из-за снижения потребности в сжатом воздухе в конце недели (когда не работают, в основном, распыливающие головки лакирующих роботов) для компрессоров ALLEGRO 210 время холостого хода относительно велико. Однако компания работает над решением этой проблемы», — объясняет Кюгеле.

В схеме высокого давления желаемый эффект достигнут: регулируемый компрессор ALLEGRO 80 полностью обеспечивает нагрузку один при доле холостого хода 1,9%. Чтобы обеспечить эксплуатационную готовность установки OPUS, винтовой компрессор с постоянной частотой вращения включается в работу в определенные промежутки времени. Однако в этом случае время холостого хода составляет уже два часа.

Все компрессоры станции имеют воздушное охлаждение. Приточный воздух для компрессии и охлаждения поступает снаружи здания по специальным каналам. Для использования уходящего тепла от регулируемых винтовых компрессоров на отопительные цели от контуров циркуляции масла избыточное тепло через пластинчатый теплообменник передается на контур циркуляции воды.

Вода, нагретая до 70°C, зимой подается в соседнее производственное помещение и обогревает его через потолочные излучатели. Избыток тепла подводится к рециркуляции контура отопления. Летом все уходящее тепло от компрессоров идет на нагревание воды для санитарно-технических нужд.

По разработанной схеме тепло, высвобождающееся при производстве сжатого воздуха, в течение года используется полностью. Теплота излучения из компрессорной станции также через каналы уходящего воздуха подается в соседние помещения для обогрева.

Новая схема вполне удовлетворительно обеспечивает предприятие сжатым воздухом. Благодаря отдельным схемам подачи воздуха двух ступеней давления достигнуто существенное снижение времени холостого хода при максимуме экономичности и надежности снабжения.

Материал для журнала «Главный энергетик»
предоставлен редакцией журнала Instandhaltung



НПО КВАЛИТЕТ

Предлагает:

- осушители сжатого воздуха собственного производства;
- фильтры сжатого воздуха;
- поставки компрессорного оборудования;
- комплексное обслуживание систем пневмоснабжения предприятий.

Тел.: (495)540-37-93; тел/факс (495)532-84-80

E-mail: Info@qualitet.org

www.qualitet.org



ШУМ ПРИ РАБОТЕ КОМПРЕССОРОВ И ЕГО СНИЖЕНИЕ

Шум является одним из основных источников нарушения комфортного состояния персонала предприятия, находящегося непосредственно рядом с работающим компрессорным оборудованием. Поэтому часто учет шумовых характеристик необходим при разработке, выборе и установке компрессорных станций.

Каковы источники возникновения шума? Причиной появления шумов являются звуковые волны, возникающие при сжатии и расширении в воздухе и других средах. Например, скорость распространения звука в воздухе составляет примерно 330 м/с.

Основным параметром оценки шума является его частота. Она соответствует количеству колебаний звуковых волн в единицу времени, а в качестве единицы измерения частоты используется герц (Гц). 1 герц (Гц) равен 1 колебанию звуковой волны за 1 секунду.

Непосредственное измерение силы шума представляет собой достаточно сложную техническую задачу. Кроме того, дополнительной проблемой является существенное различие (в тысячи раз) в силе шума, например, при тихом разговоре и при взлете самолета. Поэтому, для широкого использования в технических расчетах ввели специальную логарифмическую величину — децибел (дБ), которая позволила представить наиболее используемые шумовые характеристики в сопоставимых и удобных для сравнения величинах. В *таблице 1* приведены величины уровня шума, соответствующие различным источникам.

Таблица 1

Величина уровня шума

Уровень шума, дБ	Описание
160	Самолет при взлете
100	Сирена
90 (85-95)	Железная дорога, трамвай
85	Музыкальный центр
80	Игра на пианино
75	Пылесос
68	Стиральная машина
53 (50-55)	Вытяжной вентилятор
42 (40-43)	Холодильник
20	Шелест страниц

Также существуют еще два важных параметра оценки шума: уровень мощности звука (шума) и уровень звукового давления.

1. Уровень мощности звука

При работе компрессора часть подводимой энергии обязательно переходит в энергию звука. Так вот, мощность звука и есть энергия, передаваемая оборудованием в виде шума в единицу времени. Мощность звука (L_w)

представляет собой отношение мощности звука вблизи источника (W , Вт) к базовому уровню, за который принята мощность звука $W_0 = 10^{-12}$ Вт и определяется по следующей формуле:

$$L_w = 10 \lg (W/W_0), \text{ (дБ)}.$$

Например, если мощность звука W вблизи установки равна 1 Вт, соответствующий ей уровень мощности звука будет равен:

$$L_w = 10 \lg (1/10^{-12}) = 10 \lg 10^{12} = 120 \text{ дБ}.$$

Уровень мощности звука не зависит от особенностей помещения, в котором установлен компрессор, а представляет собой постоянную величину, связанную с техническими параметрами оборудования. Поэтому, величины уровня мощности звука удобно использовать при сравнении акустических характеристик различных компрессоров.

2. Уровень звукового давления

Давление звука — это ощущение звука на слух, т.к. наши уши воспринимают колебания давления, как звук. Уровень давления звука (L_p) также выражается в дБ, а его расчет можно произвести по формуле:

$$L_p = 20 \lg (p/p_0), \text{ (дБ)},$$

где

p — давление звука вблизи источника, Па;

$p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па — базовая величина звукового давления (порог слышимости).

Уровень давления звука является переменной величиной и зависит от большого числа различных внешних факторов, а также от условий измерения. В первую очередь, на величину звукового давления влияет расстояние до оборудования и наличие отражающих поверхностей. Кроме того, большое значение имеет и место расположения шумомера, с помощью которого производится измерения. Например, в открытом пространстве уровень звукового давления снижается примерно на 6 дБ при каждом удвоении расстояния от источника шума. В помещении же аналогичное снижение давления звука составляет уже 3—4 дБ. Допустимые уровни звукового давления для помещений различного назначения определены санитарными нормами.

В технической документации шумовые характеристики оборудования, в соответствии со стандартом CAGI PNEUROP, представлены в виде уровня звукового давления в дБ (А), измеренного на расстоянии 1 м от источника (компрессора). Говоря о компрессорах BOGE Kompressoren, можно отметить следующее: среди винто-

вых компрессоров наименьший уровень звукового давления на расстоянии 1 м имеют компактные компрессоры серии С-59 дБ (А) и СL-59 дБ (А), а наибольший — промышленные компрессоры серии S-68-86 дБ (А). Среди поршневых компрессоров наименьшие показатели у компрессоров серии SRDL-66 дБ (А), а наивысшие у компрессоров серии RH-85 дБ (А).

Как уже говорилось, мощность звука уменьшается по мере удаления от источника шума. Это уменьшение можно рассчитать по формуле, связывающей уровень мощности и уровень звукового давления. При заданном уровне мощности звука (L_w), уровень звукового давления (L_p) на расстоянии r от источника звука определяется по формуле:

$$L_p = L_w - 10 \lg r - 11, \text{ (дБ)}.$$

Например, если мощность звука установки составляет 73 дБ и необходимо определить уровень звукового давления на расстоянии 10 м, то он составит:

$$L_p = L_w - 10 \lg r - 11 = 73 - 10 \lg 10 - 11 = 61 \text{ дБ}.$$

Еще один важный вопрос касается оценки шума при установке в одном помещении нескольких компрессорных установок. В этом случае суммарный шум от нескольких источников не будет соответствовать сумме шумов от каждого источника, а определится в соответствии с тремя основными правилами:

1. Если показатели уровня шума у двух установок одинаковы, то их суммарный уровень шума превысит уровень шума каждой установки на 3 дБ.

2. Если показатели уровня шума у двух установок отличаются более чем на 10 дБ, то их суммарный уровень шума будет соответствовать значению большего уровня шума.

3. Если показатели уровня шума у двух установок отличаются менее чем на 10 дБ — порядок расчета таков:

— вычисляется разность уровней шума установок;

— при помощи *таблицы 2* определяется специальная величина, которая затем добавляется к значению большего уровня шума.

Пример 1. В помещении установлены две винтовые компрессорные установки, уровень шума которых 66 дБ и 69 дБ, соответственно. Необходимо определить суммарный уровень шума.

В этом случае, разность уровней шума составит: $70 - 67 = 3$ дБ, а общий шум от двух установок $69 + 1,8 = 70,8$ дБ.

Если же установок более двух, порядок расчета не меняется, а установки рассматриваются парами, начиная с двух, имеющих наименьший уровень шума.

Таблица 2

Величины корректирующих коэффициентов

Разница уровней шума, дБ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Добавляемая величина, дБ	2,6	2,1	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4

Пример 2. В помещении установлены три винтовые компрессорные установки уровень шума которых 68 дБ, 70 дБ и 74 дБ, соответственно. Необходимо определить суммарный уровень шума.

В этом случае порядок расчета такой:

- для первых двух установок разность уровней шума составит $70 - 68 = 2$ дБ, а суммарный шум $70 + 2,1 = 72,1$ дБ;
- для трех установок разность уровней шума составит $74 - 72,1 = 1,9$ дБ, а суммарный шум $74 + 2,1 = 76,1$ дБ.

Таким образом, общий уровень шума трех компрессорных установок равен 76,1 дБ.

Мероприятия по снижению шума при работе компрессоров можно разделить на два вида:

- мероприятия, относящиеся к снижению шума самого компрессора как в части установки шумопоглощающих покрытий, так и конструктивного совершенствования механизмов, повышения общего КПД;
- мероприятия, относящиеся к снижению шума в зависимости от способа установки компрессора.

Снижение уровня шума компрессорной установки достигается, как правило, использованием специального шумоизолирующего материала. У винтовых компрессоров BOGE Kompresoren серий C/S им обклеены внутренние панели корпуса, а **со стороны забора воздуха установлена усиленная звукоизоляция**. Поршневые компрессоры также выпускаются в шумозащитном исполнении.

Гашение вибраций и шумов, генерируемых механизмами, в винтовых компрессорах BOGE дополнительно происходит благодаря бесклапанной схеме циркуляции масла, отсутствию обратных и запорных клапанов в масляном контуре.

В качестве дополнительной меры на выходе сжатого воздуха компрессора может устанавливаться глушитель.

В ряде случаев для снижения шума от компрессоров предприятия устанавливают вокруг компрессорной группы шумозащитные панели. Такая установка обязательно должна сопровождаться параллельным решением вопроса об обеспечении компрессорной группы приточным воздухом и отвода тепла.

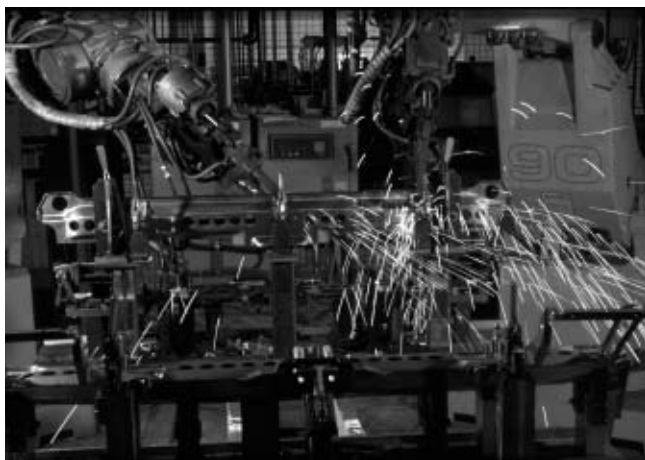
При решении вопроса о снижении шума в зависимости от способа установки компрессора существуют три основных способа установки:

- в центре помещения;
- у стены;
- в углу, между двух стен.

Минимальный уровень шума будет при установке в центре помещения (одна отражающая поверхность — пол); более шумной будет установка у стены (две отражающие поверхности — стена и пол); и самым шумным будет третий вариант в углу (три отражающие поверхности — пол и две стены). Если принять уровень шума компрессора, измеренный в свободном пространстве, за некий номинал, то при установке первым способом он увеличится на 3 дБ, вторым способом на 6 дБ, третьим способом на 9 дБ. Именно по этой причине рекомендуется избегать установки оборудования рядом со стенами.

Таким образом, решения для снижения уровня шума есть, а комплекс мер, позволяющий сделать это, достаточно широк. И в зависимости от типа используемого оборудования, условий его размещения и эксплуатации, а также особенностей производства всегда можно устранить, или минимизировать вредное воздействие шумовых факторов и создать комфортные рабочие условия для персонала.

По материалам представительства компании
BOGE Kompresoren



Д. Б. Рожицкий, к.т.н.,
заведующий лабораторией,
Е. В. Баталова, инженер,
М. С. Филаткин,
инженер, ВНИИЖТ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ РЕАКТИВНОГО ИНДУКТОРНОГО ПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА С РЕГУЛИРУЕМОЙ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛО- И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Железнодорожный транспорт, осуществляя функции технологической структуры, обеспечивающей перемещение большого объема грузов на значительные расстояния, неизбежно является энергоемкой сферой промышленного производства. Кроме перевозок, что является основой его деятельности, железнодорожный транспорт потребляет энергоресурсы на обеспечение жизнедеятельности инфраструктуры, обслуживающей перевозки, ремонтное производство и социальные нужды работников железнодорожного транспорта.

В числе подсобно-вспомогательных работ, выполняемых этой сферой производства, особое значение, в том числе и социальное, имеет теплоснабжение и водообеспечение как подразделений железнодорожного транспорта, так и населения, проживающего в зоне его обслуживания, особенно там, где эти подразделения имеют градообразующий статус.

Согласно утвержденной «Энергетической стратегии ОАО «Российские железные дороги» на период до 2010 года и на перспективу до 2020 года» до оконча-

ния срока необходимо снизить удельный расход электроэнергии на эксплуатационные нужды на 20—25%. Один из путей достижения данной цели — применение в системах тепло- и водоснабжения насосных агрегатов, укомплектованных электродвигателем с частотно-регулируемым преобразователем, общесетевая потребность в которых оценивается в 3500 штук [1].

Опыт эксплуатации такого оборудования показал, что снижение потребления электроэнергии может достигать до 45% [2]. Одновременно с этим применение частотно-регулируемого преобразователя позволяет получить ряд других преимуществ [3], а именно:

- устранение гидравлического удара при плавном пуске, что предотвращает аварийные ситуации в трубопроводах;
- возможность дистанционного управления одного или более агрегатов по заданной программе;
- снижение нагрузки на электросеть при пуске двигателя, что продлевает срок эксплуатации не только сети, но и привода;

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

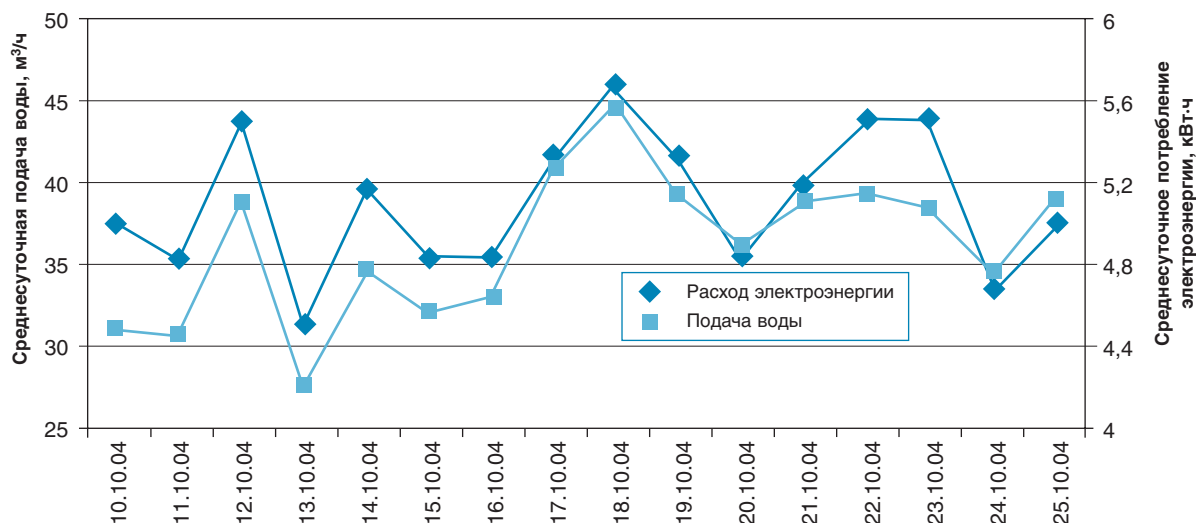


Рис. 1. Среднесуточные колебания подачи воды и расхода электроэнергии

- увеличенное количество функций защиты от перегрева двигателя, от «сухого хода», от пуска двигателя с заклиненным ротором, от пониженного или повышенного напряжения и т.д.

Широко известен опыт эксплуатации частотно-регулируемого преобразователя с асинхронным двигателем как у нас в стране [2—4], так и за рубежом [5]. Альтернативой асинхронному двигателю с преобразователем частоты может стать реактивный индукторный двигатель, который можно охарактеризовать следующим образом:

- статор и ротор набраны из листовой электротехнической стали. Полюсы-зубцы отштампованы заодно

со «спинкой железа», что обеспечивает высокую механическую прочность;

- на полюсах статора установлены катушки, объединенные в несколько фаз, поочередно переключаемые электронными ключами;

- ротор не имеет обмоток и «беличьего» колеса, что создает облегченные температурные условия работы подшипников, обусловленные малыми потерями электроэнергии на нагрев ротора, и увеличивает КПД привода.

Принцип образования вращающего момента у реактивного индукторного двигателя схож с шаговым электродвигателем, однако электропитание, электромагнитные

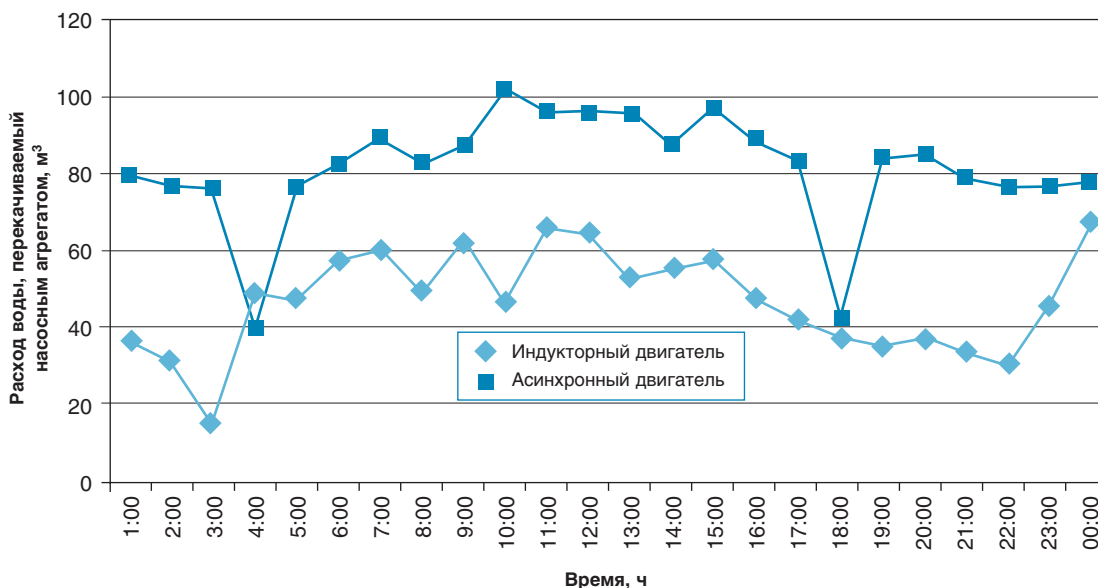


Рис. 2. Динамика изменения объема перекачиваемой воды

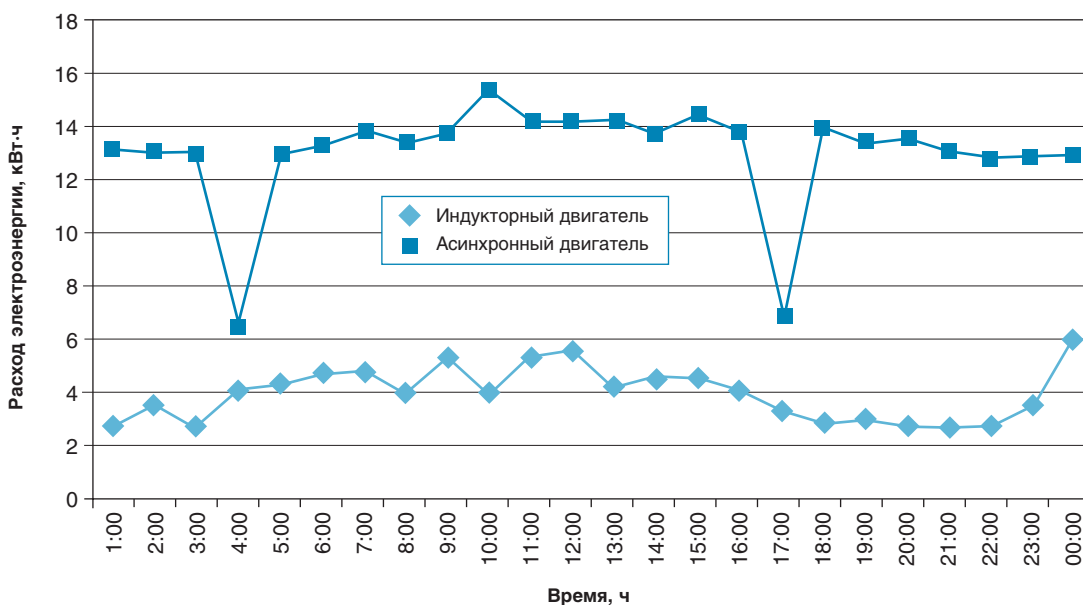


Рис. 3. Динамика изменения расхода электроэнергии

процессы и энергетические показатели существенно отличаются.

Для оценки возможности применения реактивного индукторного электропривода в составе насосного агрегата для систем тепло- и водоснабжения в стационарном хозяйстве железнодорожного транспорта на насосной станции подкачки (ст. Николаевка) Московско-Рязанского отделения Московской железной дороги были проведены испытания электропривода ЭПИ 7,5/3 (производства «НПО «Спецэлектропривод»). В его состав входит собственно реактивный индукторный электродвигатель и блок управления. Для определения максимальной нагрузки проводились предварительные исследования режима работы насосной станции и установленного на ней оборудования, которые показали, что наибольший водоразбор характерен для летних месяцев работы. Было выявлено, что пиковый расход воды (август 2004 года) составил 97 м³/ч при разнице выходного и входного давлений

(Нвх. ср. — Нвх. ср.) 18 м вод. ст., а максимальная мощность, потребляемая на клеммах электродвигателя, составила 7,2 кВт. В течение испытаний наблюдались значительные колебания как по подаче воды, так и по энергопотреблению (рис. 1).

Данные параметры штатно реализовывались асинхронным двигателем марки 4 АМ мощностью 15 кВт с постоянной частотой вращения вала 2940 об/мин. В связи с значительными колебаниями величин расхода воды, обусловленного технологическими условиями потребления, эксплуатация насосной станции требует многократного, в течение рабочей смены, регулирования параметра выходного давления, которое осуществляется обслуживающим персоналом посредством ручного управления выходной задвижкой, расположенной примерно в 500 м от рабочего места оператора.

С учетом полученных данных для испытаний был предложен индукторный электродвигатель ЭПИ 7,5/3 мощ-

Таблица 1
Сравнительные данные показателей эффективности работы насосного агрегата

Параметры	Насосный агрегат с регулируемым индукторным приводом				Насосный агрегат со штатным асинхронным приводом			
	29.11.04	30.11.04	01.12.04	среднее значение	03.12.04	04.12.04	05.12.04	среднее значение
$V_{сут.}$ м ³ /ч	44,78	47,12	67,04	52,98	79	80,4	72,38	77,26
$H_{вых.ср.} - H_{вх.ср.}$ м вод. ст.	14,9	15,2	15,4	15,17	14,9	15,2	15,3	15,1
$E_{сут.}$ кВт·ч	3,58	3,98	6,16	4,57	14,04	14,32	14,52	14,29
$e_{средн.}$ кВт·ч/м ³	0,08	0,09	0,09	0,09	0,18	0,18	0,20	0,19
КПД	0,52	0,48	0,47	0,49	0,23	0,23	0,21	0,22

ностью 7,5 кВт, позволяющий при увеличении числа оборотов вращения вала до 3500 об/мин развивать мощность до 11 кВт.

Испытания проводились в два этапа: первый — исследование работы насоса K95/50 с регулируемым индукторным электроприводом, второй — исследование работы этого же насоса со штатным асинхронным электродвигателем.

Основные параметры, характеризующие режим работы насосной станции, — значение величины подачи воды и перепад давлений между всасывающим и напорным коллекторами.

Проведенные испытания показали, что замена ручного регулирования расхода воды задвижками системой управления на основе реактивного индукторного двигателя дает значительную экономию (примерно 50%) как по количеству потребляемой станцией подкачки электроэнергии, так и по объему перекачиваемой насосным агрегатом воды (рис. 2, 3). Следует дополнительно учитывать такие факторы, как уменьшение нагрузки на гидравлическую систему, а также снижение эксплуатационных расходов, которые обусловлены тем, что в системах водоснабжения потребление воды в течение суток значительно изменяется, достигая максимума в утренние и дневные часы и минимума в ночное время. На эти колебания накладывается непостоянство давления в городской сети. Все это приводит к значительному изменению требуемого напора и подачи насоса. При применении в системе насосного агрегата с постоянной частотой вращения избыточный напор насоса, возникающий при минимальном потреблении воды и максимальном давлении в городской сети, приводит к перерасходу электроэнергии и повышенному давлению в трубопроводах, приводящему к увеличению утечек воды, а в некоторых случаях и к прорыву трубопровода.

В качестве основных показателей эффективности работы насосного агрегата приняты удельные затраты электроэнергии при подаче воды (средн) и коэффициент полезного действия (КПД). Эти показатели зависят от режима работы насосного агрегата, т.е. от величины подачи насоса и перепада давлений на входе и выходе насоса.

В табл. 1 приведены сравнительные данные по затратам электроэнергии и коэффициента полезного действия насосного агрегата при его работе с регулируемым индукторным и штатным асинхронным приводом.

Также можно отметить, что удельные энергозатраты дросселируемого насосного агрегата с асинхронным приводом выше более чем в 2 раза по сравнению с работой насосного агрегата с регулируемым индукторным приводом. При одинаковом перепаде входного и выходного давления среднесуточная подача воды насосного агрегата со штатным асинхронным приводом значительно превышает подачу воды насосного агрегата с регулируемым индукторным приводом. Это объясняется тем, что для поддержания необходимого давления требуется практически 50% перепуска воды. За период проведения испытаний величина суточного расхода воды, фиксируемая обслуживающим персоналом по штатному расходомеру, была практически одинакова (900 м³). Очевидно, что при близком по величине расходе воды удельные энергозатраты штатного асинхронного привода будут еще выше.

Ранее проводились аналогичные испытания на предприятиях Мосводоканала [6]. Сравнение результатов, полученных на объектах Мосводоканала и насосной станции Николаевка, показало, что они практически одинаковы. Например, для насосного агрегата с регулируемым индукторным приводом удельные энергозатраты составили 0,0956 кВт·ч/м³ и 0,09 кВт·ч/м³, а для насосного агрегата с дросселируемым асинхронным приводом — 0,185 кВт·ч/м³ и 0,19 кВт·ч/м³. Удельные энергозатраты насосного агрегата с регулируемым асинхронным приводом равны 0,112 кВт·ч/м³, что на 20% больше, чем энергозатраты насосного агрегата с регулируемым индукторным приводом.

Технико-экономические показатели при применении в составе насосного агрегата частотно-регулируемого асинхронного привода и регулируемого индук-

Таблица 2

Технико-экономические показатели

Показатели	Асинхронный двигатель		Реактивный индукторный двигатель
	Частотно-регулируемый преобразователь	Двигатель + частотно-регулируемый преобразователь	
Стоимость единицы, тыс. руб.	47,1*	79,8	62,5
Разница в удельных энергозатратах, кВт·ч/м ³	0,078		0,1
Экономический эффект, кВт·ч × 103 тыс. руб.	37,580 40,58		48,180 52,03
Срок окупаемости, год	1,16	1,97	1,20
* стоимость отечественного преобразователя частоты			

торного привода по сравнению с работой дросселируемого насосного агрегата с нерегулируемым асинхронным приводом приведены в табл. 2. Принято, что среднесуточный расход воды, перекачиваемый насосным агрегатом, $V_{сут} = 55 \text{ м}^3/\text{ч}$ и тариф на электроэнергию — 1,08 руб/кВт·ч.

Выводы

1. Результаты испытаний показали, что при замене штатного асинхронного электродвигателя в составе насосного агрегата на регулируемый индукторный электропривод удельные затраты электроэнергии снижаются в 2,1 раза. При этом исключаются потери энергии холостого хода на 30%, которые характерны для асинхронных электродвигателей, и непродуктивный перепуск воды.

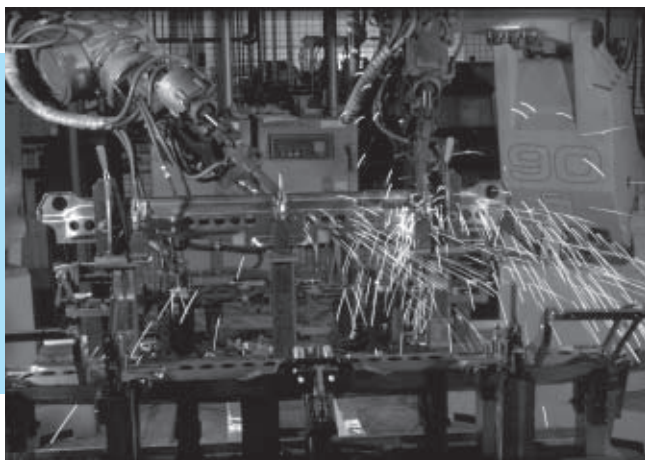
2. Выходное давление воды поддерживается автоматически в заданных пределах, что значительно облегчает работу обслуживающего персонала и уменьшает риск повреждения сетей.

3. Расчет экономической эффективности рассматриваемых результатов показывает, что затраты при оборудовании систем водоснабжения регулируемым электроприводом окупаются во всех рассматриваемых случаях в течение 1—2 лет. При этом срок окупаемости при установке отдельно частотного преобразователя для асинхронного двигателя и регулируемого индукторного двигателя практически одинаков (1,16 и 1,2 года). Однако с учетом изношенности обо-

рудования в стационарном хозяйстве железнодорожного транспорта при полной замене электропривода предпочтительней является применение регулируемого индукторного привода (с учетом более высокой надежности индукторного двигателя).

Литература

1. Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2010 года и на перспективу до 2020 года. Утв. 01.10.2004 года//ОАО «Российские железные дороги». М., 2004.
2. Марков В.Ю. Практическая оценка эффективности применения частотно-регулируемого электропривода//Промышленная энергетика. 2003. №3. С. 20—22.
3. Хусаинов Р.М. Мягкие пускатели: что будем экономить//Энергосбережение. 2002. №4. С. 54—56.
4. Вербук М.И. Энергосбережение в научном центре РАН в Черноголовке//Энергосбережение. 2004. №4. С. 56—59.
5. Семёнов В.Г. Теплоснабжение городов: Пекин — Дрезден — Таллин//Новости теплоснабжения. 2004. №9. С. 47—54.
6. Поршнев В.Н., Новикова Л.В. Мероприятия по энергосбережению и снижению потерь воды в системах городского водоснабжения//Энергосбережение. 2004. №5. С. 12—16.



Виктор Янсюкевич

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

Область применения

Настоящий документ разработан для электротехнического персонала электролабораторий, проводящих работы по измерению сопротивления изоляции проводов и кабелей цепей освещения в действующих и реконструируемых электроустановках.

В крупнопанельных и крупноблочных зданиях широко применяют канальную систему электропроводок. Провода прокладывают в специально предусмотренных для этой цели каналах и пустотах панелей, в зависимости от их конструкции.

При канальных электропроводках обеспечивается возможность полной замены проводов в процессе эксплуатации. Каналы для проводов, ниши, гнезда, сквозные проходы и другие устройства в строительных элементах зданий для электропроводок выполняются на заводе изготовителе. Диаметр канала равен 1,1 диаметра стальных труб, применяемых для прокладки соответствующих проводов, длина между нишами — не более 8 м. Поверхность канала должна быть гладкой на всем протяжении и без острых граней.

Соединение ниши в местах сопряжения каналов выполняется в виде полукруглых выемок радиусом 70 мм, а гнезда для электроустановочных изделий — конусными с диаметром 72 и 74 мм при установке без коробок, и 85 мм — с коробками.

Монтаж электропроводок в стальных трубках более трудоемок и дороже других видов электропроводок. Поэтому во всех случаях следует предусматривать возможность замены водогазопроводных труб, применяемых в качестве защитных оболочек, на более легкие

трубы с меньшей толщиной и на тонкостенные электро-сварочные трубы.

Все более широкое применение находят полиэтиленовые, винилпластовые и полипропиленовые трубы, которые обладают коррозионной и высокой химической стойкостью, влагоустойчивостью и электроизоляционными свойствами.

Соединение труб электропроводок, используемых в качестве заземляющих проводников, должно иметь надежный электрический контакт.

Небронированные защищенные кабели и трубчатые провода применяются для прокладки электропроводок непосредственно по основаниям в цехах, в сырых помещениях, а также в помещениях с химически активной средой и др.

Различные примеры крепления проводов представлены на рис. 3.

Оболочки проводов или кабелей, введенных в пластмассовые коробки, соединяют снаружи медной перемычкой на пайке.

Кроме приведенных выше примеров прокладки кабелей и проводов, могут применяться электропроводки на лотках и в коробах.

Основным элементом осветительной электроустановки является источник света — лампа. Современные источники света делятся на две группы — лампы накаливания и газоразрядные (люминесцентные лампы низкого давления, дуговые лампы высокого давления и др.).

Светильники состоят из источников света — лампы и осветительной арматуры. осветительной арматурой называют часть светильника, служащую для перераспределения и преобразования светового потока лампы.

Осветительная арматура для газоразрядных ламп может включать устройство для зажигания и стабилизации их работы.

В установках электрического освещения применяют выключатели и переключатели, штепсельные соединения, колодки зажимов, патроны для ламп накаливания, газоразрядных ламп и стартеров, а также предохранители и автоматические выключатели.

Объект испытания

При испытании проводки освещения объектом испытания являются: сама проводка (кабеля, провода, их оболочки и защитные экраны), светильники с патронами под лампы и корпусами, выключатели освещения и розетки (если есть в схеме).

На рис. 6 представлена упрощенная схема освещения. Защитный РЕ — проводник подключается к корпусам светильников и к заземляющим контактам розеток.

Лампы в светильниках в испытании не участвуют.

Определяемые характеристики

Измерение сопротивления изоляции

Значение сопротивления изоляции приведены в таблице 1.

Испытание повышенным напряжением частоты 50Гц.

Значение испытательного напряжения для цепей релейной защиты, электроавтоматики и других вторичных цепей со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, пускатели, автоматы, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения) принимается равным 1000В. Осветительные сети испытываются указанным напряжением в тех случаях, когда проводка имеет пониженный по сравнению с нормой уровень изоляции. В остальных случаях испытание может быть произведено мегаомметром на напряжение 2500В.

Продолжительность испытания составляет 1 минуту.

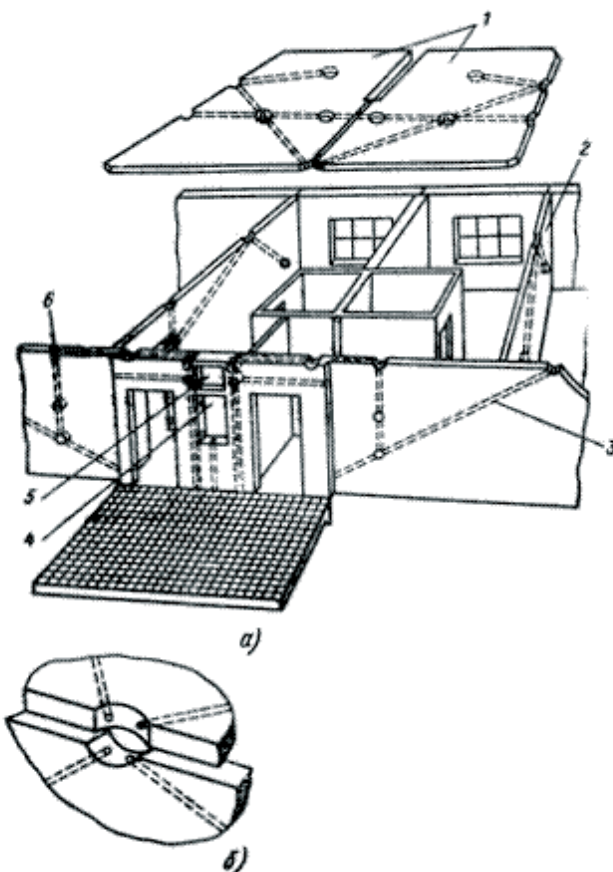


Рис. 1. Пример выполнения электропроводки в каналах панельного дома: а) общий вид квартиры; б) сопряжение каналов стеновой панели

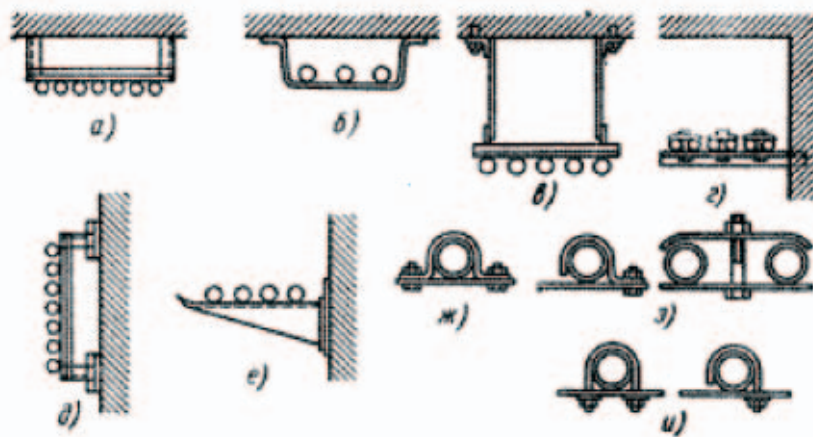


Рис. 2. Примеры крепления труб к опорным конструкциям: а), б), в) — потолочных конструкций; г), д), е) — настенных конструкций и кронштейнов; ж), з), и) — хомутов, полухомутов и накладок

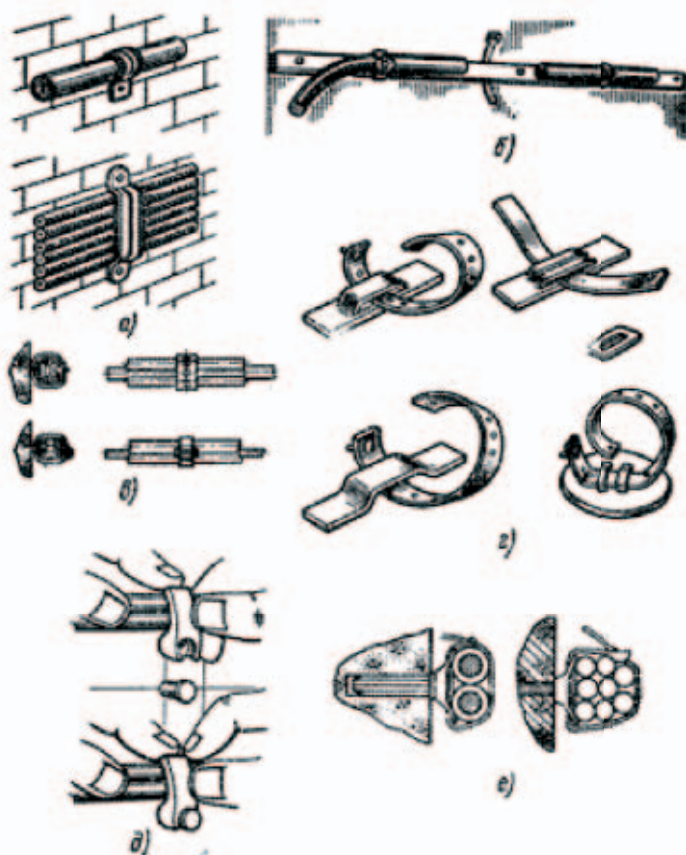


Рис. 3. Способы прокладки и крепления небронированных кабелей: а) непосредственно по основанию скобками; б) на несущей полосе; в) на струнах; г) на держателях; д) пластмассовыми скобками; е) на пластмассовых закрепах

Вторичные цепи, рассчитанные на рабочее напряжение 60В и ниже, а также цепи, содержащие устройства с микросхемами, напряжением 1000В частоты 50Гц не испытываются.

Условия испытаний и измерений

Измерения проводят в помещениях при температуре $25 \pm 10^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80%, если в стандартах или технических условиях на кабели, провода, шнуры и оборудование не предусмотрены другие условия.

Значение электрического сопротивления изоляции соединительных проводов измерительной схемы должно превышать не менее чем в 20 раз минимально допустимое значение электрического сопротивления изоляции испытуемого изделия.

Средства измерений

Измерения производятся мегаомметрами различного типа и на различное напряжение: 1000В, 2500В. Значение напряжения для мегаомметра определяет выходное испытательное напряжение, выдаваемое с зажимов мегаомметра.

Таблица 1

Испытуемый элемент	Напряжение мегаомметра, В	Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции, (МОм)
Шины постоянного тока на щитах управления и в распределительных устройствах (при отсоединенных цепях)	1000—2500	10
Вторичные цепи каждого присоединения и цепи питания приводов выключателей и разъединителей. ¹⁾	1000—2500	1
Цепи управления, защиты, автоматики и измерений, а также цепи возбуждения машин постоянного тока, присоединенные к силовым цепям.	1000—2500	1
Вторичные цепи и элементы при питании от отдельного источника или через разъединительный трансформатор 60В и ниже ²⁾	500	0.5
Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	0.5
Распределительные устройства, щиты и токопроводы ³⁾	1000—2500	0.5

1) Измерение производится со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, пускатели, автоматы, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения).

2) Должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности микросхемных и полупроводниковых элементов.

3) Измеряется сопротивление изоляции каждой секции распределительного устройства.

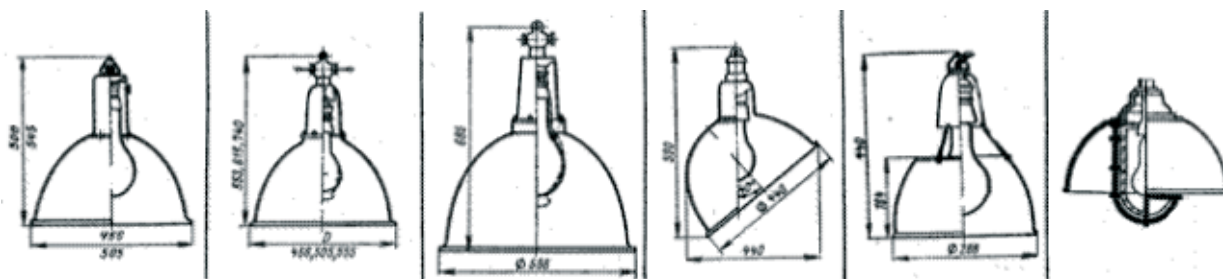


Рис. 4. Внешний вид светильников с лампами накаливания и ДРЛ

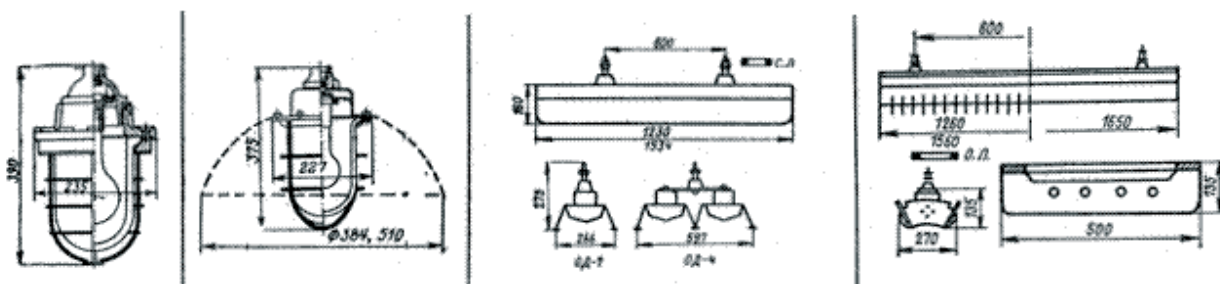


Рис. 5. Внешний вид светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами

Значение измеренного сопротивления может быть показано прибором в Ом, кОм, или МОм.

Порядок проведения испытаний и измерений

Электрическое сопротивление изоляции отдельных жил одножильных кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий без металлической оболочки, экрана и брони — между токопроводящей жилой и металлическим стержнем; или между жилой и заземлением;
- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней — между токопроводящей жилой и металлической оболочкой или экраном, или броней.

Электрическое сопротивление изоляции многожильных кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий металлической оболочки, экрана и брони — между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой или между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и заземлением;

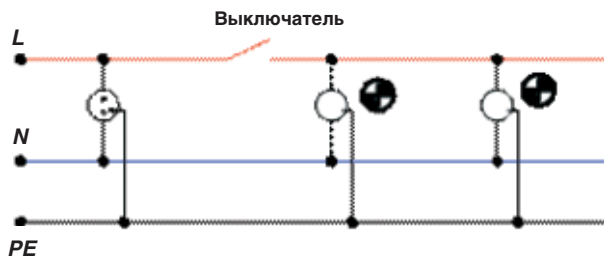


Рис. 6. Упрощенная схема освещения

- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней — между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и оболочкой или экраном, или броней.

При пониженном сопротивлении изоляции кабелей проводов и шнуров отличной от нормативных правил ПУЭ, ГОСТ необходимо выполнить повторные измерения с отсоединением кабелей, проводов и шнуров от зажимов потребителей и разведением токоведущих жил.

Схема для проведения испытаний цепей освещения представлена на рис. 7. Высоковольтные испытания цепей измерения проводят после объединения проводов цепи (фазного и нулевого рабочего), причем напряжение подают относительно нулевого защитного провода и объединенных фазного и нулевого рабочего.

Обработка данных, полученных при испытаниях

Все данные, полученные при проведении испытаний, заносятся в протокол и рассматриваются на их соответствие нормам НТД. Данные, которые должны сравниваться с заводскими параметрами, сначала приводятся к температуре, при которой производились испытания на заводе-изготовителе, а затем обрабатываются.

Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды

Перед началом работ необходимо:

- Получить наряд (разрешение) на производство работ.
- Подготовить рабочее место в соответствии с характером работы: убедиться в достаточности принятых мер

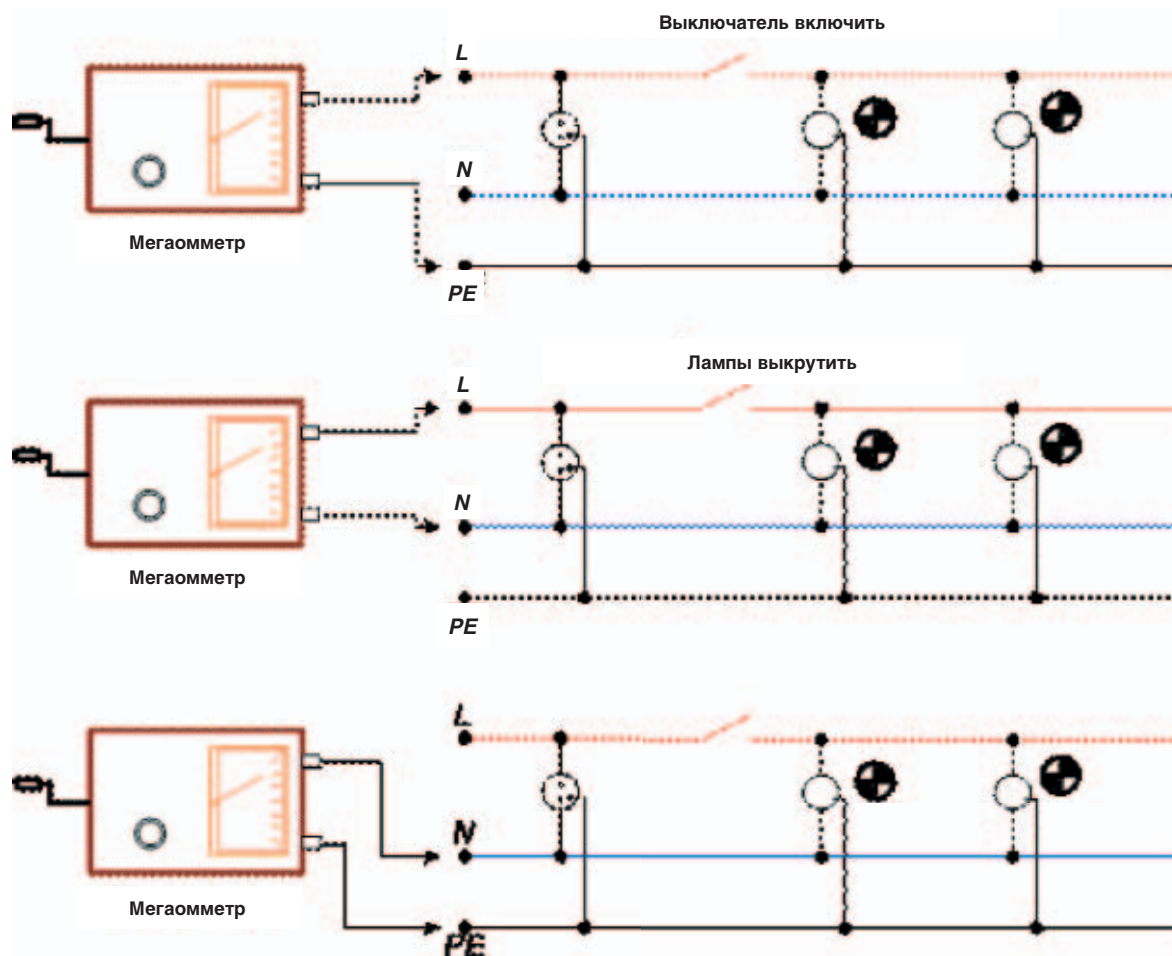


Рис. 7. Схемы для измерения сопротивления изоляции осветительной сети

безопасности со стороны допускающего (при работах по наряду) либо принять все меры безопасности самостоятельно (при работах по распоряжению).

- Подготовить необходимый инструмент и приборы.
- При выполнении работ действовать в соответствии с программами (методиками) по испытанию электрооборудования типовыми или на конкретное присоединение. При проведении высоковольтных испытаний на стационарной установке действовать в соответствии с инструкцией.

Перед окончанием работ:

- При окончании работ на электрооборудовании 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 кабельный журнал о проведенных испытаниях (при испытании кабеля), либо сделать запись в черновик 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 1000В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000В — по распоряжению.

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

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

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

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

Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании.

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

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

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

Испытания электрооборудования проводит бригада, в составе которой производитель работ должен иметь группу IV, член бригады — группу III, а член бригады, которому поручается охрана, — группу II.

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

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

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

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

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу 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 испытуемого 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 препятствующие проведению испытаний, а затем устанавливать их вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытаниями, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

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

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

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

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

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

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

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

Соединительный провод между испытательной установкой и 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 380/220В.

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

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

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

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Объект _____.

Дата проведения испытания:
« _____ » _____ 2002г.

ПРОТОКОЛ № _____ измерения сопротивления изоляции осветительной сети и однофазных цепей

1. Результаты измерений:

№	Наименование участка питающего кабеля (провода) и оборудования	Сопротивление изоляции (МОм)			Норма (МОм)
		L1-N	L1-PE	N-PE	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

2. Дополнительные проверки _____

3. Условия окружающей среды при проведении измерений:

- 3.1. Температура воздуха +5 °C
 3.2. Влажность 74 %
 3.3. Атмосферное давление 750 мм. рт. ст.
 4. Нормативно-технический документ: РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

5. Измерительные приборы:

Наименование	Тип	Зав.№	Характеристики		Дата поверки
			Напряжение, В	Погрешность	

6. Заключение на соответствие требованиям НТД:

Данные измерений и испытаний соответствуют нормам НТД. Годно к эксплуатации.

7. Примечание: _____

Испытания произвели: « _____ » « _____ »
 « _____ » « _____ »
 Начальник электролаборатории « _____ » « _____ »
 (подпись) (фамилия)

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



На вопросы читателей отвечает
канд. техн. наук, доцент
Юрий Владимирович Харечко

ВОПРОСЫ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПО ПОЧТОВОМУ АДРЕСУ РЕДАКЦИИ ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ: GLAVENERGO@MAIL.RU

— Согласно п. 1.7.131 ПУЭ функции совмещенного PEN-проводника могут выполнять только жилы кабелей сечением не менее 10 мм^2 по меди и 16 мм^2 по алюминию. Означает ли это, что в кабелях меньшего сечения сечение жилы, выполняющей роль PEN-проводника, должно быть больше сечения фазных жил (таких кабелей промышленность не выпускает)? Получается, в четырехпроводной цепи (часто встречающейся на действующих предприятиях) невозможно применять кабели меньшего сечения!

— Пункт 1.7.131 ПУЭ седьмого издания гласит: «В многофазных цепях в системе TN для стационарно проложенных кабелей, жилы которых имеют площадь поперечного сечения не менее 10 мм^2 по меди или 16 мм^2 по алюминию, функции нулевого защитного (PE) и нулевого рабочего (N) проводников могут быть совмещены в одном проводнике (PEN-проводник)».

Процитированные требования главы 1.7 ПУЭ введены в действие в 2003 г. Они были сформулированы на основе требований к PEN-проводнику, установленных в ГОСТ Р 50571.10 (МЭК 364-5-54—80) «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники», который введен в действие с 1 января 1997 г. Пункт 546.2. «PEN-проводники» этого стандарта содержит следующие требования:

«546.2.1. В системах TN для стационарно проложенных кабелей, имеющих площадь поперечного сечения не менее 10 мм^2 по меди или 16 мм^2 по алюминию, единственная жила может использоваться в качестве PEN-проводника при условии, что рассматриваемая часть установки не защищена устройствами защитного отключения, реагирующими на дифференциальный ток».

Аналогичные требования имеются в п. 413.1.3.2 ГОСТ Р 50571.3—94 (МЭК 364-4-41—92) «Электроустановки

зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током», который введен в действие с 1 января 1995 г.:

«В стационарных электроустановках функцию защитного и нулевого рабочего провода можно совместить в одном проводнике (PEN) при условии выполнения следующих требований:

если его сечение не менее 10 мм^2 по меди или 16 мм^2 по алюминию и рассматриваемая часть электроустановки не защищена устройствами защитного отключения, реагирующими на дифференциальные токи...».

Действующий стандарт МЭК 60364-5-54 «Электрические установки зданий. Часть 5—54. Выбор и монтаж электрического оборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов» (International standard IEC 60364-5-54 «Electrical installations of buildings. Part 5—54: Selection and erection of electrical equipment. Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors») 2002 г. содержит следующие измененные требования к PEN-проводнику:

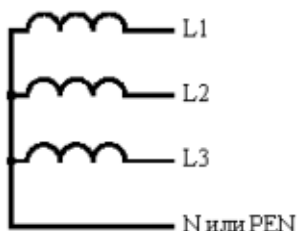
543.4.1 PEN-проводник может быть использован только в стационарных электрических установках и, по механическим причинам, должен иметь площадь поперечного сечения не менее чем 10 мм^2 по меди или 16 мм^2 по алюминию.

Требования международных и национальных нормативных документов однозначно установили, что сечение PEN-проводника, выполненного из меди, должно быть не менее 10 мм^2 , а из алюминия — не менее 16 мм^2 . Следовательно, жилы стационарно проложенных кабелей, имеющих меньшее сечение, не могут быть использованы в качестве PEN-проводников. Поэтому при необходимости выполнения трехфазных четырехпроводных электрических цепей проводниками, имеющими сечение менее 10 мм^2 по меди и 16 мм^2 по алюминию, следует использовать пятижильные

кабели. Три жилы этих кабелей выполняют функции фазных проводников (L1, L2, L3), одна жила выполняет функции нейтрального проводника (N) и одна жила — функции защитного проводника (PE). Иными словами, при выполнении указанных электрических цепей вместо PEN-проводника следует применять два проводника — защитный проводник (PE) и изолированный от него нейтральный проводник (N).

У читателя может возникнуть вопрос: как согласуются между собой четырехпроводная электрическая цепь и указанные выше пять проводников (L1, L2, L3, N, PE) пятижильного кабеля? Ответ на этот вопрос дан в п. 312 «Классификация проводников и заземление системы» стандарта МЭК 60364-1 «Низковольтные электрические установки. Часть 1. Основополагающие принципы, оценка основных характеристик, определения» (International standard IEC 60364-1 «Low-voltage electrical installations. Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions») 2005 г., который содержит требования по классификации токопроводящих проводников и иллюстрации, поясняющие эти требования.

Несмотря на то, что ни Международный электротехнический словарь (комплекс стандартов МЭК 60050), ни другие стандарты Международной электротехнической комиссии не содержат определения термина «токопроводящий проводник», из требований стандарта МЭК 60364-1 следует что, под токопроводящими проводниками понимают такие проводники, по которым в нормальном режиме электроустановки протекает электрический ток. К этим проводникам, прежде всего, относят линейный (фазный, полюсный) проводник, нейтральный проводник и средний проводник¹. PEN-проводник, PEM-проводник² и PEL-проводник³ также рассматривают в стандарте в качестве токопроводящих проводников. Защитный проводник (PE) в нормальном режиме электроустановки (в отсутствие замыкания на землю какой-либо токоведущей части) практически не проводит электрический ток⁴. Поэтому его не относят к токопроводящим проводникам и не учитывают при указании числа проводников какой-либо электрической цепи. Рисунок 5 стандарта иллюстрирует возможные комбинации проводников в трехфазной четырехпроводной электрической цепи.



То есть трехфазная четырехпроводная электрическая цепь, как следует из требований стандарта МЭК 60364-1, может включать в себя четыре токопроводящих проводника — L1, L2, L3 и PEN или L1, L2, L3 и N. Если эта электрическая цепь включает в себя три фазных проводника и нейтральный проводник, ее дополняют защитным проводником. Поэтому такая электрическая цепь может быть выполнена четырьмя или пятью проводниками.

¹ Средний проводник (M) — проводник, электрически соединенный со средней токоведущей частью источника питания постоянного тока и используемый для передачи и распределения электроэнергии.

² Совмещенный защитный заземляющий и средний проводник (PEM-проводник, PEM) — проводник, выполняющий функции защитного заземляющего и среднего проводников.

³ Совмещенный защитный заземляющий и линейный проводник (PEL-проводник, PEL) — проводник, выполняющий функции защитного заземляющего и линейного проводников.

⁴ В нормальном режиме электроустановки по защитному проводнику протекает ток утечки, обычно измеряемый тысячными или сотыми долями ампера.

Следует также отметить, что нормативные документы ограничивают область применения PEN-проводников в электроустановках зданий. Например, п. 1.7.132 ПУЭ гласит: «Не допускается совмещение функций нулевого защитного и нулевого рабочего проводников⁵ в цепях однофазного⁶ и постоянного тока. В качестве нулевого защитного проводника в таких цепях должен быть предусмотрен отдельный третий проводник. Это требование не распространяется на ответвления от ВЛ напряжением до 1 кВ к однофазным потребителям электроэнергии». Иными словами, процитированные требования запретили использование PEN-проводников в однофазных электрических цепях переменного тока, а также применение PE-проводников в электрических цепях постоянного тока.

Требования п. 482.2.13 ГОСТ Р 50571.17—2000 (МЭК 60364-4-482—82) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 48. Выбор мер защиты в зависимости от внешних условий. Раздел 482. Защита от пожара», который введен в действие с 1 июля 2001 г., запрещают использование PEN-проводников в электрических цепях (за исключением транзитных электрических цепей), расположенных в помещениях с условиями ВЕ2⁷.

Пунктом 444.3.12 ГОСТ Р 50571.20—2000 (МЭК 60364-4-444—96) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 444. Защита электроустановок от перенапряжений, вызванных электромагнитными воздействиями», который введен в действие с 1 января 2002 г., запрещено использовать тип заземления системы TN-C (то есть — запрещено применение PEN-проводников) в электроустановках зданий, содержащих чувствительное оборудование.

В п. 548.4 ГОСТ Р 50571.21—2000 (МЭК 60364-5-548-96) «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Раздел 548. Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации», который введен в действие с 1 января

2002 г., запрещено использование PEN-проводников в электроустановках зданий, в которых установлено или может быть установлено большое число различного оборудования обработки информации или другого оборудования, чувствительного к действию помех.

Требованиями п. 740.413.1.3 ГОСТ Р 50571.27—2003 (МЭК 60364-7-740-2000) «Электроустановки зданий. Часть 7—740. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Временные электрические установки для сооружений, устройств для развлечений и павильонов на ярмарках, в парках развлечений и цирках», который введен в действие с 1 января 2004 г., также запрещено применять систему TN-C (использовать PEN-проводники). Аналогичный запрет содержит п. 710.312.2 ГОСТ Р 50571.28—2006 (МЭК 60364-7-710:2002) «Электроустановки зданий. Часть 7—710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений», который введен в действие с 1 января 2008 г.

Вновь создаваемые электроустановки зданий не должны содержать PEN-проводников в своих электрических цепях. При выполнении ремонтных работ в существующих электроустановках зданий электрические цепи с PEN-проводниками целесообразно заменять электрическими цепями, в которых используют защитный и нейтральный проводники.

По моему мнению, в России целесообразно специальным техническим регламентом запретить применение PEN-проводников в электроустановках зданий, например, так, как это сделано в Великобритании. С 31 января 2003 г. там действуют Правила электрической безопасности, качества и непрерывности (The Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations) 2002 г., которые резко ограничили область использования PEN-проводников. Правило 8 (4) устанавливает, что потребитель не должен объединять нейтральную и защитную функции в одном проводнике в своей пользовательской установке. То есть действующие в Великобритании требования не допускают применение PEN-проводников в потребительских электроустановках (в электроустановках зданий).

⁵ Нулевой рабочий проводник (точнее — нейтральный проводник) используют только в электрических цепях переменного тока. В электрических цепях постоянного тока аналогичные функции выполняет средний проводник.

⁶ В цитируемых требованиях вместо переменного тока ошибочно указан однофазный ток, которого нет в природе.

⁷ Пожароопасные помещения или зоны, в которых производится обработка, изготовление или хранение воспламеняющихся веществ и материалов, в том числе содержащие горючую пыль.



**В. Н. Онищенко,
С. А. Цырук**

МОДЕРНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ НА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПУ «МОСОЧИСТВОД»

На 3-й насосной станции (НС) ЦМОО ПУ «Мосочиствод» до недавнего времени вода с уплотнителей I—IV блоков перекачивалась 3-мя насосами СД 450/22,5 с подачей 450 м³/ч, напором 22,5 м с применением электродвигателей 4А28036У3 мощностью 75 кВт, частотой вращения 1000 об/мин. Управление электроприводами насосов осуществлялось с панелей управления НКУ, располагаемых в электрощитовом помещении НС №3. Пуск насосов в работу — «прямой» от полного напряжения сети. Распределение электроэнергии осуществлялось от вводно-распределительного устройства 0,4 кВ (ВРУ-0,4 кВ), расположенного также в помещении НС №3. Два насоса использовались как рабочие, один находился в резерве. Включение насосов в работу и их выключение производилось вручную с кнопочного поста местного управления.

Так как по технологии требовалось увеличение подачи сливной воды, а оперативно регулировать уровень воды в приемном резервуаре не представлялось возможным, необходимо было разработать решение, во-первых, позволяющее увеличить подачу воды и вести работу по откачке воды полностью в автоматическом режиме, а, во-вторых, допускающее плавное регулирование подачи воды в систему трубопроводов. Принципиальная электрическая схема НС №3 показана на рис. 1.

Для увеличения подачи сливной воды из резервуара НС №3 было предложено в ее здании заменить

существующие насосы СД 450/22,5 на насосы СД 800/326 с подачей 580 м³/ч, напором 22,5 м с применением электродвигателей 4А31556У3 мощностью 110 кВт, частотой вращения 1000 об/мин, напряжением 0,4 кВ; из них два насоса — рабочих, один — резервный. Насосы устанавливаются на вновь возводимые фундаменты на месте старых насосов. Замена подлежат также задвижки и обратные клапаны на всасывающих и напорных трубопроводах. Подача сливной воды осуществляется по существующему напорному стальному трубопроводу DN 600 длиной 485 м. При работе двух насосов подача составит около 1750 м³/ч.

В режиме промывки была предусмотрена возможность работать тремя агрегатами на насосной станции №3, при этом скорость воды в коллекторе будет около 0,79 м/с.

Для управления электродвигателями насосов было предложено использовать станции управления с применением частотного преобразователя и мягких пускателей, что позволило изменять частоту вращения вала насосов в зависимости от уровня воды в приемном резервуаре. Сигнал изменения уровня воды подается от датчика давления системы контроля и измерения уровней воды в приемном резервуаре. Таким образом, оба насоса работают с переменной подачей, поддерживая уровень воды в приемном резервуаре на одном уровне, близком к максимальному.

Контроль и измерение уровня воды в приемном резервуаре осуществляется путем измерения давления воздуха

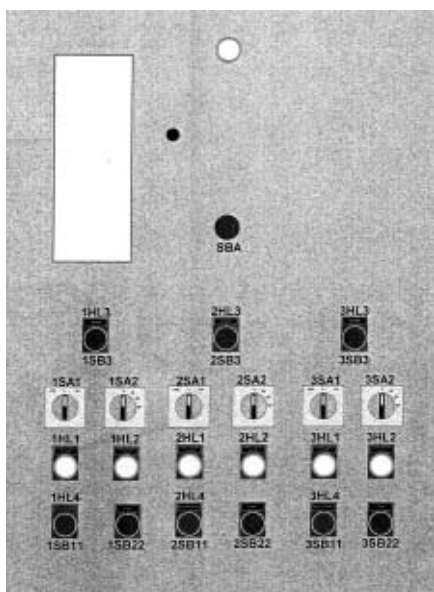


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема насосной станции № 3

в трубе, вертикально опущенной в резервуар под минимальный уровень воды и заглушенной в верхней части. В трубу постоянно подается воздух, который выпускается в воду, преодолевая сопротивление столба жидкости. В зависимости от изменения столба жидкости меняется давление воздуха в трубе, которое измеряется датчиком давления МТ100Р. Электрический сигнал от датчика поступает на контроллер регулятора частотного преобразователя электродвигателя.

Для подачи в систему воздуха выбран компрессор LXE 08 фирмы Atlas Copco (Швеция) с мощностью электродвигателя 5,5 кВт, с воздушным ресивером емкостью 100 л, с установкой очистки и осушки воздуха, и выходным редуктором, позволяющим задать требуемое давление в системе. Для удаления остатков влаги система оборудуется водоотделителем с конденсатоотводчиком той же фирмы.

Компрессор устанавливается в помещении машинного зала НС №3, датчики давления с контрольными манометрами предполагается разместить в помещении мастерской.

Принцип работы станции управления (СУ) заключается в обеспечении возможности работы трех электронасосных агрегатов с преобразователем частоты (ПЧ) и двумя устройствами плавного пуска (УПП).

Станция управления предназначена для управления группой из трех насосных агрегатов с использованием логики управления, реализованной в макропрограмме PFC преобразователя ACS-550 фирмы АВВ. Шкаф включает в себя один преобразователь частоты и два устройства плавного пуска. Управление шкафом осуществляется от дистанционной панели оператора (ПО) (рис. 2). Любой из двигателей по выбору оператора может быть запитан от ПЧ, либо от УПП. Оператор с дистанционного пульта ПО может выбрать три режима работы станции: автоматический (АУ), дистанционный (ДУ) или местный (МУ).

В ручном режиме оператор выбирает для каждого насоса источник питания (ПЧ или УПП) и вводит их в работу при помощи кнопок ПУСК/СТОП на местном пульте управления (по месту возле насоса).

При исчезновении сетевого напряжения и его последующем восстановлении в РУЧНОМ режиме автоматический запуск не предусматривается.

В дистанционном режиме оператор выбирает для каждого насоса источник питания (ПЧ или УПП) и вводит их в работу при помощи кнопок ПУСК/СТОП с дистанционного пульта ПО (в диспетчерской).

При работе с ПЧ оператор имеет возможность задавать непосредственную уставку скорости вращения насоса потенциометром с пульта ПО (в диспетчерской).

В автоматическом режиме насосы управляются ПЧ в соответствии с программируемой логикой макропрограммы PFC.

Оператор также выбирает режимы питания для каждого насоса (ПЧ или УПП), но включение и выключение насосов осуществляется преобразователем частоты. Режим работы определяется работой встроенного ПИД-регулятора — поддержанием уровня в резервуаре, путем регулирования скоростью одного из насосных агрегатов. При выходе из строя дополнительного насоса, автоматически вводится в работу резервный насос.

На панели преобразователя отображаются следующие сигналы.

1. Аналоговые величины:

- текущее значение скорости вращения регулируемого агрегата на 4-сегментном индикаторе;
- текущее значение технологической переменной (уровня) с уровнемера (4—20 мА) на 4-сегментном индикаторе;
- величина задания технологического параметра на 4-сегментном индикаторе.

2. Дискретные сигналы (для каждого насоса):

- выбор от ПЧ;
- выбор от УПП;
- авария ПЧ;
- авария УПП.

Функциональные возможности станции управления

- а) Поддержание заданного значения давления на выходе группы насосных агрегатов.
- б) Контроль за работой насосов и переключение на резервный насос при аварии рабочего.
- в) Переключение на работу насосов от сети при аварии ПЧ.
- г) Автоматическое подключение дополнительного насоса при недостаточной производительности рабочего.
- д) Автоматическое чередование насосов, работающих от ПЧ, через заданные интервалы времени для обеспечения равномерной загрузки насосов.

Виды защит:

- неполнофазные режимы, смена чередования фаз;
- превышение или уменьшение тока нагрузки;

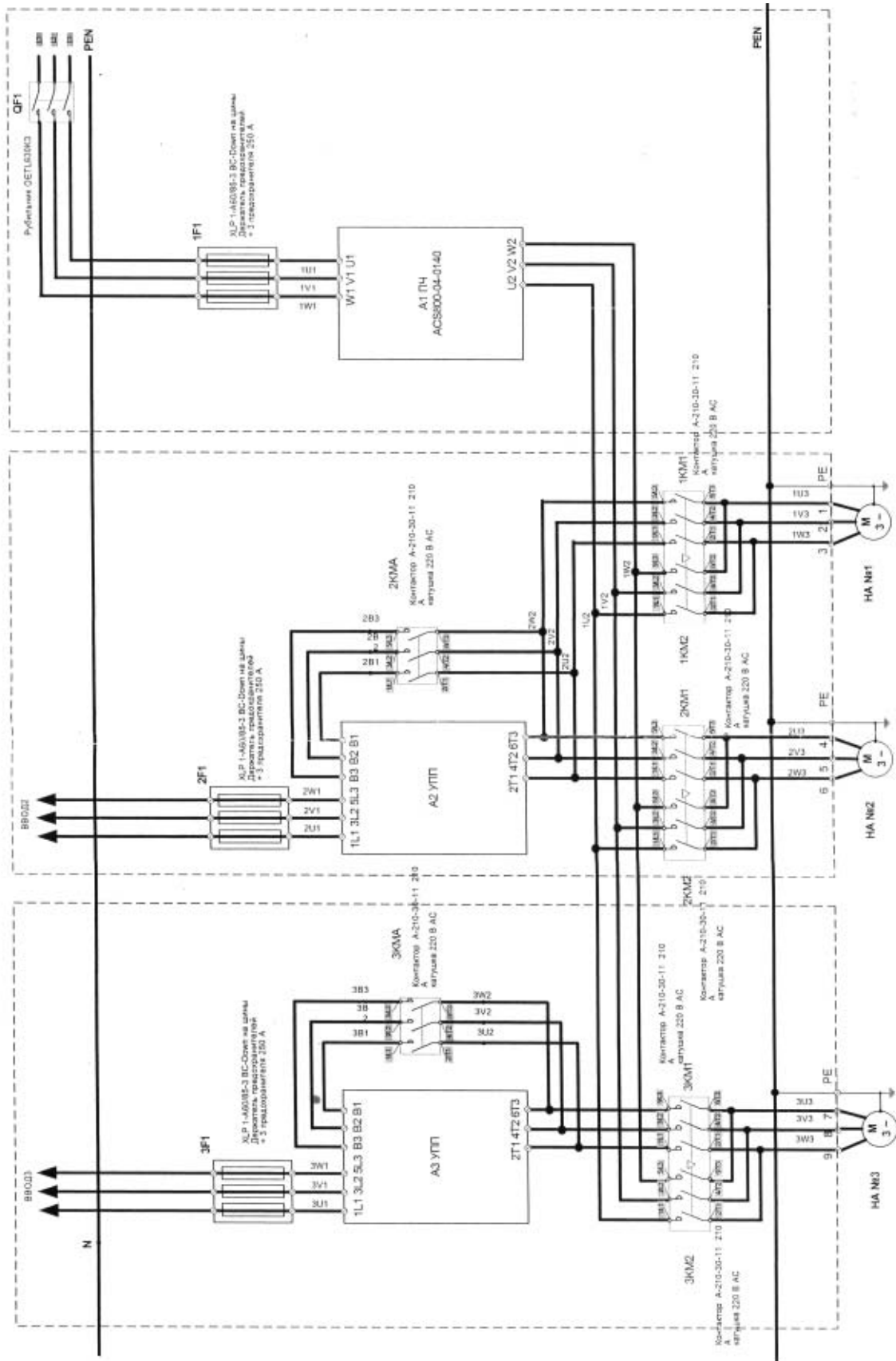


Рис. 2. Дистанционная панель оператора (ПО)

- выход напряжения сети за допустимый диапазон;
- дисбаланс напряжения и токов.

Технические параметры станции

Номинальное напряжение сети — 380 В (+10%, — 5%).
 Частота — 50 Гц.
 Количество подключаемых насосных агрегатов — 3.
 Коэффициент полезного действия — 0,93—0,95.
 Коэффициент мощности — 0,88—0,92.
 Степень защиты — IP 31.

Технические параметры преобразователя частоты ABB

Степень защиты IP 21.
 Компактная конструкция.
 Встроенный входной дроссель для фильтрации гармоник.
 Долговечные охлаждающий вентилятор и конденсаторы.
 Программируемые входы/выходы с возможностью расширения.
 Гальванически изолированные входы управления.
 Три внутренних гнезда для расширения входов/выходов и шин Fieldbus.
 Многоязычная алфавитно-цифровая панель правления с Программой запуска (Start-up Assistant) и поддержкой русского языка.
 Большие силовые клеммы, позволяющие использовать кабели с увеличенным сечением жил или алюминиевые кабели.

Описание мягкого пускателя ABB серия PST

Семейство PST представляет собой системы плавного пуска, оснащенные микропроцессорами и разработанные с использованием новейших технологических решений для плавного пуска и остановки двигателя. Системы плавного пуска PST в стандартном исполнении выполняют многочисленные усовершенствованные функции защиты двигателя. Четырехкнопочная клавиатура и логичная структура меню упрощают процедуры монтажа, ввода в эксплуатацию и управления. Имеется возможность выбора одного из 12 языков (в том числе русского). Системы плавного пуска PST могут использоваться как в совокупности с шунтирующими контакторами, так и без них.

Технические характеристики мягкого пускателя PST

Широкий диапазон напряжения основной сети — 208-690 В переменного тока.
 Широкий диапазон напряжения питания — 100-250 В, 50/60 Гц.
 Одно и то же устройство может использоваться как в схеме с включением в линию, так и в схеме включения в соединение треугольника.
 Возможность высокоточной регулировки функций системы плавного пуска, таких как установка наклона характеристик пуска и остановки, резкий пуск, пошаговый режим, ступенчатое понижение напряжения и многочисленные последовательные пуски.
 Регулируемое в пределах (2—5) x I_{le} ограничение тока.
 Термисторный (PTC) контроль обмотки мотора.
 Часы реального времени.
 Протоколирование 20 последних событий с метками времени.
 Готовность к работе по технологической шине обмена данными.
 Защита двигателя от перегрузки с моделированием температуры двигателя, исходя из измеренного тока.
 Защита от блокировки ротора двигателя.
 Защита от работы двигателя в ненагруженном режиме.
 Защита от расфазировки.
 Защита от обратного включения фаз.



Ольга Александрова

ИДЕЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ «ОВЛАДЕЛА МАССАМИ» МЕТАЛЛУРГОВ

Металлургия — наиболее крупный потребитель электроэнергии и других энергоресурсов. Доля энергозатрат в себестоимости продукции черной металлургии составляет 20—25%, цветной металлургии — 15—20%. При прогнозируемых темпах роста производства в металлургии к 2010г. суммарная потребность отрасли в энергетических ресурсах вырастет на 12—16%, а к 2015г. — на 24—28%. Это при условии, что удельная энергоемкость металлопродукции будет снижаться нынешними темпами, а уровень тарифов на энергоносители останется на приемлемом для металлургов уровне. Поэтому инвестиции в энергосберегающие мероприятия (в т. ч. даже просто наведение порядка в потреблении), внедрение более энергоэффективных технологий крайне необходимы и приносят здесь особенно значимый результат.

Подходы и направления

В настоящее время все крупные металлургические компании реализуют комплексные программы по снижению энергозатрат. В них, как правило, четыре направления:

- контроль и учет (с введением автоматизированных систем управления процессами, систем АИИСКУЭ);
- сокращение доли покупных энергоносителей за счет ввода собственных генерирующих мощностей;
- использование вторичных энергоресурсов;
- внедрение новых энергосберегающих технологий и современного энергоэкономичного оборудования.

Так, на НТМК в 2007—2008гг. планируется реализовать 20 долгосрочных проектов, направленных на повышение

надежности систем электро- и водоснабжения комбината, сокращение себестоимости продукции предприятия за счет снижения затрат на топливно-энергетические ресурсы и увеличение производства собственной электроэнергии. По сообщению пресс-службы комбината, намечены реконструкция основного энергетического оборудования и системы электроснабжения с выводом из строя устаревшего электрооборудования, внедрение новых энергосберегающих технологий в подразделениях доменного, сталеплавленного и прокатного переделов. Только за один год действия долгосрочной программы предприятие сэкономит более 77 млн кВт/час электроэнергии, более 155 млн т топлива и 9,5 млн кубометров воды.

Программа ОАО «ММК» направлена на повышение эффективности использования энергоресурсов в технологических процессах производства продукции и при выработке энергоресурсов, снижение потерь энергоресурсов в распределительных сетях и у потребителей. Реализация комплексной программы энергосбережения позволила комбинату за пять лет без увеличения потребления природного газа дополнительно выработать 240 МВт электроэнергии. Потребление энергоресурсов снизилось на 16%, а удельные расходы на производство тонны стали — на 30%.

Большая роль в этом процессе принадлежит отраслевой науке. Например, Сибирский научно-исследовательский, конструкторский и проектный институт алюминиевой и магниевой промышленности (СибВАМИ входит в структуру «РусАла») за последние несколько лет разработал и успешно внедрил несколько уникальных энергоэффек-



тивных технологий. К их числу относятся новая технология производства анодной массы методом сухого смешивания и брикетирования, создание автоматических плавильно-литейных комплексов, а также ряд методик по переработке первичного алюминия. Некоторые инновации института специалисты оценивают как революционные для российских предприятий. Технология доменной плавки ванадиевого чугуна в печи большого объема, разработанная специалистами «Уральского института металлов», позволила достичь среднесуточной производительности доменной печи №6 НТМК до 5400 т/сут. (при проектной производительности 4500 т/сут.) с удельным расходом кокса 410-415 кг/т (проектный расход — 420 кг/т).

В 2001г. специалисты лаборатории нагревательных печей НИИ металлургической теплотехники (ОАО «ВНИИМТ», Екатеринбург) разработали, спроектировали и пустили в эксплуатацию на ВСМПО первую в России нагревательную печь с регенеративной системой отопления, снабженную индивидуальными компактными насадками, заполненными корундовыми шарами. Экономия природного газа за счет высокой температуры подогрева воздуха продуктами сгорания составляет до 50—60% по сравнению с работой печи на холодном воздухе и 35% в сравнении с печами, которые снабжены металлическим рекуператором.

Лозунг капитализма — учет и контроль

Энергосбережение начинается с учета. То, что когда-то было провозглашено как главный лозунг советской плановой системы — «социализм — это контроль и учет» — сегодня еще более актуально. И для металлургии, возможно, в первую очередь. Мало того, что внедрение систем контроля упорядочивает потребление, приучая (или заставляя) и на производственном, и на бытовом уровне, экономить, сверяя показания счетчиков со своими финансовыми возможностями, он еще дает возможность выявить «узкие места»: утечки, нерациональное использование.

Например, на Новосибирском металлургическом заводе им. Кузмина внедрена универсальная система учета проста оборудования и расхода энергоресурсов, включающая анализаторы качества и количества электроэнергии итальянской фирмы Circutor, специальные датчики, имеющие

до 48 параметров детального контроля за использованием энергоносителей. Система позволила получать объективную информацию о времени и длительности возникающих простоев, выявлять причины сбоев в работе основных производственных агрегатов, учитывать расходы энерго и других ресурсов. Только за первые три месяца эксплуатации экономический эффект составил около 1 млн руб.

Существует множество направлений решения проблемы энергосбережения, такие, как установка частотных преобразователей, устройств плавного пуска электродвигателей, регуляторов температуры и т.д. Например, на большинстве предприятий, работающих с технологиями, где применяется пар, он используется лишь на 30—40%. Остальное уходит в обратный трубопровод, при этом теряется примерно 60% тепла. Проблема решается установкой простых, но весьма эффективных устройств — конденсатоотводчиков (КО), автоматически поддерживающих такое сечение трубопровода, через которое проходит только конденсат, но не пролетный пар. Затраты окупаются иногда в течение нескольких суток. Так, установка 17 поплавковых конденсатоотводчиков на фабрике брикетирования производства полиметаллов УГМК дала ощутимый экономический результат уже через сутки. Потребление пара за счет ликвидации проскоков снизилось почти в 3 раза.

Своя рубашка ближе к телу

Одно из основных направлений снижения уровня энергозатрат при производстве энергоемкой металлопродукции — уменьшение доли покупных энергоносителей за счет увеличения их выработки на собственных генерирующих мощностях. Металлурги снова обзаводятся собственным мощным электрическим хозяйством. Собственная электростанция, работающая на пару, пущена на «Уральской кузнице». Своя энергия оказалась в два с половиной раза дешевле.

На предприятиях, кроме собственных ТЭС, эксплуатируется множество специального энергетического оборудования высокой мощности, например, свыше десятка главных понизительных, опорных, глубокого ввода подстанций. Как правило, себестоимость собственной электроэнергии намного меньше тарифов на электроэнергию из централизованной системы. Например, на ММК разви-

тие собственной энергетической базы признано одним из приоритетов энергетической политики: себестоимость электроэнергии, вырабатываемой на собственных станциях ММК, в 2,5 раза ниже стоимости покупной. В 2005 г. обеспеченность электроэнергией от собственных электростанций составила около 89%. В 2006 г. этот показатель снизился до 83% в связи с изменением структуры сталеплавильного производства после запуска дуговых сталеплавильных печей. Но при этом энергоемкость продукции комбината снизилась с 6,52 до 5,98 Гкал/т стали, что даже ниже уровня 1989 г. Энергокомплекс ММК — самый мощный в металлургической отрасли России — объединяет три собственные электростанции, кислородно-компрессорное производство, паросиловой и газовый цеха, цеха электросетей и подстанций, водоснабжения, энергоцех, центр энергосберегающих технологий и др.

Крупнейший потребитель электроэнергии — производство алюминия. В свое время строительство многих металлургических, особенно алюминиевых, предприятий сопровождалось сооружением собственных электростанций. Так была построена Богословская ТЭЦ для БАЗа, Красногорская ТЭЦ — для УАЗа, Первоуральская станция — для ПНТЗ, ТЭЦ Верх-Исетского металлургического завода, Липецкая ТЭЦ-2 для НЛМК и т.д. Их выделение в самостоятельные хозяйствующие субъекты в период приватизации не принесло ничего хорошего ни энергетикам, ни металлургам. Поэтому постепенно «все возвращается на круги своя». И сегодня, например, Объединенная компания (ОК) «РусАл», заявив о намерении полностью обеспечить существующие и строящиеся алюминиевые предприятия собственной электроэнергией, ведет совместно с ГидроОГК строительство Богучанского энерго-металлургического объединения.

Электропотребление на металлургическом предприятии имеет свои особенности: относительно большое число часов использования максимума, долговременность и предсказуемость объемов потребления энергии, возможность регулирования часового максимума, жесткие требования к надежности и качеству электроэнергии. Собственное энергохозяйство, кроме чисто финансовой выгоды и независимости, во многом снижает остроту проблем качества электроэнергии, надежности электроснабжения и режимного взаимодействия. Низкое качество электропитания может привести к аварийным остановкам агрегатов, и к повышенному расходу электроэнергии. Например, такое привычное явление, как повышение напряжения в сети на 3—4% ведет к перерасходу электроэнергии минимум на те же 3—4%.

Технология определяет экономику

Уровень энергозатрат в структуре себестоимости — один из факторов, определяющих финансово-экономи-



ческое состояние предприятий и конкурентоспособность их металлопродукции. Сегодня специалисты связывают высокую энергоемкость металлургии с устаревшими технологиями, созданными, по большей части, лет 20—30 назад (а кое-где и значительно раньше!), когда стоимость энергоносителей была несравнимо ниже, а система снабжения предприятий электроэнергией и топливом — принципиально другой. Металлурги работали в основном на внутренние поставки, не сравнивали свои затраты с зарубежными производителями и не знали слов «дефицит электроэнергии». Но время дешевых энергоресурсов прошло, так же, как и малозатратных мероприятий, типа установки счетчиков и латания дырявых труб. На большинстве металлургических предприятий их потенциал исчерпан.

Все эти факторы заставляют предприятия обратить особое внимание на новые инновационные технические решения, внедрение ресурсосберегающих технологий. Переход на энергосберегающие технологии и внедрение современного энергоэкономичного оборудования стал основой всех программ модернизации крупных российских (так же, как и стран СНГ) металлургических компаний. Несколько примеров таких нововведений приведены ниже.

Черная металлургия

При реконструкции в электросталеплавильном цехе (ЭСПЦ) Новокузнецкого меткомбината благодаря внедрению энергосберегающих технологий снизились удельные расходы электроэнергии. В результате электропотребление ЭСПЦ сократилось более чем на 6%.

На Ревдинском метизно-металлургическом заводе (РММЗ) переход от мартеновского производства на электросталеплавильное позволил резко сократить время плавки (с 8—9 часов до менее 1 часа) и соответственно — удельное потребление электроэнергии. Кстати, отказ от мартеновского производства, увеличение выплавки стали в электропечах, модернизация доменного передела были неперенным пунктом всех директивных программ развития российской металлургии еще с 80-х гг. прошлого века. Однако реальное выполнение этих положений началось только сейчас. Резервы есть на всех металлургических переделах. Так, на том же РММЗ планируется ввести в строй агрегат по дополнительному подогреву лома. Это позволит еще сократить время плавки, одного из основных факторов, определяющих энергопотребление.

На Мариупольском металлургическом комбинате им. Ильича (Украина) в цехе подготовки составов внедрен новый способ ресурсосберегающего производства проката, дающего значительную экономию природного газа. Если прежде горячие слитки поступали на слябинг с t° в 950°C , что требовало дополнительного нагрева, то при использовании новой технологии металл сохраняет t° более чем в 1000°C . Это происходит за счет внутреннего тепла слитков, которые практически не требуют лишнего расхода газа. Экономический эффект превышает 1 млн гривен.

Для нагрева стальных слитков перед прокаткой используются регенеративные нагревательные колодцы с высоким удельным расходом газообразного топлива (до 45,9 кг/т). Для оптимизации режима на Алчевском металлургическом комбинате внедрен отдельный подвод топлива с высокой (коксовый газ) и с низкой (доменный газ) теплотой сгорания, при этом второй вид топлива является основным компонентом газовой смеси. Экономия энергоресурсов достигается за счет того, что такая система позволяет регулировать подачу коксового газа, который используется, в основном, в стадии нагрева слитков, а в период томления слитков отапливать колодцы только доменным газом.

В прокатном переделе широко практикуется применение различных вариантов использования тепла непрерывнолитых заготовок. По сравнению с обычным способом (непрерывное литье — охлаждение заготовок — нагрев — прокатка) при использовании «горячего посада» (т. е. с промежуточным подогревом заготовок перед прокаткой) удельный расход энергии снижается на 30%, а при использовании прямой прокатки (без подогрева) — почти на 80%.

В техническом уровне электросталеплавильного производства в «большой металлургии» при использовании большегрузных печей достигнут существенный прогресс: производительность 100-т дуговых печей выросла в 5—7 раз (до миллиона т в год и более), удельный расход электроэнергии сократился вдвое. Однако этого нельзя сказать об электроплавке в малотоннажных печах. Есть объективные причины: при малой массе плавки высоки удельные тепловые потери, соответственно увеличен расход энергии. Металл в ковше остывает быстрее, это требует более сильного предварительного разогрева ковшей. Использование хотя бы некоторых технологий, освоенных в большой металлургии, дает неплохой энергосберегающий эффект. Например, переход от двухшлаковой технологии (с восстановительным периодом плавки) к одношлаковой позволяет сократить длительность плавки от выпуска до выпуска на 40—60 мин, т. е. практически наполовину. Кроме двукратного увеличения производительности, при одношлаковом процессе уменьшается содержания водорода и азота в металле, снижается расход электроэнергии, электродов, огнеупоров, извести, раскислителей.

Использование литейных форм с точными размерами (керамических форм по выплавляемым моделям, форм по пенополистироловым газифицированным

моделям, сухих стопочных форм и др.) позволяет получать точные литые заготовки (КИМ до 0,95). Вес существующих отливок можно уменьшить до 30% за счет уменьшения толщины их стенок при сохранении конструктивной прочности, можно переводить изготовление деталей из поковок с низким КИМ (0,5) на точные отливки с высоким КИМ (до 0,95), сократить расход энергии на мех.обработку. Низкие температуры расплава при заполнении литейных форм (способы ЛВКД и ЛВПКД) позволяют снизить расход потребляемой энергии при производстве отливок на 25—50 квт·ч/т жидкого металла, уменьшить потери тепла в окружающей среде.

Цветная металлургия

По данным аналитиков компании РУСАЛ, около 80% российского алюминия производится с помощью электролизеров Содерберга с самообжигающимися анодами. Технология, предложенная еще в 1920-е годы, была в свое время наиболее эффективной и экономичной. Самообжигающиеся аноды позволили снизить себестоимость алюминия на 5,2% и практически исключить «человеческий фактор» в процессе электролиза. Однако расход электроэнергии и углерода в установках Содерберга довольно высок, как и уровень выделения вредных веществ при производстве. Поэтому модернизация отечественных алюминиевых предприятий касается, в основном, снижения энергозатрат, решения экологических проблем и повышения производительности установок Содерберга. На предприятиях компании РУСАЛ (которая входит в так называемый «клуб Содерберга», объединяющий крупнейшие заводы мира) внедряют новые модели электролизеров, использующие технологию «сухого» анода. Это на половину снижает объем вредных выбросов и существенно повышает производительность завода. А на заводах СУАЛа за основу модернизации принята технология обожженных анодов. По мнению специалистов СУАЛ, обожженные аноды, хоть и дорогая, но более эффективная технология по сравнению с электролизерами Содерберга: при ее использовании загрязнение атмосферы сводится к минимуму, а производительность предприятия значительно повышается. Экспериментальные линии электролизеров с обожженными анодами были установлены в цехах УАЗ — СУАЛ. Первые несколько месяцев испытаний показали высокие результаты по эффективности и экологической безопасности. Технико-экономическая оценка использования электролизеров с обожженными анодами на 300 ампер на БАЗе, по предварительным оценкам, показала снижение энергетических затрат более чем на 800 квт·час/т алюминия. Такая же технология заложена в эксплуатацию новейшей модернизированной линии электролизеров «ИрКАЗ-5».

Вторичные ресурсы

Две особенности металлургического процесса позволяют говорить о больших резервах энергосбережения в отрасли.

Во-первых, на практике, даже на одном и том же агрегате, заданный конечный продукт можно получить, используя различные материалы, варианты шихтовки, варьируя энергетические режимы, типы устройств и т.п. Выбор лучшего варианта, как правило, — результат множества «проб и ошибок», колоссального опыта и... интуиции технологов, сталеваров. Эти факторы вполне формализуемы, современные системы управления позволяют свести к минимуму «человеческий фактор» и получить устойчивый положительный эффект: задача сводится к оптимизации режима получения металла с заданными характеристиками при минимальном расходе энергоресурсов. Так, опытное применение системы автоматического ведения плавки (САВП) «Оракул» на Белорусском металлургическом заводе позволило снизить расход электроэнергии на плавках, проведенных в автоматическом режиме, на 10,7 квт·час/т шихты.

Во-вторых, металлургическое производство — не только крупнейший потребитель энергоресурсов, но и... производитель. Почти все процессы сопровождаются выделением большого количества тепла, отходящих газов, отработанного пара и т.д. Использование этих вторичных энергоресурсов (ВЭР) — одно из наиболее эффективных направлений снижения удельных расходов энергии. По этому пути идет большинство крупных металлургических предприятий. Например, на ММК за счет полной утилизации технологических газов (высвобождающийся коксовый и доменный газ направляется в котлы электростанций) было дополнительно введено более 100 МВт электрической мощности, а установка системы учета позволила сократить ежегодные потери газа на 35%. За счет использования вторичных газов — доменного и коксового — на комбинате снижается доля покупной электроэнергии. Доля вторичных газов в топливном балансе электростанций ОАО «ММК» в тепловом эквиваленте выросла с 34,3% в 2005 году до 36,2% в 2006 году. За последние десять лет прирост потребления вторичных газов составил 104,3%.

Большие резервы в этом направлении заложены у алюминщиков. Теоретические расчеты, проведенные специалистами кафедры металлургии цветных, редких и благородных металлов МИСиС, показали, что практически на любом алюминиевом предприятии температуру пульпы можно повысить на несколько градусов за счет перераспределения тепла вторичного пара и оптимизации теплообменной аппаратуры. При тарифе 400 руб/Гкал тепла завод производительностью 1 млн т/год глинозема может сэкономить до \$300 тыс, если удастся увеличить температуру всего на 1° за счет использования тепла вторичного пара.

Эффективное использование ВЭР может рассматриваться как альтернатива развитию и наращиванию собственных мощностей.

Металлургия России — это сложнейшая система, создававшаяся десятилетиями и обладающая большой инерцией. Произвести крупные изменения в ней быстро и без потерь трудно, это требует больших финансовых вложений, и интеллектуальных усилий. Но необходимо.



СПРАВОЧНИК ЭНЕРГЕТИКА

М.: «КОЛОС». — 2006. — 488 с.

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

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

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

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

Справочник состоит из двух разделов и приложения. В первом разделе (электротехническом) приведены систематизированные сведения по электрооборудованию напряжением до и выше 1 кВ (выключателям, контакторам, силовым и измерительным трансформаторам, разъединителям, конденсаторам, кабелям, низковольтному оборудованию), а также справочные материалы по электрическому освещению. Таблицы параметров современного электрооборудования (силовых выключателей, трансформаторов и кабелей, воздушных линий, конденсаторов и конденсаторных установок, контакторов) приведены в отдельной большой главе раздела.

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

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

В книге 488 стр., выпущена она в твердом переплете. По вопросам приобретения книги следует обращаться по адресу:

**107996, Москва, Садовая-Спаская, 18, «Колос»,
тел.: 207-19-45, 207-22-95, 207-21-25, 975-55-27.**

Московский институт энергобезопасности и энергосбережения (телефон (495) 965-37-90, сайт www.mieen.ru) в декабре 2006 г. и феврале 2007 г. издал следующие книги, рассчитанные на специалистов проектных, электромонтажных и эксплуатационных организаций, которые также могут быть рекомендованы в качестве учебных пособий для студентов энергетических специальностей.

ХАРЕЧКО В. Н., ХАРЕЧКО Ю. В. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

4-е изд. — М.: ПТФ МИЭЭ, 2006. — 155 с.: ил.



В книге изложены требования ГОСТ Р 50345—99 (МЭК 60898—95) к автоматическим выключателям бытового и аналогичного назначения, которые широко применяют в электроустановках зданий для защиты от сверхтока электрических цепей. Рассмотрены конструкция и характеристики автоматических выключателей, приведена их классификация.

В книге представлены данные о номенклатуре выпускаемых автоматических выключателей, приведена информация о дополнительных устройствах, с помощью которых осуществляют управление, контроль и другие операции с автоматическими выключателями.

В отличие от предыдущих изданий книги, в четвертом издании изложены основные требования к использованию автоматических выключателей для защиты от перегрузки и короткого замыкания. Рассмотрены меры защиты от поражения электрическим током и применение автоматических выключателей в составе такой электротехнической меры, как автоматическое отключение питания. Приведены примеры применения автоматических выключателей в электроустановках жилых зданий.

В книге также рассмотрены принцип действия, конструкция и характеристики устройств дифференциального тока, которые в совокупности с автоматическими выключателями образуют управляемые дифференциальным током автоматические выключатели бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтока (АВДТ).

Книга содержит 13 таблиц, 24 иллюстрации, библиография включает в себя 41 название.

ХАРЕЧКО В. Н., ХАРЕЧКО Ю. В. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

4-е изд. — М.: ПТФ МИЭЭ, 2006. — 240 с.: ил.



В книге изложены требования стандартов, входящих в состав комплексов ГОСТ Р 51326 (МЭК 61008) и ГОСТ Р 51327 (МЭК 61009), к устройствам защитного отключения бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтока и со встроенной защитой от сверхтока, рассмотрены принцип действия и конструкция устройств защитного отключения, даны основные характеристики и приведена их классификация.

Представлены данные о номенклатуре выпускаемых устройств защитного отключения, приведена информация о дополнительных устройствах, с помощью которых осуществляют управление, контроль и другие операции с устройствами защитного отключения.

В книге рассмотрены меры защиты от поражения электрическим током и особенности использования устройств защитного отключения в электроустановках зданий в составе электротехнических мер.

В отличие от предыдущих изданий книги, в четвертом издании выполнен анализ требований стандартов комплекса ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий», Правил устройства электроустановок седьмого издания и рекомендации СП 31 110 по применению устройств защитного отключения в низковольтных электроустановках. Рассмотрены основные принципы применения устройств защитного отключения и приведены примеры их применения в электроустановках жилых зданий.

Книга содержит 10 таблиц, 25 иллюстраций, библиография включает в себя 87 названий.

РОЩИН В.А.

СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Производственно-практическое пособие. — 3 изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2007—112 с. **Изд. №0734**



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

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

ОСИКА Л. К.

ОПЕРАТОРЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Производственно-практическое пособие М.: ЭНАС, 2007. — 192 с. **Изд. №0730**



В книге рассмотрены возможности организации бизнеса в сфере коммерческого учета электроэнергии на современном этапе рыночных преобразований в отечественной энергетике. Проведен анализ законодательной базы и практики регулирования рыночных отношений в сфере коммерческого учета. Исследован предмет бизнеса операторов коммерческого учета (ОКУ) с точки зрения его эффективности и востребованности рыночным сообществом.

Приведены доступные автору материалы, связанные с деятельностью ОКУ в зарубежных странах, прежде всего, в Великобритании.

Даны примеры развития бизнеса российских ОКУ в регионах и в 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, www.enas.ru

Склад-магазин:

115201, Москва, Каширский проезд, д. 9, стр. 1.

Метро «Варшавская».

Тел. 8-499-610-0910



ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРОВ ОТ ВЗРЫВОВ И ПОЖАРОВ

Взрывы и пожары силовых масляных трансформаторов могут привести к трагическим социальным, экологическим и экономическим последствиям, таким как: смертельные случаи, тяжелые ранения и травмы, загрязнение окружающей среды, потери от прекращения производства электроэнергии и затраты на импорт энергоресурсов, необходимость замены трансформатора и оборудования на поврежденной подстанции или электростанции, снижение производительности.

Семимесячный поиск в сети Internet, осуществленный департаментом исследований компании SERGI (Франция), привел к обнаружению информации о 630 взрывах трансформаторов только на территории США. Финансовые потери, вызванные взрывами и пожарами, а также прекращением выработки электроэнергии, достигли сотен миллионов долларов.

Силовые трансформаторы относятся к числу наиболее дорогостоящего оборудования, устанавливаемого на электростанциях и трансформаторных подстанциях. Обычно они содержат значительное количество горючего вещества, при возгорании которого пожар может распространиться на близлежащие конструкции и сооружения. Следовательно, особое внимание в этом случае должно быть уделено их защите.

Компания SERGI специализируется в области защиты трансформаторов с 1955 года. Благодаря сети своих представителей и заказчиков в разных странах мира, а также сети Интернет, специалисты этой компании собирают ежедневную информацию о взрывах и пожарах силовых трансформаторов. Полученная компанией информация регистрируется и классифицируется в компьютерной базе данных, созданной в 1990 году.



Анализ этой базы данных показал, что все пострадавшие трансформаторы были оборудованы традиционными системами электрозащиты: дифференциальной, токовой, по земле, а также реле Бухгольца и, в некоторых случаях, реле быстрого возрастания давления. Единственным используемым средством механической защиты был клапан сброса давления. В большинстве случаев системы электрической защиты срабатывали должным образом и посылали сигнал на выключатель трансформатора.

К сожалению, взрыва не удалось избежать даже в том случае, когда трансформатор был оборудован современными выключателями, обеспечивающими отключение в течение 50 миллисекунд. Единственный вид механической защиты — клапан сброса давления — не эффективен при коротких замыканиях, так как все уничтоженные

трансформаторы были оборудованы именно этим устройством.

Проведенные исследования показали, что скорость возрастания давления в баке, возникающего вследствие короткого замыкания, значительно превышает время реагирования всех систем защиты трансформатора. Это, в особенности, относится к клапану сброса давления, который не рассчитан для быстрой эвакуации необходимого количества масла, что позволило бы избежать взрыва бака трансформатора. При сильных коротких замыканиях клапан сброса давления иногда не успевает открыться вообще.

Взрывы и пожары трансформаторов обычно являются следствием пробоя изоляции. Причиной этого могут быть перегрузки или скачки в электрической цепи, вызванные молниями, переключениями, постепенным износом изоляции, недостаточным уровнем масла, влажностью, кислотой, содержащейся в масле, а также сбоями в сопутствующем оборудовании, таком, как устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) или электрические вводы.

Энергия электрической дуги, возникающая в результате пробоя изоляции, вызывает резкий скачок локальной температуры. Она также генерирует большое количество взрывчатых и горючих газов, которые провоцируют очень быстрое увеличение давления в баке трансформатора.

Затем трансформатор взрывается в течение долей секунды, и крышка бака при этом обычно срывается. Большое количество масло-газовой смеси выплескивается на значительное пространство. Контакт взрывчатых и горючих газов с воздухом (кислородом) может привести к мощному взрыву, который в некоторых случаях распространяет огонь по всей электростанции. В то же время температура поверхности масла в бакс быстро достигает точки воспламенения, и трансформатор загорается.

Чтобы разработать метод, предупреждающий взрыв бака трансформатора, в 1995 году компания SERGI приняла решение использовать результаты базы данных, содержащей параметры 50 случаев взрывов и пожаров трансформаторов, записанных системами SCADA, дающими временную шкалу основных событий и происшествий. Однако зарегистрированная информация была противоречивой. Поэтому в 1995 году компания SERGI развернула широкую программу исследований для того, чтобы понять и смоделировать процесс преобразования энергии, происходящий в баке трансформатора во время короткого замыкания. Был проанализирован и формализован механизм преобразования масла под воздействием температуры. Результатом этого анализа стала магнито-термо-гидродинамическая модель (МТГ).

МТГ-модель используется для расчета количества генерируемых взрывчатых и горючих газов, что позволяет вычислить возрастание давления в баке с течением времени. При расчетах выделения газов не следует забывать, что их количество зависит от величины тока электрической дуги и места возникновения короткого замыкания в баке трансформатора. Если электрическая дуга проходит непосредственно через диэлектрическое масло, возрастание

давления происходит очень быстро, так как вся энергия дуги расходуется на нагрев масла, и это приводит к выделению большого количества горючих и взрывчатых газов. Если короткое замыкание происходит внутри обмоток, давление в баке будет возрастать медленнее, так как часть энергии пойдет на расплавление меди или алюминия.

Для моделирования любых видов коротких замыканий расчеты должны быть сделаны с учетом точной геометрии каждой конструкции и мощности трансформатора. Таким образом, МТГ-модель принимает во внимание все параметры трансформатора:

- свойства материалов (толщина и качество меди, изоляционных материалов и т.д.);
- количество витков, размеры и геометрия обмоток;
- компоненты диэлектрического масла, характеристики потока и охлаждающей системы;
- геометрические параметры трансформатора, включая устройства РПН и электрические вводы.

Перед моделированием пробоя изоляции результаты МТГ постоянно проверяются для номинального режима работы трансформатора и в условиях перегрузок, при этом учитываются особенности оборудования заказчиков. Осуществленная программа исследований привела к созданию концепции предупреждения взрывов и пожаров, а также системы TRANSFORMER PROTECTOR, разработанной с целью предотвращения взрыва бака трансформатора при различных типах коротких замыканий.

В ходе исследований решались следующие задачи:

- определить количество взрывчатых и горючих газов, выделяющихся вследствие переноса энергии;
- рассчитать возникающее при этом увеличение давления внутри бака;
- рассчитать энергию, которая должна быть эвакуирована для предотвращения взрыва и пожара трансформатора;
- разработать систему, позволяющую эвакуировать газы и масляную смесь и препятствующую доступу кислорода.

На электростанциях короткие замыкания трансформаторов представляют особенно большой риск, так как инерция генератора продолжает питать электрическую дугу в течение относительно большого промежутка времени, если между генератором и трансформатором нет выключателя. Для предотвращения взрыва бака трансформатора такие условия являются наиболее тяжелыми. По этой причине были изучены проблемы предупреждения взрыва блочных трансформаторов на электростанциях во время трехлетней программы исследований, осуществленной при сотрудничестве с одной из американских энергокомпаний.

Результаты программы исследований показали следующее:

- давление внутри бака трансформатора возрастает от 50 до 1 000 бар в секунду, в зависимости от места короткого замыкания и количества энергии, передаваемой маслу электрической дугой;

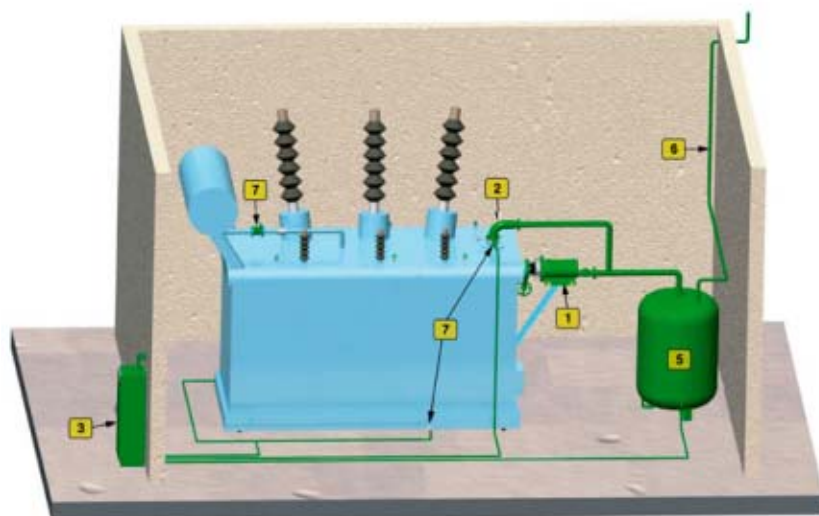


Рис. 1

1—2 Модули депрессюризации для трансформатора и РПН

Все модули депрессюризации включают в себя разрывной диск (диафрагму) для сброса избыточного давления и декомпрессионную камеру, способствующую быстрой депрессюризации. Их диаметр рассчитывается индивидуально для каждого типа трансформатора и РПН. В дополнение, модуль депрессюризации бака трансформатора включает в себя изолирующий вентиль и поглотитель вибрации и расширения.

3—4 Модули устранения взрывчатых газов

Они позволяют создать безопасную атмосферу внутри бака трансформатора и маслонеполненной емкости регулятора напряжения под нагрузкой, благодаря подаче потока азота, после осуществления их депрессюризации. Количество точек подачи азота варьируется в зависимости от размера трансформатора.

5—6 Модуль отделения масла и газов

Бак отделения масла и газов (5) принимает выбрасываемую смесь масла и горючих газов. Затем происходит отделение газов от масла и последние выводятся через трубу эвакуации взрывчатых газов (6) в удаленную зону, где они могут сгорать безопасно, как на нефтеперерабатывающем предприятии. Один бак отделения масла и газов может быть использован для нескольких трансформаторов, при условии, что они находятся на небольшом расстоянии друг от друга.

7 Отсечной клапан расширителя

Отсечной клапан расширителя препятствует сливу масла из расширителя в случае обнаружения необычно сильного потока масла. Благодаря этому удается оптимизировать объем бака отделения масла и газа.

8 Пульт управления

Обычно расположенный в диспетчерской, обеспечивает логику функционирования системы. Пульт управления соединен с системой **TRANSFORMER PROTECTOR**, а также со всеми электрическими защитами трансформатора.

- клапаны сброса давления, обычно устанавливаемые на баке трансформатора, не способны понизить внутреннее давление бака и предохранить его от взрыва во время короткого замыкания для всех моделируемых ситуаций;

- в большинстве случаев трансформаторы взрываются в течение 5—50 миллисекунд после того, как давление внутри бака начинает возрастать.

Также стало очевидным, что информация, зарегистрированная системами SCADA во время коротких замыканий трансформаторов, является бесполезной. Так как градиент возрастания давления слишком высок для традиционных измерительных приборов, это не позволяет адекватно отображать течение события.

Эффективным средством защиты трансформаторов и их устройств регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) является система **TRANSFORMER PROTECTOR (TP)**, разработанная компанией **SERGI**.

Система TP предназначена для применения на всех масляных трансформаторах мощностью свыше 0,1 МВА и выполняет следующие функции:

- снижение давления в баке трансформатора (в течение нескольких миллисекунд);
- эвакуация взрывчатых газов из бака трансформатора без контакта с воздухом;
- отвод взрывчатых газов от трансформатора в отдаленную зону, где они могут сгореть в безопасности, что важно, например, на нефтеперерабатывающих предприятиях;
- прекращение выделения взрывчатых газов благодаря использованию подачи азота.

В зависимости от мощности трансформатора и его местоположения находят применение системы TP трех различных моделей. Каждый тип включает в себя один или несколько модулей сброса давления и один модуль устранения взрывчатых газов. Отличия состоят в особенностях осуществления декомпрессии, разделения масла и взрывчатых газов, хранения отведенного масла.

Система STP предназначена для относительно небольших трансформаторов мощностью от 0,1 до 5 МВА, расположенных вне или внутри помещений. Система MTP предназначена для любых трансформаторов мощностью от 0,1 до 1000 МВА или более, расположенных вне или внутри помещений. Система LTP предназначена для любых трансформаторов мощностью от 5 до 1000 МВА и более, расположенных вне помещений на электростанциях и трансформаторных подстанциях.

По материалам журнала
«Техника без опасности»



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 2007г.)

Часть I

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМИРОВАНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ЖИЛИЩНОГО, ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВ ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.2. Нормы обслуживания и нормативы численности рабочих

1.2.1. Санитарное содержание домовладений

Профессия: дворник.

Примерный перечень работ

Ручная уборка домовладений: подметание, сдвигание свежеснежавшего снега, очистка территорий с усовершенствованными покрытиями от уплотненного снега, очистка территорий, водосточных труб, крышек люков пожарных колодцев от наледи и льда, перекидывание снега и скола, сдвигание снега и скола, сброшенного с крыш, очистка участков территорий при зимних механизированных уборочных работах, укладка снега в валы или кучи после механизированной уборки, погрузка снега и скола на транспорт, уборка отмосток, приямков, посыпка территорий песком во время гололеда. Уборка газонов от случайного мусора, подметание территорий, мойка территории с усовершенствованными и неусовершенствованными покрытиями из шланга, поливка газонов из шланга, очистка участков территорий при летних механизированных уборочных работах, недоступных для уборки машиной. Очистка урн от мусора и промывка их, промывка номерных фонарей, протирка указателей, уборка контейнерных площадок, погрузка мусора на автотранспорт вручную.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 4

Виды территорий	Классы территорий			
	I	II	III	
	Нормы обслуживания, кв. м			Нормы
С усовершенствованными покрытиями	3630	3080	2500	1
С неусовершенствованными покрытиями	2860	2420	1850	2
Без покрытий	2340	1980	1610	3
	а	б	в	

Профессия: уборщик мусоропроводов

Примерный перечень работ

Профилактический осмотр мусоропроводов, удаление мусора из мусороприемных камер (мытьё стен, полов, трапов). Мойка мусоросборников (при системе вывоза мусора способом «опорожнения»), уборка загрузочных клапанов и нижней части ствола и шибера. Дезинфекция мусоросборников и всех элементов мусоропровода.

Таблица 5

Типы мусоросборников	Количество этажей в здании							
	До 9 этажей				От 10 до 13			
	Место нахождения камер							
	На первом этаже	В цокольном этаже	В подвале с заглубленностью		На первом этаже	В цокольном этаже	В подвале с заглубленностью	
			До 3 м	Свыше 3 м			До 3 м	Свыше 3 м
Нормы обслуживания (количество проживающих, чел.)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Переносной мусоросборник	460	440	430	390	510	490	470	430
2. Контейнер	480	470	460	420	540	530	510	470
3. Бункер	390	380	370	330	470	460	450	410
	а	б	в	г	д	е	ж	з
От 14 до 18				От 19 до 21				
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Переносной мусоросборник	560	540	520	470	610	490	470	430
2. Контейнер	590	580	560	510	640	630	610	550
3. Бункер	520	510	490	440	570	560	540	490
	и	к	л	м	н	о	п	р

Примечание. При обслуживании мусоропроводов с загрузочными клапанами, находящимися в квартирах (уход за которыми входит в обязанности жильцов), к нормам обслуживания данной таблицы принять $K = 1,06$.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Профессия: уборщик помещений.

Примерный перечень работ

Влажное подметание и мытье лестничных площадок и маршей, обметание пыли с потолков, влажная протирка (стен, дверей, плафонов, подоконников, оконных решеток, перил, шкафов для электрощитков и слаботочных устройств, почтовых ящиков, ограждений лифтовых шахт из металлической сетки, уборка кабин лифтов), мытье окон, подметание и мытье площадки перед входом в подъезд.

Таблица 6

№ п/п	Количество этажей в здании	Виды оборудования на лестничных клетках	Нормы обслуживания, кв.м
1.	От 2 до 5	Оборудование отсутствует	790
		Мусоропровод	620
		Лифт	830
		Лифт и мусоропровод	690
2.	От 6 до 9	Лифт	950
		Лифт и мусоропровод	820
3.	От 10 до 16	Лифт и мусоропровод	1050
4.	От 16 до 21	Лифт и мусоропровод	1180

1.2.2. Эксплуатация, техническое обслуживание и текущий ремонт жилищного фонда

Примерный перечень работ

Проведение планово-предупредительных работ по сохранению конструкций, инженерного оборудования и по отделке зданий, предотвращающих преждевременный их износ, а также работ по устранению мелких повреждений и неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации жилищного фонда.

Контроль технического состояния, поддержание работоспособности или исправности, наладка и регулировка, подготовка к сезонной эксплуатации зданий в целом и его элементов и систем.

Проведение систематических плановых и внеплановых осмотров здания в целом, его систем и внешнего благоустройства.

Примерный перечень профессий

Изолировщик на гидроизоляции, каменщик, кровельщик по рулонным кровлям и по кровлям из штучных материалов, кровельщик по стальным кровлям, маляр строительный, облицовщик-плиточник, облицовщик синтетическими материалами, печник, плотник, паркетчик, слесарь-сантехник, слесарь строительный, стекольщик, столяр строительный, штукатур, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, электрогазосварщик.

Таблица 7

Группа зданий	Норматив численности на 10 000 кв. м, общей площади здания (чел.)		
	всего	В том числе	
		Техническое обслуживание	Текущий ремонт
I – крупнопанельные блочные здания до 5 этажей с износом до 30%	2,85	1,5	1,35
II – крупнопанельные булочные здания свыше 5 этажей с износом до 30%	2,53	1,49	1,04
III – кирпичные и каменные здания до 5 этажей с износом до 30%	3,33	1,49	1,84

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Группа зданий	Норматив численности на 10 000 кв. м, общей площади здания (чел.)		
	всего	В том числе	
		Техническое обслуживание	Текущий ремонт
IV – кирпичные и каменные здания до 5 этажей с износом свыше 30%	3,82	1,7	2,12
V – кирпичные и каменные из других материалов с износом до 30%	3,13	1,54	1,59
VI – деревянные здания из других материалов с износом до 30%	3,96	1,5	2,46
VII – деревянные здания и из других материалов с износом свыше 30%	4,59	1,65	2,94

1.2.3. Аварийно-ремонтное обслуживание жилищного фонда

Примерный перечень работ

Выполнение работ, связанных с ликвидацией аварий и неисправностей внутридомовых сетей и оборудования водопровода, канализации, горячего водоснабжения, центрального отопления и электроснабжения, по заявкам и указаниям администрации.

Устранение течи запорной и водоразборной арматуры при авариях на трубопроводах с горячим и холодным водоснабжением, замена сгонов, установка бандажей на трубопроводе, смена небольших участков трубопроводов (до 2 м), выполнение сварочных работ при ремонте или замене трубопровода.

Прочистка засоров сантехнических приборов (унитазов, раковин, умывальников, сифонов), канализационных труб и стояков внутри дома и до первого колодца, заделка свищей и зачеканка раструбов, замена негодных сифонов и небольших участков трубопровода (до 2 м) для устранения засора или течи, выполнение сварочных работ. Выполнение работ по ремонту и замене сгонов, запорной арматуры, смене небольших участков трубопроводов (до 2 м), ликвидации течи путем уплотнения соединения труб центрального отопления, арматуры и нагревательных приборов, выполнение сварочных работ.

Замена предохранителей и плавких вставок в электроплитах, ремонт электрощитков (замена шпилек, подтяжка и зачистка контактов), включение и замена вышедших из строя автоматов.

Выполнение сопутствующих работ: рытье траншей при ремонте или замене участка трубопровода; откачка воды из подвала при ликвидации аварий и после нее; вскрытие полов, пробивка отверстий и борозд при ликвидации неисправностей на скрытых трубопроводах; отключение стояков отдельных участков трубопроводов для производства ремонтных работ; опорожнение отключенных участков центрального отопления и обратное наполнение их с пуском системы после устранения неисправности.

Примерный перечень профессий

Слесарь—сантехник, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, электрогазосварщик, водитель автомобиля.

Таблица 8

Размер приведенной общей площади, тыс. кв. м											
До 500	501-700	701-900	901-1200	1201-1600	1601-2000	2001-2600	2601-3300	3301-4200	4201-5300	5301-6700	6101-8600
Норматив численности (человек в сутки)											
12-13	14-15	16-17	18-20	21-24	25-29	30-35	36-44	45-53	54-67	68-83	84-104

Примечания.

1. При двухсменном режиме работы к нормативам численности применяется коэффициент — 0,84.

2. При односменном режиме работы к нормативам численности применяется коэффициент — 0,68.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Пояснения к разделу 1.2

Территории классифицированы по интенсивности пешеходного движения.

1 класс — до 50 чел./час

2 класс — от 50 до 100 чел./час

3 класс — свыше 100 чел./час.

Раздел ii

НОРМАТИВЫ

ЧИСЛЕННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ, СПЕЦИАЛИСТОВ, СЛУЖАЩИХ И РАБОЧИХ ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА

2.1. Нормативы численности руководителей, специалистов и служащих

2.1.1. Общее руководство, организационно-техническая подготовка производства, контроль за правильной эксплуатацией водопроводно-канализационных сооружений и сетей, организация охраны труда и техники безопасности, бухгалтерский учет и финансовая деятельность, технико-экономическое планирование и организация труда и заработной платы, подбор, подготовка и расстановка кадров, управление материально-техническим снабжением, правовое обслуживание, общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание, управление капитальным строительством.

Примерный перечень должностей

Начальник, главный инженер, главный бухгалтер, заместитель начальника, главный механик, главный энергетик, главный гидролог, начальник отдела, инженер (ведущий, I, II категории), бухгалтер (ведущий, I, II категории), экономист (I, II категории), юрисконсульт (I, II категории), юрисконсульт, заведующий складом, техник (I, II категории), инспектор, касир, экспедитор, агент по снабжению, секретарь—машинистка, машинистка (I, II категории), заведующий хозяйством.

Таблица 1

Наименование функций управления	Среднесписочная численность работников, чел.							
	До 200	201-400	401-600	601-800	801-1100	1101-1400	1401-1700	1701-2000
	Нормативная численность, чел.							
Всего:	19-20	20-25	25-29	29-35	35-39	39-44	44-49	49-52
В т.ч. по функциям управления								
1. Общее руководство	3	3-4	4	4-5	5	5-6	6-7	7
2. Организационно-техническая подготовка производства, контроль за правильной эксплуатацией водопроводно-канализационных сооружений и сетей	4	4-5	5	5-6	6-7	7	7-8	8-9
3. Организация охраны труда и техники безопасности	1	1	1	1	1-2	2	2	2
4. Бухгалтерский учет и финансовая деятельность	5-6	6	6-7	7	7-8	8	8-9	9
5. Техничко-экономическое планирование, организация труда	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5-6	6
6. Подбор, подготовка и расстановка кадров	1	1	1-2	2	2-3	3	3	3-4
7. Управление материально-техническим снабжением	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4	4
8. Правовое обслуживание	-	-	1	1	1	1	1	1
9. Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание	1	1	1	1-2	2	2-3	3	3
10. Управление капитальным строительством	1	1-2	2-3	3-4	4	4-5	5-6	6-7

Примерный перечень работ по функциям

Общее руководство

Руководство всеми видами деятельности предприятия водопроводно-канализационного хозяйства. Организация работы и эффективного взаимодействия производственных единиц и других структурных подразделений предприятия. Обеспечение выполнения предприятием установленных количественных и качественных показателей, обязательств перед государственным бюджетом, потребителями и банками. Организация производственно-хозяйственной деятельности. Определение технической политики, перспектив развития предприятия и путей реализации комплексных программ по всем направлениям совершенствования, реконструкции и технического перевооружения действующего производства.

Организационно-техническая подготовка производства, контроль за правильной эксплуатацией водопроводно-канализационных сооружений и сетей

Организация технической эксплуатации сооружений и оборудования водопроводно-канализационного хозяйства. Составление планов и графиков профилактических проверок и измерений систем.

Подготовка предложений по разработке и внедрению мероприятий по обеспечению высококачественной и бесперебойной работы сооружений и оборудования, надежности их действия и совершенствования эксплуатации. Разработка инструкций и технологических карт по обслуживанию сооружений и оборудования. Контроль качества работы и технического состояния оборудования и сооружений, выполнения работниками правил и инструкций по их правильной эксплуатации. Разработка мероприятий по развитию и реконструкции технических средств, составлению технических заданий на проектирование новых и реконструкции действующих сооружений. Разработка планов текущего и капитального ремонта аппаратуры, оборудования и сооружений, организация работы по их выполнению.

Организация охраны труда и техники безопасности

Осуществление контроля за соблюдением в подразделениях предприятия действующего законодательства, инструкций, правил и норм по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной защите и охране окружающей среды, за предоставлением работникам установленных льгот и компенсаций по условиям труда. Контроль своевременности испытаний, проверок и правильной эксплуатации оборудования, соблюдение графиков замеров воздушной среды, производственного шума, вибрации и т.п., выполнение предписаний органов государственного надзора за соблюдением действующих норм и стандартов техники безопасности. Разработка инструкций по охране труда и технике безопасности. Проведение инструктажей работников.

Бухгалтерский учет и финансовая деятельность

Организация учета финансово-хозяйственной деятельности. Принятие мер по предупреждению нарушений финансовой деятельности. Ведение плановой и учетной документации. Осуществление контроля за сохранностью собственности предприятия, правильным расходованием денежных средств и материальных ценностей. Проведение анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Организация учета основных фондов, сырья, материалов, топлива, денежных средств и других ценностей предприятия, исполнения смет расходов, расчетов по заработной плате. Составление балансов и бухгалтерской отчетности. Осуществление операций по приему, выдаче и хранению денежных средств и ценных бумаг. Ведение кассовых книг, выверка фактического наличия денежных сумм и ценных бумаг с книжным остатком, представление кассовой отчетности. Получение по документам денежных средств и ценных бумаг в банке. Возврат денежных средств в банк.

Технико-экономическое планирование и организация труда и заработной платы

Подготовка исходных данных для составления проектов текущих и перспективных планов производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Проведение экономического анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия, выявление резервов производства, подготовка мероприятий по их использованию, оформление нарядов на работы. Ведение учета и контроля за ходом выполнения плановых заданий по предприятию, подготовка и сдача статистической и периодической отчетности в установленные сроки и по утвержденным формам.

Подбор, подготовка и расстановка кадров

Организация профессионального обучения рабочих и повышения квалификации руководящих работников и специалистов. Учет личного состава предприятия, его подразделений и установленной документации по кадрам. Оформление приема, перевода и увольнения работников в соответствии с трудовым законодательством, положениями, инструкциями и приказами руководителя предприятия. Оформление необходимой документации и составление установленной отчетности о работе с кадрами.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Управление материально-техническим снабжением

Организация обеспечения предприятия всеми необходимыми для его производственной деятельности материальными ресурсами, разработка проектов перспективных и годовых планов материально-технического обеспечения на основе определения потребностей подразделений предприятия в материальных ресурсах, составлении материальных балансов и заявок на материальные ресурсы. Обеспечение контроля за состоянием запасов материалов и комплектующих изделий. Организация работы складского хозяйства. Организация оперативного учета снабженческих операций, переписей материальных ресурсов, составление установленной отчетности.

Правовое обслуживание

Разработка документов правового характера. Подготовка материалов для передачи их в арбитраж, следственные и судебные органы, учет и хранение находящихся в производстве и законченных исполнением судебных и арбитражных дел. Участие в работе по заключению хозяйственных договоров, подготовка заключений об их юридической обоснованности, в разработке условий коллективных договоров, а также в рассмотрении вопросов о дебиторской и кредиторской задолженности. Контроль своевременности представления справок, расчетов, объяснений и других материалов для подготовки ответов на претензии. Подготовка совместно с другими подразделениями предложения об изменении действующих или отмене утративших силу приказов и других нормативных актов, изданных на предприятии. Участие в подготовке заключений по правовым вопросам.

Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание

Своевременная обработка поступающей и отправляемой корреспонденции, доставка ее по назначению, осуществление контроля за сроками исполнения документов и их правильным оформлением. Прием документов, их регистрация, учет и передача в соответствующие структурные подразделения. Печатаение и размножение служебных документов. Обеспечение сохранности хозяйственного инвентаря, его восстановление и пополнение. Контроль за соблюдением чистоты в помещениях, их состоянием и принятие мер к своевременному ремонту помещений. Обеспечение работников канцелярскими принадлежностями и предметами хозяйственного обихода.

Управление капитальным строительством

Разработка планов капитального строительства, реконструкции и расширения предприятия, составление заявок на строительные материалы и оборудование для вновь вводимых объектов, титульных списков на строительство, обеспечение выполнения работ, предусмотренных в титульных списках. Составление планов технического перевооружения, определение необходимых ассигнований для строительства, проектирования и приобретения оборудования. Заключение договоров с подрядными организациями и предприятиями. Контроль за выполнением проектными и строительными организациями договорных обязательств. Технический надзор и контроль за сроками и качеством выполнения всех строительно-монтажных и других строительных работ. Совместно с подрядными организациями проведение работы по сдаче, приемке и вводу в эксплуатацию объектов, законченных строительством.

2.1.2. Организация реализации и учета водопотребления и водоотведения по абонентам

Примерный перечень выполняемых работ

Заключение договоров с абонентами. Производство расчетов с абонентами за отпуск воды и пропуск сточных вод на основе действующих правил, договоров и установленных графиков, контроль за выполнением предусмотренных договорных обязательств. Учет отпуска воды и пропуска сточных вод. Составление графика обхода абонентов, ремонта и проверок приборов учета.

Примерный перечень должностей

Начальник абонентного отдела, бухгалтер (I, II категории), инженер (I, II категории), инженер, техник (I, II категории).

Таблица 2

Количество абонентов	Нормативная численность, чел.
До 2000	1—3
Свыше 20 000 до 50 000	3—6

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1.3. Оперативное руководство эксплуатацией водопроводных сооружений по забору, подаче, хранению и перекачке воды

Примерный перечень выполняемых работ

Организационное и техническое руководство эксплуатацией и ремонтом оборудования и сооружений, анализ основных показателей работы. Периодическое обследование и контроль состояния организации эксплуатации и ремонта оборудования и сооружений. Ведение учета и отчетности, анализ аварий и брака в работе сооружений и оборудования, разработка мероприятий по их предотвращению, локализации. Контроль выполнения мероприятий по технике безопасности и пожарной безопасности. Проведение паспортизации и инвентаризации эксплуатируемых оборудования и сооружений.

Примерный перечень должностей

Начальник цеха, участка, смены, насосной станции, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 3

Поднято воды насосными станциями 1 подъема, тыс. куб. м в год	Нормативная численность, чел.
До 20 000	1—2
Свыше 20 000 до 60 000	2—5
Свыше 60 000 до 100 000	5—9
Свыше 100 000 до 150 000	9—13
Свыше 150 000 до 200 000	13—18
Свыше 200 000 до 250 000	18—22
Свыше 250 000 до 300 000	22—26

2.1.4. Оперативное руководство эксплуатацией очистных сооружений водопровода

Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение содержания в исправном состоянии и правильной технической эксплуатации очистной водопроводной станции, средств транспорта, связи, оборудования, механизмов, производственных и подсобных зданий. Обеспечение выполнения производственных планов, проведение работы по техническому совершенствованию эксплуатируемых объектов. Оказание технической помощи обслуживаемым хозяйствам в эксплуатации. Представление установленной отчетности по ремонтно-эксплуатационным работам. Организация охраны станции, оборудования, различных устройств, средств транспорта и связи, насаждений и других материальных ценностей, контроль выполнения правил технической эксплуатации, охраны труда, техники безопасности и противопожарной защиты.

Примерный перечень профессий

Начальник очистной станции водопровода, цеха, участка, смены, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 4

Среднесписочная численность рабочих по эксплуатации очистных сооружений водопровода, чел.	Нормативная численность, чел.
До 100	2—7
101—200	7—12
201—300	12—17

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1.5. Оперативное руководство эксплуатацией водопроводных сетей

Примерный перечень выполняемых работ

Осуществление руководства технической эксплуатацией сетей водопровода. Обеспечение выполнения плана и рационального использования воды, контроль за техническим состоянием сетей водопровода. Составление графиков проведения капитального и текущего ремонта. Контроль рационального расходования материалов при выполнении ремонтных работ на сетях. Контроль за выполнением правил технической эксплуатации, охраны труда, техники безопасности и противопожарной защиты.

Примерный перечень должностей

Начальник службы, района, участка, инженер (I, II категории), инженер, техник (I, II категории), техник, мастер.

Таблица 5

Среднесписочная численность рабочих по эксплуатации водопроводных сетей, чел.	Нормативная численность, чел.
До 20	1
21—60	2—5
61—100	5—7
101—140	7—12
141—180	12—17
181—220	17—19
221—300	19—21

2.1.6. Оперативное руководство эксплуатацией канализационных насосных станций

Примерный перечень выполняемых работ

Организационное и техническое руководство эксплуатацией и ремонтом оборудования насосных станций, анализ основных показателей работы. Периодическое обследование и контроль состояния организации эксплуатации и ремонта оборудования. Ведение учета и отчетности, анализ аварий и брака в работе оборудования насосных станций, разработка мероприятий по их предотвращению, локализации. Контроль выполнения мероприятий по технике безопасности и пожарной безопасности. Проведение паспортизации и инвентаризации эксплуатируемого оборудования.

Примерный перечень должностей

Начальник цеха, участка, канализационных насосных станций, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 6

Среднесписочная численность работающих на канализации, чел.	Нормативная численность, чел.
До 120	1—5
121—280	5—6
281—480	6—8
481—800	8—11

2.1.7. Оперативное руководство эксплуатацией очистных сооружений канализации

Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение содержания в исправном состоянии и правильной технической эксплуатации очистной канализационной станции, средств транспорта, связи, оборудования, механизмов, производственных и подсобных зданий. Обеспечение выполнения производственных планов, проведение работы по техническому совершенствованию эксплуатируемых объектов. Оказание обслуживаемым хозяйствам технической помощи в эксплуатации. Представление установленной отчетности по ремонтно-эксплуатационным работам. Организация охраны станции, оборудования, различных устройств, средств транспорта и связи, насаждений и других материальных ценностей, контроль выполнения правил технической эксплуатации, охрана труда, техники безопасности и противопожарной защиты.

Примерный перечень должностей

Начальник очистной станции канализации, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 7

Пропуск сточных вод через очистные сооружения канализации, тыс. куб. м в год	Нормативная численность, чел.
До 15 000	2—3
Свыше 15 000 до 45 000	3—7
свыше 45 000 до 90 000	7—13
свыше 90 000 до 135 000	13—16
свыше 135 000 до 210 000	16—19
свыше 210 000 до 300 000	19—23

2.1.8. Оперативное руководство эксплуатацией канализационных сетей

Примерный перечень выполняемых работ

Осуществление руководства технической эксплуатацией сетей канализации. Обеспечение выполнения плана, контроль за техническим состоянием сетей канализации. Составление графиков проведения капитального и текущего ремонта. Контроль расходования материалов при выполнении ремонтных работ на сетях.

Контроль за выполнением правил технической эксплуатации, охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности.

Примерный перечень должностей

Начальник службы, района, участка, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 8

Среднесписочная численность рабочих по эксплуатации канализационных сетей, чел.	Нормативная численность, чел.
До 50	1—5
51—150	5—11

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1.9. Контроль качества подачи воды и пропуска сточных вод

Примерный перечень выполняемых работ

Проведение лабораторных анализов питьевых и сточных вод для определения их соответствия действующим стандартам и техническим условиям. Контроль содержания в питьевой воде и водоисточниках химических веществ, являющихся промышленными загрязнителями, проведение необходимых гидробиологических исследований. Определение остаточного количества веществ, используемых при обработке воды. Контроль содержания в сточной воде трудно определяемых и специфических ингредиентов. Проведение анализов осадков иловой жидкости и активного ила. Производство необходимых расчетов по выполненным анализам, анализ полученных результатов и систематизация их. Исследование причин загрязнения стоков и участие в разработке предложений по их предупреждению и устранению. Контроль за правильной эксплуатацией лабораторного оборудования и своевременным представлением его на периодическую государственную проверку.

Примерный перечень должностей

Начальник химико-бактериологической лаборатории, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), лаборант.

Таблица 9

Объем пропуска воды через очистные сооружения водопровода и сточных вод через очистные сооружения канализации, тыс. куб. м	Нормативная численность, чел.
до 40 000	1—6
свыше 40 000 до 120 000	6—12
свыше 120 000 до 240 000	12—16
свыше 240 000 до 360 000	16—19
свыше 360 000 до 480 000	19—22
свыше 480 000 до 600 000	22—26
свыше 600 000 до 720 000	26—28

2.1.10. Контроль за стоками промышленных предприятий

Примерный перечень выполняемых работ

Проведение анализов сточных вод для определения их соответствия действующим стандартам и техническим условиям.

Контроль за состоянием промышленных стоков, поступающих в городские системы водоотведения. Производство необходимых расчетов по выполненным анализам, анализ полученных результатов и систематизация их. Исследование причин загрязнения стоков и участие в разработке предложений по их предупреждению и устранению.

Примерный перечень должностей

Инженер (I, II категории), техник (I, II категории), лаборант.

Таблица 10

Пропуск сточных вод через канализационную сеть, тыс. куб. м в сутки	Нормативная численность, чел.
До 500	2-3
Свыше 500 до 1000	3-5

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1.11. Организация обслуживания зданий, сооружений, оборудования, КИП и средств автоматики

Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение содержания в исправном состоянии и правильной технической эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, бесперебойной работы контрольно-измерительных приборов и средств автоматики в соответствии с производственной программой, календарными планами. Подготовка и организация ремонта зданий, сооружений, оборудования, КИП и средств автоматики, контроль соблюдения правил эксплуатации и инструкций, выявление причин неисправностей и устранение их.

Примерный перечень должностей

Начальник цеха, участка, мастерской, инженер (I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 11

Объем подачи воды потребителям и очистки (пропуска) сточных вод, тыс. куб. м в сутки	Нормативная численность, чел.
до 200	3—7
свыше 200 до 500	7—10
свыше 500 до 800	10—18
свыше 800 до 1200	18—20
свыше 1200 до 1700	20—22
свыше 1700 до 2000	22—24

2.1.12. Организация ремонта и технического обслуживания автомобильного транспорта, специальных дорожных и строительных машин и механизмов

Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение содержания в надлежащем состоянии транспорта, машин и механизмов. Организация выпуска машин в технически исправном состоянии. Осуществление контроля за соблюдением водителями правил технической эксплуатации машин. Осуществление контроля за обеспечением горюче-смазочными материалами, за своевременным обслуживанием и правильным хранением машин и механизмов. Контроль за соблюдением правил и норм охраны труда и техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Примерный перечень должностей

Начальник цеха, гаража, колонны, механик, мастер, диспетчер.

Таблица 12

Количество машин и механизмов, ед.	Нормативная численность, чел.
До 60	1—3
61—120	3—6
121—180	6—9
181—240	9—12

CONTENTS №11/2007

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».

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ.

Ф. СП-1	АБОНЕМЕНТ на журнал		на 2008 год по месяцам																		
	(наименование издания) Главный энергетик		Индекс издания Количество комплектов																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Куда		(почтовый индекс)		(адрес)				
													Кому		(фамилия, инициалы)						
														ДОСТАВочная КАРТОчка				на журнал		Индекс издания)	
	ПВ	место	ли-тер											82717		16579					
														Главный энергетик				(наименование издания)			
	Стоимость	подписки	руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Куда		(почтовый индекс)		(адрес)				
													Кому		(фамилия, инициалы)						

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ.

Ф. СП-1	АБОНЕМЕНТ на журнал		на 2008 год по месяцам																		
	(наименование издания) Главный энергетик		Индекс издания Количество комплектов																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Куда		(почтовый индекс)		(адрес)				
													Кому		(фамилия, инициалы)						
														ДОСТАВочная КАРТОчка				на журнал		Индекс издания)	
	ПВ	место	ли-тер											16579		16579					
														Главный энергетик				(наименование издания)			
	Стоимость	подписки	руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.		руб. кол.						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Куда		(почтовый индекс)		(адрес)				
													Кому		(фамилия, инициалы)						

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится работниками предприятий связи и подписных агентств.

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится работниками предприятий связи и подписных агентств.

ЗАО «Независимая тиражная служба»

Юр. адрес: 107370, г. Москва, Открытое ш., д. 2, кор. 9А, кв. 198

Образец заполнения платежного поручения

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

ДОСТАВКА ИЗДАНИЙ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО ПОЧТЕ ЦЕННЫМИ БАНДЕРОЛЯМИ ЗА СЧЕТ РЕДАКЦИИ. В СЛУЧАЕ ВОЗВРАТА ЖУРНАЛОВ ОТПРАВИТЕЛЮ, ПОЛУЧАТЕЛЬ ОПЛАЧИВАЕТ СТОИМОСТЬ ПОЧТОВОЙ УСЛУГИ ПО ВОЗВРАТУ И ДОСЫЛУ ИЗДАНИЙ ПО ИСТЕЧЕНИИ 15 ДНЕЙ.

Получатель

ИНН 7718644205 \ КПП 771801001

сч. № 40702810238180136003

ЗАО «Независимая тиражная служба»

Вернадское ОСБ №7970

Банк получателя

Сбербанк России ОАО, г. Москва

БИК 044525225

к/сч. № 30101810400000000225

СЧЕТ № 1Ж8 от 27.09.2007

Покупатель:

Расчетный счет №:

Адрес:

№№ п/п	Предмет счета (наименование издания)	Кол-во экз.	Цена за 1 экз.	Сумма	НДС, %	Всего
1	Главный энергетик	6	540	3240	Не обл.	3240
ИТОГО:						

ВСЕГО К ОПЛАТЕ:

Генеральный директор

Главный бухгалтер



Москаленко

Москаленко

К.А. Москаленко

Л.В. Москаленко

М.П.

ВНИМАНИЮ БУХГАЛТЕРИИ!

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ (С ИНДЕКСОМ) И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

ОПЛАТА ДОСТАВКИ ЖУРНАЛОВ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ.

НДС НЕ ВЗИМАЕТСЯ (УПРОЩЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ).

ДАННЫЙ СЧЕТ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВАНИЕМ ДЛЯ ОПЛАТЫ ПОДПИСКИ НА ИЗДАНИЯ ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ И ЗАПОЛНЯЕТСЯ ПОДПИСЧИКОМ. СЧЕТ НЕ ОТПРАВЛЯТЬ В АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА.