

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОВОСТИ ЭНЕРGETИКИ</b>	<b>3</b>
<b>ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ</b>	<b>10</b>
Суета вокруг надежности	10
<b>РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ</b>	<b>14</b>
Полипропиленовые трубы: делаем выбор	14
<b>ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО</b>	<b>17</b>
Энергоцентры на базе микротурбинных установок	17
Неразрушающая диагностика силовых кабельных линий номинальным напряжением 6—35 кВ	21
Компенсация реактивной мощности «три в одном» или панацея от всех бед?	28
Групповой плавный пуск высоковольтных синхронных электроприводов компрессорных станций	32
Диагностирование выключателей	36
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>44</b>
Диспетчеризация — дань моде или способ экономить?	44
Обзор горелок для котлов	47
Теплоизоляция для внутренних инженерных систем	51
Горячее водоснабжение объектов с явно выраженной неравномерностью водопотребления	54
<b>ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>58</b>
Измерение расхода сжатого воздуха	58
TORNADO — новая серия компрессоров Sauer	61
<b>ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>63</b>
Методика испытания освещения	63
<b>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>	<b>69</b>
Энергосбережение и новые технологии охлаждения 6Зжидкостей в безнасадочных градирнях с динамическим охладителем	69
Энерго- и ресурсосберегающие технологии в металлургии	72

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

ИД «Панорама»  
Издательство «Промтрансиздат»  
<http://promtransizdat.ru>

Почтовый адрес:  
107031, Москва, а/я 49 (ИД «Панорама»)

Редакционный совет:  
**Жуков В. В.**, д-р техн. наук, проф.,  
чл.-корр. Академии электротехнических наук РФ,  
директор Института энергетики  
**Киреева Э. А.**, канд. техн. наук, проф. Института  
повышения квалификации «Нефтехим»  
**Мисриханов М. Ш.**, д-р техн. наук, проф.,  
генеральный директор «ФСК Межсистемные  
электрические сети Центральной России»  
**Старшинов В. А.**, д-р техн. наук, проф.,  
зав. кафедрой МЭИ  
**Харитон А. Г.**, д-р техн. наук, проф.,  
ректор Международной академии  
информатизации  
**Чохонелидзе А. Н.**, д-р техн. наук, проф.  
Тверского государственного технического  
университета.

Главный редактор издательства  
**Шкирмонтов А. П.**,  
канд. техн. наук  
[aps@panor.ru](mailto:aps@panor.ru)  
[promjournal@mail.ru](mailto:promjournal@mail.ru)  
тел. (495) 945-32-28

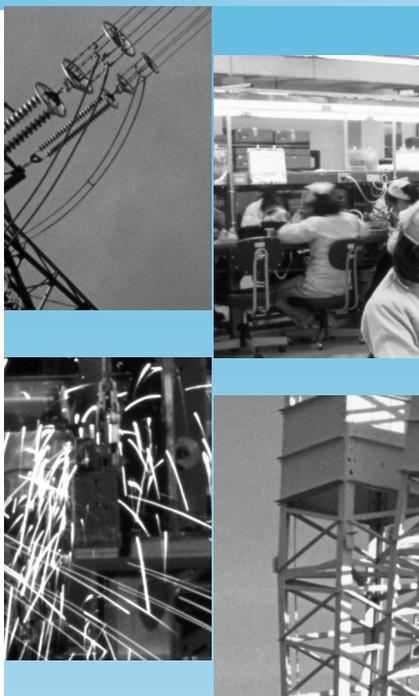
Главный редактор  
**Леонов С. А.**  
[glavenergo@mail.ru](mailto:glavenergo@mail.ru)

Предложения и замечания:  
[promizdat@panor.ru](mailto:promizdat@panor.ru)  
тел. (495) 945-32-28

Журнал распространяется по подписке во всех  
отделениях связи РФ по каталогам:  
ОАО «Агентство «Роспечать» — индекс 82717;  
«Пресса России» — индекс 29465;  
«Почта России» — индекс 16579,  
а также с помощью подписки в редакции:  
тел.: (495) 625-96-11, 625-94-22  
[podpiska@panor.ru](mailto:podpiska@panor.ru)



Подписано в печать 09.09.2008  
Формат 60x88/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 13. Заказ №



## ОБМЕН ОПЫТОМ 79

Опыт применения теплообменников для подогрева питательной воды на Нижегородском машиностроительном заводе 79

## АВТОМАТИЗАЦИЯ 82

IT в энергетике: эволюция продолжается 82

## КНИЖНАЯ ПОЛКА 84

## ВОПРОС–ОТВЕТ 87

Тепловые насосы в вопросах и ответах 87

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ 90

Безопасная эксплуатация котельной 90

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 92

Рекомендации по нормированию численности работников жилищного, водопроводно-канализационного и энергетического хозяйств 92

*Уважаемые читатели!*

## КРАСНОЯРСКИЙ ХОЛДИНГ «СИБРОСС» ЗАКОНЧИЛ МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ЗЫКОВСКОМ КИРПИЧНОМ ЗАВОДЕ

Красноярский вентиляционный холдинг «Сибросс» закончил проектирование и монтаж новой приточной вентиляции на Зыковском кирпичном заводе. В сушильном цехе и котельной завода установлены четыре вытяжные системы. Площадь спирально-навивных воздуховодов, смонтированных на предприятии, составляет 410 кв м.

Как сообщили в холдинге, проблемой кирпичного завода является сильная загазованность. Новая система вентиляции позволит значительно улучшить условия труда на производстве, приведя к допустимым нормативам содержание в воздухе вредных веществ. «Все воздуховоды были изготовлены на нашем производстве, это позволило выполнить работу в короткие сроки», — рассказал коммерческий директор холдинга «Сибросс» Владимир Якименко.

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

## ПРЕДПРИЯТИЯМ МОСКВЫ ДАДУТ 1,5 МЛРД РУБЛЕЙ НА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Правительство Москвы планирует выделить 1,5 млрд рублей промпредприятиям города на установку энергосберегающего оборудования и развитие энергосберегающих технологий в рамках целевой программы «Энергосбережения в городе Москве на 2009—2013 годы».

19 августа на заседании правительства столицы об этом сообщила руководитель департамента экономической политики и развития города Марина Оглоблина, сообщает РИА «Новости».

По словам эксперта, 5 лет применения энергосберегающих технологий дают экономию 8 млрд киловатт/часов. В случае достижения такого эффекта

Москва сможет обеспечить прирост электроэнергии без ее дополнительного производства. «5% экономии энергии промышленных предприятий дают 1% роста валового продукта города», — заявила Оглоблина.

Она также заметила, что субсидии предприятиям будут выдавать не просто за создание системы, а за достигнутую экономию. Это значит, что деньги будут перечислены предприятиям только по результатам внедрения нового оборудования.

<http://asninfo.ru>

## ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛАСТЬ ВЫХОДИТ В ЛИДЕРЫ ПО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЮ

Более 5 млрд рублей готова инвестировать в электроэнергетику Владимирской области межрегиональная сетевая компания. Такие вложения рассчитаны на четыре года. Стагнация во владимирской экономике закончилась, идет подъем. Новым инвесторам не хватает энергетических мощностей, как газовых, так и электрических. Сегодня в белом доме подписали соглашение с энергетиками, которое губернатор Николай Виноградов назвал эпохальным.

Идея зрела давно. За последние шесть месяцев потребление электричества в регионе выросло на 4,4%, прогнозируется рост до 7. Владимирская область становится одним из лидеров по энергопотреблению. Московские и зарубежные инвесторы готовы работать здесь. Но для этого нужны надежное электроснабжение и возможность присоединения новых потребителей, — считают в администрации региона. Три подстанции построят, 25 — реконструируют. Это дополнительно даст более 300 мегаватт. Энергетики уверены — от желающих получить новые мощности отбоя не будет. Обслуживающие бригады увеличат вдвое, правда, пока персонал набирается с трудом. Грандиозные планы ни коим образом не скажутся на потребителях. Тарифы будут расти

исключительно в пределах государственного регулирования. Главная обязанность энергетиков — надежное, бесперебойное электроснабжение населения. Это и есть перспектива компании», — подчеркнул гендиректор ОАО «МРСК Центра и Приволжья» Евгений Ушаков.

*Вести.Ru*

## ОАО «БИКЗ» ДОПОЛНИТЕЛЬНО ИЗГОТАВЛИВАЕТ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА ЗАО «ПОЛЮС»

Во втором полугодии 2008 года ОАО «БикЗ» исполняет очередной заказ для ГОК ЗАО «Полюс» на изготовление, поставку, монтаж и пусконаладку оборудования для строительства дополнительного автономного энергоисточника — второй мини-ТЭЦ, находящейся в отдаленном поселке Благодатное Красноярского края.

В 2005 году ЗАО «Полюс», дочерняя организация ОАО «ГМК «Норильский никель», разместило первый заказ на строительство собственной мини-ТЭЦ в поселке Еруда Красноярского края. Данное решение руководства компании было продиктовано необходимостью обеспечения эффективного и стабильного теплоснабжения предприятия — как комбината, так и поселка вахтовиков.

Проектом строительства мини-ТЭЦ — автономных источников централизованного обеспечения энергоуслуг — предусматривалось получение и преобразование энергии перегретого пара на паровых котлах с турбиной для целей электроснабжения с использованием остаточного тепла после турбины на теплоснабжение (отопление и ГВС) комбината и жилого поселка.

Конкурс на оказание полного комплекса сервисов по строительству котельного зала мини-ТЭЦ в п. Еруда

в 2005 году был выигран Холдинговой Группой, в состав которой входит Бийский котельный завод с дочерними и партнерскими инжиниринговыми и сервисно-сбытовыми компаниями. В рамках реализации пилотного проекта, БиКЗ с подрядчиками для объекта изготовил и поставил 5 паровых энергетических котлов марки КЕ-25—39—400С с твердотопливными топками марки ТЧМ-2,7/8,0, позволяющими сжигать антрацит. Для получения электроэнергии на котлоагрегатах установлены 3 турбины.

После опытной эксплуатации котлов КЕ-25—39—400С, в январе 2008 году ЗАО «Полюс» разместило на БиКЗ повторный заказ на оборудование для второй мини-ТЭЦ. В рамках нового проекта, ОАО «БиКЗ» дополнительно, по техническому заданию заказчика, проводит модернизацию и изготовление котлов серии КЕ-25—39—400С для работы на местном антраците.

Выполнение комплекса работ по установке и запуску в эксплуатацию второй мини-ТЭЦ планируется заводскими подрядчиками в 3—4 квартале 2008 г.

<http://c-o-k.ru>

## **БИЙСКИЙ КОТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД ЗАПУСКАЕТ ПРОИЗВОДСТВО МЕМБРАННЫХ ГАЗОПЛОТНЫХ ПАНЕЛЕЙ**

ОАО «Бийский котельный завод» поэтапно проводит модернизацию парка технологического оборудования для расширения производства линейки выпускаемых котлов и их энергетических параметров. По данным управления Алтайского края по промышленности и энергетике, на эти цели в 2008 году будет выделено более 170 млн рублей.

Основные средства пойдут на приобретение автоматизированной линии для производства мембранных газоплотных панелей. Данное оборудование необходимо для изготовления комп-

лектов поверхностей нагрева котлов серии ДЕ производства ОАО «БиКЗ» в газоплотном исполнении, что позволит улучшить их дизайн, повысить экономическую и эксплуатационную привлекательность для потребителей.

Следует отметить, что приобретение автоматизированной линии является очередным этапом Комплексной программы по расширению технологических возможностей завода. Ожидаемый эффект от внедрения новых технологий в 2008 году — не только повышение привлекательности собственной готовой продукции, увеличение линейки выпускаемых энергетических котлов, но также пополнение портфеля заказов от сторонних организаций.

<http://c-o-k.ru>

## **В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ТРЕХЛЕТНЯЯ ПРОГРАММА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИНЕСЛА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ — 35 МЛН РУБЛЕЙ В ГОД**

В Свердловской области заканчивается реализация областной государственной целевой программы «Энергосбережение в Свердловской области на период 2006—2008 годы».

По информации пресс-службы министерства энергетики и ЖКХ Свердловской области, эта Программа была принята 15 июля 2005 года и вступила в действие с 1 января 2006 года. В рамках ее предполагалось организовать учет и контроль использования энергетических ресурсов по всей области, вовлекать в хозяйственный оборот возобновляемые источники энергии.

Для реализации Программы на Среднем Урале были приобретены и введены в эксплуатацию узлы учета тепловой энергии и автоматического регулирования потребления тепловой энергии в областных государственных учреждениях здравоохранения,

культуры и образовательных учреждениях, приобретена и установлена система химической подготовки воды в котельных областных государственных учреждений здравоохранения и т.д.

По словам начальника отдела энергосберегающих технологий министерства энергетики и ЖКХ Александра Чистякова, фактические итоги реализации мероприятий программы и установки нового оборудования уже сегодня свидетельствуют об успешности применения новых технологий и необходимости продолжения такой работы.

Был достигнут экономический эффект в размере 35 млн рублей в год, снижены затраты по электрической энергии до 50%; по воде — до 15%; на обслуживание и ремонт оборудования — до 15%; уменьшено число порывов теплотрасс и водоводов до 25%.

Реализация подобных мероприятий на Урале будет продолжаться. Специалистами министерства подготовлена и успешно защищена в правительстве Программа «Энергосбережение в Свердловской области» на 2009—2011 годы».

*ThermoNews.Ru*

## **МИНФИН ПРИДУМАЛ ЧИНОВНИКАМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРЕМИИ**

Минфин предложил ввести в России специальные премии для менеджеров бюджетных учреждений, которые бы выплачивались за энергосбережение. Такая инициатива содержится в проекте бюджетной стратегии страны до 2023 г.

Предполагается, что премии будут выплачиваться из средств, сэкономленных на коммунальных платежах.

Повышение энергоэффективности бюджетных учреждений Минфин считает одним из приоритетов бюджетной политики страны. Поэтому чиновники министерства предлагают

не только премировать сотрудников, отвечающих за энергоэффективность, но и ряд других реформ в той же отрасли. Например, Минфин выступает за долгосрочные контракты между бюджетными организациями и частными компаниями, предоставляющими коммунальные услуги и услуги по энергосбережению.

Кроме того, Минфин предлагает создать специальный координационный центр, отвечающий за разработку процедур отчетности, правовой документации и межведомственное взаимодействие по вопросам энергосбережения.

Из-за быстрого роста ВВП России и большого числа новых компаний в крупных промышленных центрах многие новые потребители испытывают сложности с подключением к сети, так как у энергетических компаний не хватает мощностей для обслуживания всех клиентов. Ранее министр финансов А. Кудрин заявлял, что экономика находится в стадии перегрева именно из-за ограниченного доступа новых компаний к инфраструктуре.

*Lenta.ru*

## ГЕРМАНСКАЯ ТУРБИНА ОТРАБОТАЛА В РОССИИ 80 ЛЕТ И ПЕРЕДАЕТСЯ В БЕРЛИНСКИЙ МУЗЕЙ ТЕХНИКИ

Российские энергетики передали турбину, которая отработала в России почти 80 лет, производителю — германскому концерну AEG для Берлинского музея техники. Торжественная церемония передачи состоялась 26 августа на Самарской ГРЭС в присутствии президента КЭС-Холдинга М. Слободина, генерального директора ВоТГК В. Никонова и генерального директора AEG Генриха Вульфа Оттерполя.

Установка, мощностью 6 МВт, выпущенная германским концерном AEG, была введена в эксплуатацию в 1931 г. на Самарской ГРЭС — это одна из старейших турбин, действо-

вавших в России до настоящего времени. С 1953 г. (когда были рассекречены данные по отрасли) и до настоящего времени турбина отработала 378 700 ч, и ее ротор за это время провернулся около 68 млрд раз.

В результате реформирования российской электроэнергетики, в 2008 г. стратегическим акционером Волжской территориальной генерирующей компании (ВоТГК), стал один из крупнейших в отрасли инвесторов — КЭС-Холдинг. В рамках масштабной программы по модернизации генерирующих мощностей, 1 июля 2008 г. турбину демонтировали, и в 2009 г. на ее место установят более мощный и современный агрегат.

Представители ВоТГК связались с коллегами из концерна AEG и предложили сохранить демонтированную турбину для истории. Германская сторона взяла на себя транспортировку турбины из России в Берлин для передачи турбины Берлинскому музею техники (Deutsches Technikmuseum Berlin). Инициативу поддержал стратегический акционер ВоТГК — КЭС-Холдинг.

«Хотя обычно демонтированное оборудование отправляется в металлолом, мы решили, что должны сохранить память о многих поколениях энергетиков, которые при помощи этого турбоагрегата производили свет и тепло для самарцев. Считаю, что наш дар Берлинскому техническому музею позволит показать за рубежом высочайшее эксплуатационное мастерство российских энергетиков, сумевших продлить срок эксплуатации турбоагрегата в три раза по сравнению с нормативным», — отметил генеральный директор ВоТГК В. Никонов.

«Мы были очень удивлены и обрадованы, сообщением из Самары о том, что на Волге сохранился в рабочем состоянии столь раритетный образец нашей продукции. Это дает нам еще один повод гордиться ее высоким качеством. При этом мы благодарны русским энергетикам, которые эксплуатировали нашу турбину столь бережно, что она побила все рекорды долгожительств. Конечно, такая тур-

бина должна быть сохранена для истории и поэтому мы берем на себя все расходы по ее доставке из российской командировки в Берлинский технический музей», — подчеркнул генеральный директор AEG Генрих Вульф Оттерполь. «Современные турбины и другое оборудование AEG также обладают высоким качеством. AEG надеется на взаимовыгодное сотрудничество с русскими энергетиками!», — добавил он.

В сохранении раритетного экспоната также заинтересованы сотрудники Берлинского технического музея (Deutsches Technikmuseum Berlin). «Турбина со столь интересной судьбой будет важным дополнением нашей коллекции. Думаю, что она будет вызвать большой интерес и у германских посетителей музея и у русских туристов, которые будут приезжать в Берлин. Мы благодарны руководству Волжской ТГК, за то, что они согласились безвозмездно передать нам этот ценный экспонат по истории развития энергетики», — заявил заместитель директора Берлинского технического музея Йозеф Хоппе (Joseph Hoppe).

*КЭС-Холдинг*

## В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПОЯВИТСЯ РУССКО-НЕМЕЦКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Члены немецкой делегации поддержали предложение директора регионального Института энергосбережения Н. Данилова создать совместный институт энергосбережения. Во время встречи региональных властей с гостями из Германии Николай Данилов предложил им сделать Средний Урал базовым регионом, в котором будет размещен совместный энергосберегающий бизнес. Также г-н Данилов поделился своей мечтой — создать Биржу сэкономленной энергии.

Председатель правительства Свердловской области Виктор Кокшаров заявил, что индустри-

альный комплекс региона ощущает энергодефицит, а энергозатраты у потребителей ежегодно увеличиваются в среднем на 2%. Понимая это, подчеркнул глава областного кабинета министров, свердловчане разработали целевую программу. По ней в Свердловской области будет возведено 5,5 тыс. мВт генерирующих мощностей (с увеличением доли угольной генерации до 55,5% и снижением доли газовой генерации до 44%). Такие меры, по расчетам специалистов, позволят не только обеспечить полное покрытие растущего потребления электрической энергии, но и начать вывод из эксплуатации и реконструкцию морально и физически изношенных мощностей. Правда, при успешной и своевременной реализации этих планов первые 400 МВт вступят в работу только к концу 2010 г. К этому времени весь избыток генерирующих мощностей, расположенных на территории Свердловской области, будет исчерпан растущими нагрузками потребителей области и соседних регионов. Поэтому область особенно заинтересована в сотрудничестве и обмене опытом со своими немецкими партнерами.

Глава немецкой делегации, председатель Комитета по экономике и технологиям Бундестага ФРГ Э. Бульман рассказала как в Германии реализуются статьи Киотского протокола, касающиеся выбросов газа и создания так называемого «парникового эффекта». И сообщила, что в целом за последние годы расход энергии сокращен на 20—30%.

**НЭП 08**

## **БУДУЩЕЕ ЗА ЭКОЛОГИЧНЫМИ ТЭЦ (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Сейчас практически все ТЭЦ и котельные России, построенные более полувека назад, уже выработали свой ресурс. Они сжигают уголь, выбрасывают вредные вещества в атмосферу и дают золошлаковые отходы.

Только в Приангарье 40 млн тонн в год. Разработка иркутских ученых способна изменить ситуацию. Отец и сын Калинины создали безотходный и экологически чистый источник энергии.

— Эта котельная установка решает несколько функциональных задач: это теплоснабжение, получение материалов, очистка выбросов, — говорит директор инновационного предприятия ООО «Теплотехнологии» В. Калинин.

Лабораторией для ученых стал бывший кожзавод. С помощью этой мини-ТЭЦ они проводят эксперименты над торфом. Это не просто котел, а целый мини-комплекс по производству современных углеродных материалов. С помощью этой установки иркутские ученые в течение двух лет разрабатывали технологию по сжиганию твердых видов топлива.

Д. Сергеевичу и его сыну Вадиму удалось создать уникальную технологию. При переработке торфа на ТЭЦ получается газовое топливо с высоким КПД, нет отходов. Кроме того, образуются ценные продукты.

— Прежде всего, это кокс, который идет в металлургию, активированный уголь, который идет для очистки сточных вод, для медицинских целей, очень много применений. Последний продукт — это пироуглерод — продукт 21 века, который только-только начинает развиваться, — говорит доцент кафедры ИргТУ Д. Калинин.

Все это можно получить из торфа или лигнина. В Сибири огромное количество и того и другого. Горящие торфяники и лигнин приносят только вред. Благодаря разработке Калининых, из них можно извлечь большую пользу. Проект иркутских ученых рассчитан на 30 месяцев. Его стоимость более 100 млн руб. В будущем ноухау Калининых внедрят на российских ТЭЦ. А этим летом отец и сын выиграли грант Роснауки в 87 млн руб. на разработку инновационной технологии и строительство опытно-промышленной установки в Бурятии. Аналогов такому проекту в стране нет.

**ГТРК Иркутск**

## **РОССИЙСКИЕ МУНИЦИПАЛИТЕТЫ ЗАКУПАЮТ КОНТРАФАКТНОЕ КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ — РОСТЕХНАДЗОР**

В настоящее время более 70% котельных установок в стране, по данным Ростехнадзора, срочно требуют замены или модернизации. И процесс обновления этого оборудования вызывает у Ростехнадзора серьезную тревогу. Так, по данным службы, в субъектах федерации фиксируются неоднократные факты использования фальсифицированного котельного оборудования.

Рынок нелегальной котельной продукции условно можно разделить на два направления: подделка собственно котлов и их основных элементов (барабанов) и подделка комплектующего, котельно-вспомогательного оборудования и запчастей, — отмечают в пресс-службе Ростехнадзора. Отмечаются также случаи скупки и частичной реставрации некондиционного или бывшего в употреблении оборудования и его элементов с последующей продажей под чужой торговой маркой.

Как свидетельствует практика, основными покупателями контрафактного оборудования являются муниципальные образования. Вопрос годности и сроков эксплуатации этой продукции вызывает большое сомнение.

В настоящее время Ростехнадзор активно проводит мероприятия по ужесточению правил контроля поднадзорного котельного оборудования для предупреждения поставок контрафактной продукции, таким образом, предотвращая угрозу энергетической безопасности населения. Правоохранительными органами ряда регионов России по фактам мошеннических и контрафактных действий производителей и поставщиков котельного оборудования возбуждены уголовные дела.

**Новый Регион**

## МОЖНО ЛИ УСТАНОВИТЬ ОПОРУ ЛЭП БЕЗ БУРЕНИЯ?

Можно ли установить опору ЛЭП без бурения? На этот вопрос во время пресс-тура в Намском улусе получили ответ представители СМИ. В Намском улусе состоялся пресс-тур, посвященный подготовке к ОЗП энергообъектов ОАО АК «Якутскэнерго» и готовности к зиме потребителей электрической энергии. В мероприятии приняли участие директор Центральных электрических сетей М. А. Головченко и начальник Якутского отделения Энергосбыта Н. А. Демина. В Намском районе электрических сетей (РЭС), входящем в состав Центральных электрических сетей (ЦЭС) ОАО АК «Якутскэнерго», в соответствии с ремонтной программой этого года проведен капитальный ремонт высоковольтной линии Л-39 «Радиоцентр — Намцы»: установлено 14 промежуточных опор, подготовлены для установки 6 промежуточных опор, собраны для замены 2 анкерные опоры. В срок будет завершён ремонт линии Л-32 «Намцы — Хатырык». Что касается ремонта распределительных сетей, то здесь установлено 82 железобетонных пасынка и 20 подкосов, заменено 117 опор. Этим летом специалисты Намского РЭС первыми в республике изготовили и испытывают опору, не требующую бурения при установке. Такая опора, разработанная в ЦЭС, предназначена для установки в болотистой местности, на скальных грунтах, где бурение практически невозможно.

Во время пресс-тура журналисты посетили также объекты потребителей электрической энергии в районе: котельные улусного филиала ГУП «ЖКХ РС (Я)» в селе I Хомустах и Намскую районную больницу. В соответствии с действующими нормами подобные социально значимые объекты обязаны иметь резервные источники питания (РИП). Во время подготовки к осенне-зимнему максимуму нагрузок энергетики и представители соответствующих надзорных органов, руководствуясь нормативны-

ми документами, в том числе постановлением правительства РС (Я) от 24 марта 2008 года №96, проводят проверку наличия, исправности РИП, ведут контроль за выполнением ранее выданных предписаний.

В Намской районной больнице РИП, приобретенный с помощью администрации муниципального образования улуса, установлен недавно. Современный электроприемник мощностью 6 кВт позволяет в случае перерыва электроснабжения обеспечивать работу стационара. Всего в районе насчитывается 17 объектов, где установлены РИП (их общая мощность 911,7 кВт). В подавляющем большинстве резервные источники питания имеются в котельных (которых в районе шесть). Проверки показали исправность всех РИП, однако при этом были зафиксированы нарушения. Так, в одной из двух котельных села I Хомустах, где побывали представители СМИ, отсутствовали аккумуляторные батареи резервного источника питания. Эти и другие вопросы, касающиеся энергоснабжения района, обсуждались во время встречи с главой администрации Намского улуса А. И. Ильиным, который заверил, что до начала отопительного сезона устранению нарушений будет уделено особое внимание. Разговор коснулся и темы перспектив развития улуса. А. И. Ильин особо подчеркнул, что планы развития производства, возведения школ, новой поликлиники, жилья требуют и вложений в развитие энергетики: строительство новых подстанций, ремонт и реконструкцию сетей. В местном бюджете с будущего года предполагается предусматривать средства на эти цели: пусть небольшие, но дающие возможность системно развивать энергетику района. И местная власть, и энергокомпания выражают заинтересованность во взаимном сотрудничестве: ведь, в конечном счете, речь идет о повышении качества, надежности энергоснабжения жителей улуса.

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

## РЕЛЕ КОНТРОЛЯ ТРЕХФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ РКФ-М07-1-15

Реле контроля трехфазного напряжения РКФ-М07—1-15 предназначено для контроля напряжения с изолированной нейтралью. Реле имеет одну совмещенную регулируемую уставку срабатывания по максимальному/минимальному напряжению, к примеру, в положении 5% реле будет срабатывать при повышении/понижении напряжения на 5% от номинального, регулируемая задержка срабатывания.

- Контроль повышения напряжения от 105 до 125%  $U_{ном}$ ;
- Контроль снижения напряжения от 75 до 95%  $U_{ном}$ ;
- Контроль порядка чередования фаз;
- Контроль обрыва фаз;
- Контроль «слипания» фаз;
- Задержка срабатывания от 0,1 до 10 сек.

Реле контроля фаз через входные контакты (L1, L2, L3) включает параллельно нагрузке, на выходе имеет контакты 1Р и 13 (21—24, 11—12). В «холодном» состоянии (реле без напряжения, не подключено) контакты 11—12 замкнуты, а контакты 21—24 разомкнуты.

Встроенное электромагнитное реле включается при подаче питания, если все контролируемые параметры находятся в норме, о чем будет сигнализировать индикатор «R», при этом контакты реле 21—24 замыкаются, а контакты 11—12 — размыкаются.

При возникновении ошибки (отклонении хотя бы одного параметра от номинального значения) реле выключится по окончании отсчета времени срабатывания реле, если задержка установлена. При этом контакты 21—24 — разомкнутся, контакты 11—12 — замкнутся и выключится индикатор «R».

При обнаружении обратного порядка чередования фаз, при пропадании двух или трех фаз, при превышении

фиксированного порога напряжения или установленного с помощью регулятора времени срабатывания более 20% — реле выключается без отсчета установленной задержки времени.

При снижении (превышении) напряжения ниже (выше, но не более 20%) установленного порога, при асимметрии фаз, при «слипании» фаз или при обрыве одной фазы, реле выключается через время  $t$ , установленное регулятором времени срабатывания. При пропадании двух или трех фаз одновременно реле выключится без отсчета задержки времени срабатывания.

При возвращении контролируемого параметра в норму, реле включится сразу, без учета задержки времени срабатывания, о чем будет сигнализирует индикатор «R».

Контакты 21—24 рекомендуются включать в разрыв питания катушки пускателя. При срабатывании реле отключение нагрузки производится путем разрыва цепи питания катушки магнитного пускателя через размыкающий контакт 21—24.

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

---

## **ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В.В. ПУТИН СВОИМ РАСПОРЯЖЕНИЕМ НАЗНАЧИЛ НИКОЛАЯ ГЕОРГИЕВИЧА КУТЬИНА РУКОВОДИТЕЛЕМ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

12 ноября 2005 года распоряжением Правительства Российской Федерации №1912 назначен заместителем руководителя Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

До этого времени был руководителем управления по надзору за взрывоопасными и химически опасными производствами и объектами

Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

20 сентября 2008 года распоряжением Правительства Российской Федерации №1378-р назначен руководителем Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Кутьин Николай Георгиевич  
Родился 24 июля 1965 года в г. Ленинграде.

Образование высшее.  
Кандидат юридических наук.  
Опыт работы в органах исполнительной власти:

помощник председателя райисполкома (г. Ленинград);

заместитель председателя комитета имущества г. Санкт-Петербурга;  
заместитель начальника управления Госкомимущества России (Москва);

заместитель генерального директора Российского агентства по боеприпасам (Москва);

статс-секретарь-заместитель генерального директора Российского агентства по обычным вооружениям (Москва).

*РосТепло. RU*

---

## **В ОАО «ОБЪЕДИНЕНИЕ «ВНИПИЭНЕРГПРОМ» СОСТОЯЛАСЬ ДЕЛОВАЯ ВСТРЕЧА С РУКОВОДИТЕЛЕМ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ФРАНЦУЗСКОЙ ЭНЕРГОСЕРВИСНОЙ КОМПАНИИ DALKIA**

Российские системы централизованного теплоснабжения становятся всё более привлекательными для целей организации бизнеса. Всё чаще и чаще в СМИ «проскакивают» сообщения о передаче в аренду или покупке муниципального теплового хозяйства частными операторами, в том числе и западными. Французская компания Dalkia, имеющая большой опыт работы в Европейских странах, заинтересо-

валась возможностью организации бизнеса с сфере российского теплоснабжения.

16.09.2008г. состоялась деловая встреча руководителей Института «ВНИПИЭнергопром» с техническим директором представительства в восточных странах французской энергосервисной компании Dalkia Дэвидом Штешели. В ходе встречи обсужден вопрос об участии компании Dalkia в работе российских теплоснабжающих организаций.

В переговорах приняли участие со стороны «ВНИПИЭнергопром»: В.И. Поливанов, заместитель генерального директора по развитию, О.В. Даниленко, заместитель генерального директора по энергетическим программам, В.Н. Папушкин, заместитель генерального директора по науке, Л.А. Тутыхин, главный инженер, Д.А. Старостин, начальник отдела по разработке энергетических программ; а также В.С. Пузаков, выпускающий редактор журнала «Новости теплоснабжения».

В качестве пилотного проекта институт «ВНИПИЭнергопром» представил компании Dalkia подробное описание выполненной работы по реабилитации и реконструкции системы теплоснабжения одного из городов Свердловской области.

Достигнута договоренность о более детальной проработке полученных материалов со стороны компании Dalkia и продолжении диалога с участием администрации города. Запланировано провести очередную встречу в сентябре — октябре 2008г.

*РосТепло. RU*

---

## **СТОЧНЫЕ ВОДЫ СТАНУТ НЕПОЗВОЛИТЕЛЬНОЙ РОСКОШЬЮ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Министерство природных ресурсов России предложило к 2014 году увеличить плату за сбросы сточных вод сразу в десять раз. По информации данного ведомства, эти средства

необходимы для строительства соответствующих очистных сооружений. «Таким образом, бизнес или сам проектирует очистные сооружения и не будет платить дополнительно ничего, или заплатит государству, тогда государство само выполнит эти функции», — считает глава Министерства природных ресурсов Юрий Трутнев Юрий Трутнев.

Имеющаяся сегодня информация заставляет сделать вывод о необходимости принятия срочных мер. Например, недавнее обследование Москвы-реки, организованное Росприроднадзором, показало высокий уровень содержания в воде целого «букета» опасных веществ: нитритов, азота аммонийного, фенола, нефтепродуктов, органических веществ, меди, цинка и т.д.

И это несмотря на то, что практически во всех российских городах действуют муниципальные очистные сооружения. И дело зачастую даже не в их неудовлетворительном порой состоянии; «в развитых странах власти стимулируют предприятия очищать свои сточные воды на локальных очистных сооружениях, а на городские очистные идет бытовая канализация», — отмечает руководитель токсической программы «Гринписа» Алексей Киселев.

По мнению экспертов этой организации, решение может быть только одно: развитие локальной очистки, т.к. только такие очистные смогут извлечь из стоков специфические загрязнения, свойственные конкретному производству.

Например, при создании подобной системы на сталепрокатном производстве Западно-Сибирского металлургического комбината (ОАО «ЗСМК») встал вопрос очистки сточных вод, используемых в процессе омеднения проволоки.

Для этого были изготовлены уникальные узлы, которые производят очистку воды от тяжелых металлов и солей способом многоступенчатой обработки с применением фильтров, позволяющих получать технически чистую воду.

Уникальность новой установки в том, что она разработана с применением нанотехнологий, благодаря чему очистка воды будет осуществляться на молекулярном уровне.

Несмотря на то, что при разработке современных систем очистки применяются сложные технологии, эксплуатация оборудования может быть простой, а управление понятным и удобным. Например, полностью автоматизированные системы GrundfosAlldos позволяют персоналу с легкостью управлять различными этапами очистки: осветление, насыщение кислородом, умягчение, контроль pH, дезодорацию (удаление запаха), обеззараживание различными методами (в том числе комбинированными), и т.д.

«К примеру, дозирочные станции могут применяться и для иных целей: в частности, на российском автозаводе «Форд» с помощью дозирочной установки происходит ввод химических реагентов для обработки поверхности металла перед гальванизацией», — рассказывает Руслан Рябов, инженер сегмента Дозирование и Дезинфекция компании Grundfos, ведущего мирового производителя насосного оборудования.

Проведение очистных мероприятий в перспективе не только спасет предприятие от высоких штрафов и позволит позаботиться о природе, но и также решит и иные проблемы.

Так, в настоящее время предприятие «Гидролизный завод» (Бобруйск, Белоруссия) внедряет технологию анаэробной очистки концентрированных сточных вод с получением биогаза. «Новая технология направлена на уменьшение вредного воздействия. Кроме того, микроорганизмы, населяющие сточные воды и питающиеся органическими отходами, производят электрический ток. И это свойство бактерий будет использовано для получения энергии», — объясняет Владимир Матюшевский, заместитель директора завода.

Десятикратное увеличение штрафов должно стать последним пре-

дупреждением для компаний, которые считают, что они вправе экономить на экологии. Таким предприятиям нет места в XXI веке.

*По материалам Пресс-службы  
компании GRUNDFOS*

## **ОДОБРЕНА «КОНЦЕПЦИЯ ПО СТИМУЛИРОВАНИЮ СБЕРЕЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В РФ»**

18 сентября 2008г. в Минэнерго РФ под председательством Макухи С.П., заместителя начальника Департамента государственной нормативно-технической политики, энергоэффективности и экологии в ТЭК, прошло заседание Рабочей группы по разработке программ мероприятий по снижению потерь тепловой и электрической энергии в Российской Федерации.

На заседании была рассмотрена подготовленная рабочей группой «Концепция по стимулированию сбережения энергетических ресурсов в Российской Федерации», которая разработана в соответствии с поручением Председателя Правительства Российской Федерации (протокол совещания у Председателя Правительства российской Федерации В.В. Путина от 18 июня 2008 года № ВП-П9—7пр).

Цель разработки Концепции — определение путей и способов обеспечения стимулирования сбережения энергетических ресурсов.

По результатам докладов Семенова В.Г., генерального директора ОАО «ВНИПИЭнергопром», и Воротницкого В.Э. замдиректора филиала ОАО «НТЦ электроэнергетики» ВНИИЭ, а также их обсуждений, принято решение: одобрить и направить в Правительство РФ «Концепцию по стимулированию сбережения энергетических ресурсов в Российской Федерации».

**РосТепло.RU**



**Л. К. Осика,  
канд. техн. наук,  
ООО «Интертехэлектро —  
Новая генерация»**

## СУЕТА ВОКРУГ НАДЕЖНОСТИ

*Уже около 10 лет, практически с начала реформирования российской энергетики, в печати, на семинарах и конференциях активно обсуждаются проблемы режимной надежности электростанций в увязке с экономическими показателями их функционирования. В своих выступлениях авторы настойчиво пропагандируют различные новые (или хорошо забытые старые) идеи, привлекая многочисленные примеры из смежных отраслей народного хозяйства.*

Но, к сожалению, за все это время, несмотря на немалые затраченные ресурсы, не появилось ни одной системы, соответствующей заявляемым подходам или хотя бы приносящей реальную пользу владельцам компаний. Таким образом, ценность публичных выступлений в поддержку революционных взглядов на надежность заключается для читателей и слушателей лишь в уяснении некоторых интересных фактов, повторении хорошо известных положений и названий инструментов, применяемых зарубежными энергетическими корпорациями в данной области. Не стали исключением в этом отношении тематические доклады на таких авторитетных конференциях 2008 года, как «Риск-менеджмент в электроэнергетике: новые возможности развития», «Информационные технологии и измерения в электроэнергетике», «Ресурсообеспечение инвестиционных программ в электроэнергетике» и других, а также последние публикации в популярных энергетических изданиях.

### **Наспех не получится**

В то же время сейчас проблемы надежности при проектировании, строительстве и эксплуатации электростанций в отсутствие привычной руководящей роли ОАО «РАО «ЕЭС России» и четких долгосрочных правил рынка действительно становятся актуальными, как никогда ранее. Поэтому целесообразно рассмотреть историю «борьбы за надежность» и напомнить, в том числе и руководству генерирующих компаний, некоторые факты и общепринятые среди специалистов утверждения, которые помогут не повторять старых ошибок при создании эффективных (или хотя бы полезных) систем управления надежностью.

Начиная с момента образования ОГК и ТГК в составе РАО «ЕЭС России», новые команды менеджеров, многие из которых лишь смутно представляли себе процессы производства электроэнергии, начали искать пути повышения доходности вверенного им бизнеса. Естественно, что прежде всего их взоры обратились на расходы по ремонту и модернизации оборудования, которые составляют вторую по объему после расходов на топливо статью затрат — до 35—40 процентов и более от ежегодного бюджета компаний.

На этом этапе возникла первая волна суеты, связанная с попытками быстро и, главное, дешево решить проблемы надежности электростанций. Основной отличительной чертой этой волны стал ее откровенно рекламный характер: рекламировались сами компании с целью повышения своей стоимости в преддверии продажи пакетов акций ОАО «РАО «ЕЭС России», рекламировались личности отдельных топ-

менеджеров, рекламировали себя специалисты (а чаще всего — неспециалисты), возглавлявшие соответствующие направления и предлагающие панацею от всех бед в интересах собственников активов. Причем иногда в условиях консервативного подхода холдинга к затрагиваемой проблеме изобретался идеальный будущий собственник, для которого и пытались построить многочисленные системы с красивыми и загадочными названиями: «система ремонтов по техническому состоянию», «система управления надежностью», «система управления рисками» и т.д.

Красной нитью через всю рассматриваемую деятельность всегда проходила поразительная по своей новизне мысль, что каждый ремонт, каждая реконструкция или замена оборудования должны быть экономически обоснованы, т.е. сначала следует просчитать эффект от соответствующих инвестиций, а уж потом выполнять то или иное мероприятие. Кроме того, громко звучали призывы «сфокусироваться на надежности вместо ремонтов», «оптимизировать технологические риски», «выбрать рациональную стратегию воздействия на оборудование», «демонтировать экономически неэффективное оборудование», «перестать вырабатывать электроэнергию себе в убыток» и им подобные.

Интересно, что во всех компаниях попытки построения упомянутых систем шли по одному и тому же сценарию: очень поверхностное изучение вопроса, запугивание менеджеров убытками и убеждение их в простоте и высокой результативности предлагаемых методов решения проблем, интересные (для всех причастных к новым проектам людей) многочисленные зарубежные поездки с целью «обобщения опыта», составление презентаций, написание статей в журналы, выступления на конференциях, подбор и закупка дорогостоящих программных комплексов. Все завершалось на уровне попыток заставить эти комплексы приносить реальную пользу — наполнения их исходными данными, осуществления пробных расчетов характеристик надежности, административного принуждения определения экономической целесообразности любого мероприятия и пр. В результате из намеченных грандиозных планов приживались только формальные расчеты эффективности ремонта любого оборудования, здания или сооружения, вплоть до замены отдельной детали и покраски полов. После этого, как правило, команда «специалистов по надежности» увольнялась и переходила в другую компанию, где менеджмент дозревал до принятия столь прогрессивного подхода к эксплуатации своих генерирующих активов.

## В плену иллюзий

Сегодня смена основного собственника во всех ОГК и ТГК, образование новых объединенных генерирующих компаний (пример — предполагаемое создание СП ОАО «РАО Газпром» и ОАО «СУЭК» на базе их энергетических предприятий) вызвали вторую волну суесть по окончательному решению проблемы надежности электростанций. Фразеология и лозунги данного этапа полностью повторя-

ют то, что употреблялось ранее подвизавшимися в этом роде деятельности «специалистами». Несмотря на имеющийся опыт первой волны, новые топ-менеджеры питают те же иллюзии и пристрастия, что и их коллеги из ОГК и ТГК «первого призыва». К самым распространенным из них относятся:

- глубокое убеждение, что прежние энергетики все делали неправильно — не умели и не хотели поддерживать оборудование в работоспособном состоянии оптимальным образом (как вариант, не было рынка, заставляющего считать деньги);
- упование на идеальный конкурентный рынок по принципу «станция моя — с ней что хочу, то и делаю»;
- надежда на существование и доступность организационно-информационных систем (в основном, за рубежом, у известных энергетических компаний), внедрение которых разом решит все проблемы эксплуатации, включая оптимизацию жизненного цикла оборудования, и позволит управлять различными «программами воздействия» на него;
- уверенность в наличии простых и понятных даже непрофессионалам алгоритмов принятия решений о судьбе оборудования: одного магического параметра контроля; однозначной статистики, позволяющей четко определять допустимые границы возможности его дальнейшей работы, а также прогнозировать время до отказа; убедительной методики стоимостной оценки ущерба от полного или частичного отказа и т.д.;
- строго отрицательное отношение к словосочетаниям «плановый ремонт», «планово-предупредительная система» (хорошим тоном, наоборот, считается повсеместное употребление термина «ремонт по техническому состоянию»).

Эти иллюзии, полное непонимание сути проблемы и необоснованные надежды на быстрое получение огромных прибылей от простого внедрения стандартов и (или) программных средств обработки информации вызывают ряд отрицательных моментов при решении действительно сложной и насущной задачи оптимизации затрат для обеспечения надежности в условиях серьезных ограничений со стороны окружения генерирующих компаний. В частности, отвлекаются силы и средства на бесполезное теоретизирование и ложные пути, не ведущие к достижению цели. Зачастую не сформулирована и сама цель рассматриваемой деятельности. Вместо изучения и обобщения практического опыта происходит «изобретение велосипеда», растрачивается время. С другой стороны, не появляется стимула к развитию действительно необходимых направлений науки, техники и методологии эксплуатации. При этом упускается из виду, что отечественными учеными и специалистами-практиками не только накоплен уникальный опыт диагностики оборудования и прогнозирования его технического состояния, но и создан ряд опытно-промышленных систем, успешно осуществляющих принципы самого современного подхода к управлению жизненным циклом энергетического оборудования.

## Залог успеха — системный подход

Какой же должен быть подход к надежности производства электроэнергии в современных условиях? Приведем ряд хорошо известных, но от этого не ставших менее актуальными истин, подтвержденных всем опытом развития отечественной и мировой энергетики.

Во-первых, существующая в России система управления надежностью и, в частности, система ремонтов энергетического оборудования, сложившаяся в результате аккумулирования опыта всех поколений энергетиков, не являются вопиюще отсталыми в сравнении с мировым уровнем. Наоборот, они доказали свою эффективность и жизнеспособность как в условиях экономического кризиса 90-х годов прошлого века, так и в условиях политики минимизации издержек, проводившейся ОАО «РАО «ЕЭС России» при нормализации ситуации с финансовым положением дочерних и зависимых обществ.

Эти системы, безусловно, нуждаются в совершенствовании и развитии, но, не начиная «с нуля», а опираясь на существующие достижения и реально возможные пути решения сложнейших задач, возникающих при управлении жизненным циклом оборудования.

Во-вторых, управление надежностью и управление ремонтами — системная, комплексная проблема, имеющая нормативно-правовой (и нормативно-технический) компонент, организационный и технологический компоненты. В состав последнего входят непосредственно технические элементы, а также средства управления и эксплуатации.

Вообще все, что имеет отношение к устройству, строительству и эксплуатации энергоустановок, напрямую относится к определениям понятия надежности, приведенным в различного рода документах. Иными словами, нет ни одного фактора, связанного с оборудованием и условиями его разработки, создания и эксплуатации (включая человеческий фактор), которые нельзя было бы связать с рассматриваемыми проблемами.

Поэтому повышение надежности нельзя сводить только к ИТ-решениям или только к реинжинирингу бизнес-процессов. Кроме того, огромное значение имеет вопрос выбора и нормирования показателей надежности, без чего все рассуждения о деятельности в этой области превращаются в пустую схоластику.

В-третьих, нигде в мире нет и не может быть «в чистом виде» систем и программ ремонтов — по техническому состоянию или плано-предупредительных. Никто в здравом уме ни у нас в стране, ни за рубежом не будет заменять исправные механизмы и детали. Везде и всегда (кроме случаев откровенного воровства, которые мы здесь не рассматриваем) ремонтируется то, что действительно необходимо, а выявляется эта необходимость в результате осмотров, измерений, анализов, испытаний по принятым методикам, т.е. оценки технического состояния. Другое дело, что хотелось бы производить оценку состояния, не останавливая оборудование и не вскрывая его, заблаговременно, но, увы, здесь имеются очень большие трудности, о которых будет сказано ниже. Есть и проблема объ-

ективной оценки технических характеристик эксплуатируемого оборудования, его деталей и частей, в т.ч. и для планирования их восстановления или замены. Однако она присуща любым программам технического обслуживания и ремонтов. Таким образом, основной выигрыш во времени и стоимости различных программ ремонтов для большинства типов эксплуатируемого оборудования на сегодняшний день обуславливается объемом его разборки и сборки.

В качестве примера приведем информацию для заказчиков газовых турбин авиационного типа отделения Aero Energy концерна General Electric: «Наши турбины обслуживаются по состоянию и поэтому требуется регулярно производить их осмотр и бороскопирование... Для всех турбин LM среднее время до ремонта модуля горячей части (часть камеры сгорания и ТВД) при работе на газе составляет 25 000 часов, а среднее время до переборки турбины — 50 000 часов. Мы не рекомендуем проводить третью переборку и продолжать эксплуатацию после 150 000-170 000 часов наработки, а советуем завершить эксплуатацию турбины при достижении указанной наработки...». Из информации видно, что, с одной стороны, провозглашается принцип обслуживания по состоянию, а с другой стороны, приводятся временные интервалы для планирования ремонтов. На практике, при заключении контракта, фирма очень строго придерживается временной метки 25 000 и 50 000 часов, в то же время требуя останова турбины для осмотра и бороскопирования ежегодно, а еще и за полгода до планового вывода в ремонт с целью заблаговременного определения его объема. И это для абсолютно однотипных изделий, объем поставки которых составляет более 1600 шт. по всему миру (не считая соответствующих двигателей для самолетов). Ну, как тут скажешь, к какому типу отнести эту систему?!

В четвертых, в сложившемся обиходе, во многом сформированном менеджментом генерирующих компаний, под ремонтами по техническому состоянию понимается непрерывный мониторинг состояния оборудования.

## Обобщим опыт

Сам этот принцип логически безупречен, однако его полная практическая реализация встречает на своем пути очень большие трудности. Как показывает отечественный и мировой опыт, для решения задачи в такой постановке в отношении основного оборудования станций необходимо, чтобы:

А) устройство подлежащего ремонту по техническому состоянию оборудования, включая встроенные средства измерений, допускало диагностику в объеме, позволяющем с установленной вероятностью прогнозировать будущие события его жизненного цикла. При этом уже на стадии конструкторских разработок требуется определить перечень нужных параметров, способы и средства их определения (естественно, все параметры должны быть доступны on-line на работающем оборудовании);

Б) был создан авторитетный экспертный центр, куда бы поступала вся информация о работе оборудования в режиме

реального времени. В этом центре должен осуществляться постоянный мониторинг состояния оборудования и выдаваться рекомендации по действиям персонала и политики корректировки его жизненного цикла. Экспертный центр невозможно (и нецелесообразно) создавать в рамках генерирующей компании, потому что специалисты по технической диагностике требуемого уровня уникальны, их по стране насчитываются единицы, очень мало их и за рубежом;

В) в генерирующей компании была создана система принятия решений по рекомендациям экспертного центра. Ведь окончательное решение о выводе оборудования в ремонт и его объеме, необходимости замены и модернизации принимает некое руководящее лицо и несет за это полную ответственность.

Для определения воздействий на вспомогательное оборудование остаются в силе все три главных вышеупомянутых пункта, но экспертный центр может быть создан в рамках самой генерирующей компании.

## Пора действовать

Выводы, основанные на статистике, следует применять очень осторожно и только в полном соответствии с ее теоретическими и практическими ограничениями. Например, выборка должна быть действительно представительной и однородной, иначе выводы из результатов ее обработки будут в корне неверны. В энергетике в отношении основного тепломеханического оборудования большой и средней мощности отечественного производства в целом (котлы, турбоустановки, генераторы) статистика в строгом понимании этого слова неприменима из-за того, что количество однотипных изделий с одинаковой «судьбой» очень мало. Ведь их устройство в течение жизненного цикла, начиная с первых текущих ремонтов, различается со временем все больше и больше в результате постоянных модернизаций и замен деталей и частей с неодинаковыми характеристиками. Поэтому можно говорить о статистике отказов отдельных узлов и деталей и пытаться строить соответствующие сетевые математические модели надежности основного оборудования, но всем, знакомым с подобными расчетами, очевиден огромный объем соответствующих работ, практическая польза которых весьма сомнительна.

В этой связи, например, пропаганда некоторыми специалистами применимости к энергетическому оборудованию вывода о том, что в 85% случаев выполнение планового (по временным интервалам) технического обслуживания авиационных двигателей не рационально, выглядит просто безосновательно. Во-первых, здесь речь идет о крупносерийном однотипном производстве, во-вторых, по рассматриваемым изделиям имеется достоверная статистическая информация на протяжении всего жизненного цикла, в течение которого с относительно небольшой интенсив-

ностью заменялись известные детали и узлы на однотипные, выполненные на одном и том же предприятии.

Вообще то, что интенсивность отказов не является постоянной величиной в период эксплуатации, не является для энергетиков новостью и хорошо известно в теории надежности. Никто также не станет спорить, что необходимо моделирование отказов, адекватное реальным процессам конкретного оборудования.

Электростанция, согласно действующему законодательству, — опасный производственный объект, подлежащий государственному контролю и надзору в отношении экологической и производственной безопасности. Это возлагает на собственника особую ответственность по обеспечению необходимого уровня ее эксплуатации, которая, в свою очередь, определяется работоспособностью всего оборудования — основного и вспомогательного. В любом случае государственные надзорные органы тем или иным образом будут ограничивать свободу собственника в выборе режимов оборудования и воздействий на него. Свои ограничения накладывают и правила рынка: вывод оборудования из эксплуатации является очень непростой и длительной процедурой. Следовательно, реализовать способ экономического управления надежностью в полном объеме на станции не удастся никогда.

## Подведем итоги

В заключение следует отметить, что уже сейчас в России существуют все возможности поэтапного перехода к ремонтам по техническому состоянию. Имеются примеры создания отдельных экспертных систем — по диагностике турбогенераторов в целом, силовых трансформаторов, вибродиагностике турбоустановок и крупного насосного оборудования. Наши научно-исследовательские институты и производственные фирмы готовы внедрить свои разработки и по другому оборудованию электростанций.

Никто не возражает против повышения надежности и эффективности производства электроэнергии; нет никаких препятствий к поэтапному созданию систем управления надежностью генерирующих компаний: имеются многочисленные полезные методики, техника и математическое обеспечение позволяют создавать программно — технические комплексы любой сложности.

Поэтому пора уже перестать «ломиться в открытую дверь», прекратить бесполезные разговоры по поводу надежности и перейти, наконец, к практической деятельности. Хочется побыстрее получить сообщения о действительно прорывных технологиях и опыте внедрения систем, приносящих компаниям реальную пользу.

*По материалам газеты  
«Энергетика и промышленность России»*



## ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ: ДЕЛАЕМ ВЫБОР

*Зачастую большое количество предложений порождает проблему — трудно определиться, что выбрать. Ситуация с пластиковыми трубами схожая — десятки компаний предлагают российскому покупателю продукцию, по внешнему виду почти ничем не отличающуюся. По заверениям продавцов, свойства тоже схожие. В последнее время на рынке полипропиленовых труб появились трубы, армированные алюминием и не требующие предварительной зачистки для сварки. Сравнению прочностных свойств этих полипропиленовых труб и посвящена данная статья.*

### Делаем выбор

Чтобы покупателям было проще ориентироваться во всем многообразии пластиковых водопроводных систем, по заказу компании «Эгопласт» независимые эксперты аккредитованной испытательной лаборатории ИЛ «Пласт Тест» исследовали несколько особенно популярных продуктов на российском рынке. Главная цель — определить стойкость труб при постоянном внутреннем давлении на соответствие техническим требованиям ГОСТ Р 52134 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления» (п. 5.1.2). Для исследования были отобраны трубы примерно одной ценовой категории. Испытывались следующие напорные трубы:

- фольгированные 32 x 5,4 PN25 DIZAYN OXY PLUS КОМБИ,
- фольгированные 20 x 3,4 PN25 DIZAYN OXY PLUS КОМБИ,

- 32-PN25 (без маркировки, произведено в Китае),
- 32-PN25 Pro Aqua STABI PP-R/AL/PP-R.

Взятые для испытания трубы изготовлены из PPRC (Poly Propylene Random Copolymer) — сополимер полипропилена. Трубы PPRC применяются в системах холодного и горячего водоснабжения, канализации, отопления с температурой не выше 95 °С. Также полипропиленовые трубы используются для транспортировки химически агрессивных составов и сжатого воздуха. Давление и температура воды — главные факторы, которые влияют на долговечность полипропиленового трубопровода. Для холодной воды производятся трубы с рабочим давлением 1—1,6 МПа, для горячей — 2—2,5 МПа. Если трубопровод используется для транспортировки холодной воды (при температуре до плюс 20 °С), срок его службы составляет примерно 50 лет. В горячем водоснабжении срок эксплуатации системы сокращается до 25—30 лет (данные могут несколько отличаться в зависимости от условий эксплуатации).

### Испытания для труб

Поскольку установить количество вторичного сырья, красителей и прочих добавок, которые использовались при производстве труб, не представляется возможным, в процессе тестов специалисты учитывали материал, маркировку труб, геометрические размеры, (толщина стенки, внешний диаметр) и ГОСТ (правила расчета нагрузок при разных температурах). В испытаниях использовалась установка для определения стойкости труб при постоянном внутреннем давлении фирмы SCITEQ-Hammel. Образцы напорных труб при помощи заглушек специальной конс-

трукции были подключены к установке SCITEQ. Стойкость фольгированных труб проверяли по схеме «Вода в воде» при начальном напряжении в стенке трубы, температуре и времени испытаний согласно ГОСТ Р 52134. Для труб, заявленных производителями на номинальное давление PN25 (или PN20), испытательное давление было принято из расчета минимального значения толщины стенки  $S_{min}$  и среднего диаметра напорной трубы для давления PN25 согласно требованиям ГОСТ Р 52134 и ТУ 2248—032—00284581—80.

## На финише

Результаты испытаний можно посмотреть в табл. 1. Особое внимание стоит обратить на то, что толщина стенки труб разная — от 4,1 мм до 6,4 мм. Соответственно, испытательные давления отличаются в каждом конкретном случае. Минимальное давление — 46,37 атм., максимальное — 74,52 атм. Эти показатели указывают на стойкость трубы. Как показали испытания, прочность труб при схожей маркировке отличается в 1,6 раз! Максимальная прочность у труб Pro Aqua (см. таблицу). Кроме того, из всех исследуемых образцов только продукция марки Pro Aqua выдержала

испытания давлением в 79,5 атм. Эти данные красноречиво говорят о том, какая продукция прослужит дольше.

## Остерегайтесь подделок!

Другая проблема, тоже остро стоящая в России, — контрафактная продукция. Например, в конце прошлого года на таможне задержана партия китайских металлопластиковых труб, маркированных товарным знаком бельгийской фирмы Henco. Сотрудники Сибирской оперативной таможни обнаружили на Новосибирском таможенном посту более 800 бухт контрафактных металлопластиковых труб для водоснабжения и отопления. Как сообщили в пресс-службе Сибирской оперативной таможни, на самом деле продукция изготовлена в Китае, а оттуда на основании договора ввезена в нашу страну в адрес местной фирмы, специализирующейся на оптовой и розничной торговле сантехническим оборудованием, у которой, по информации правообладателя, отсутствовало разрешение на использование товарного знака Henco. Уже через несколько недель таможенники зафиксировали еще одну попытку ввоза аналогичной партии подделок. На этот раз было изъято более 300 бухт контрафактной продукции и возбуждено

Таблица 1

Результаты испытаний

№ п.п.	Образцы напорных фольгированных труб	Время испытаний, ч, не менее (ГОСТ Р 52134)	Начальное напряжение в стенке трубы, кг/см <sup>2</sup> (ГОСТ Р 52134)	Минимальное значение толщины стенки трубы с фольгой, мм	Максимальный средний наружный диаметр трубы с фольгой, мм	Расчетное испытательное давление для трубы с фольгой, кг/см <sup>2</sup>	Испытательное давление для труб с фольгой на давление PN 25 (PN 20)	Результаты испытаний
1.	Труба напорная фольгированная 32x5,4 PN25 DIZAYN OXY PLUS KOMBI	1	160,0	5,4	32,3	64,23	-	Не испытывалась
						-	79,5	Не выдержала испытаний. Разрушение произошло в течение 1 мин испытаний по образующей трубы.
2.	Труба напорная фольгированная 20x3,4 PN 25 DIZAYN OXY PLUS KOMBI	1	160,0	3,3	20,27	62,22	-	Не испытывалась
						-	64,0	Не выдержала испытаний. Разрушение произошло на 17 мин испытаний.
3.	Труба напорная 32-PN25 ( без маркировки ,производство Китай)	1	160,0	4,1	32,39	46,37	-	Не испытывалась
						-	79,5	Не выдержала испытаний. Разрушение трубы произошло на 3 мин испытаний
4.	Труба напорная фольгированная 32-PN25 «Pro aqua» STABI PP-R/AL/PP-R	1	160,0	6,4	33,88	74,52	-	Выдержала испытания с сохранением герметичности
						-	79,5	Не испытывалась
4.	Труба напорная фольгированная 32-PN25 «Pro aqua» STABI PP-R/AL/PP-R	1	160,0	6,4	33,88	74,52	-	Выдержала испытания с сохранением герметичности

**НОВЫЕ  
ЕС-ВЕНТИЛЯТОРЫ  
ЕВМ-РАРСТ  
ДВУСТОРОННЕГО  
ВСАСЫВАНИЯ**

Компания ebm-rapst Мульфинген (Германия), производитель моторов и вентиляторов, разработала серию ЕС-вентиляторов двустороннего всасывания с впередзагнутыми лопатками.

Новые ЕС-вентиляторы имеют ряд преимуществ. Так как электронно-коммутируемый мотор с наружным ротором интегрирован непосредственно в рабочее колесо, уменьшается размер вентилятора, а клиноременной привод, который зачастую применяется в таких случаях, теперь отсутствует. Вследствие этого, с одной стороны, уменьшены габариты вентилятора, а с другой — монтаж оборудования становится более простым и быстрым.

Благодаря интегрированной в двигатель электронике можно удобно управлять ЕС-вентиляторами. В режиме работы «постоянный поток воздуха» можно запрограммировать до 3 ступеней производительности. При изменении сопротивления в климатической установке, например, в случае засорения сменных фильтров, вентилятор автоматически поддерживает постоянный поток воздуха.

Кроме того, ЕС-двигатели ebm-rapst отличаются бесшумной работой, при этом их КПД составляет до 90% (для сравнения — обычные асинхронные АС-двигатели, регулируемые при помощи напряжения, имеют КПД в диапазоне от 30% до 60%). В одинаковой рабочей точке, потребляемая мощность ЕС-двигателей при этом значительно ниже.

В зависимости от применяемого типа двигателя, ЕС-вентиляторы двустороннего всасывания с загнутыми вперед лопатками практически перекрывают всю предполагаемую область применения. Модельный ряд этих вентиляторов ebm-rapst включает 11 разных размеров с приводными



**Фото. Полипропиленовые трубы**

еще одно дело об административном правонарушении. Согласно экспертизе образцы труб не соответствуют оригинальной продукции бельгийской фирмы и непригодны для применения в системах горячего водоснабжения и отопления. К сожалению, это далеко не единственные случаи попытки нелегального ввоза. Разумеется, ни о каком соответствии продукции заявленным характеристикам говорить не приходится. Сколько прослужат такие системы, точно не знают даже специалисты. Одно ясно — удешевление продукта всегда ведет к ухудшению качества, уменьшению срока службы. Тем более если речь идет о контрафактной продукции, изготовленной в Китае и не соответствующей ни российским ГОСТам, ни международным стандартам.

**Заключение**

По полученным результатам хорошо видно, что трубы, не требующие зачистки для сварки с типовыми фитингами (а другие отсутствуют), обладают меньшим внешним диаметром. Если при таком диаметре сохранить толщину стенки, прочность систем сохранится, но проходное сечение будет более узким, соответственно, увеличится сопротивление и уменьшится расход теплоносителя через трубу. Если размер проходного сечения сохранить, то толщина стенки уменьшается, что сказывается на прочности труб. Результаты испытательного давления закономерны и никого не должны удивлять. Все проведенные тесты указывают на прочность трубы и ее стойкость при других давлениях и температурах. Увы, сейчас ситуация такова, что поставщики довольно активно продвигают новые трубы, по их заверениям, не требующие зачистки. При этом умалчивается о том, что без специальной зачистки сварной шов будет некачественным. Как следствие — у клиента возникают проблемы при эксплуатации системы. Как видно из исследования, при схожей маркировке прочность труб может отличаться в 1,6 раза (максимальная прочность у трубы PRO AQUA). Соответственно, срок службы труб будет отличаться приблизительно во столько же раз.

*По материалам компании «Эгопласт»*



**В. А. Акшель,**  
директор по маркетингу  
технического холдинга  
«Электросистемы»

## ЭНЕРГОЦЕНТРЫ НА БАЗЕ МИКРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

**В** настоящее время на российском рынке стало предлагаться новое энергетическое оборудование на основе микротурбинных установок, интерес к которому постоянно растет.

Условия, выдвигаемые поставщиками электроэнергии и тепловой энергии для подключения к электрическим и тепловым сетям, часто ведут к значительным безвозвратным расходам и даже к пересмотру этих подключений. Удельная стоимость подключения к энергетическим сетям уже достигла, а в ряде регионов превышает, удельную стоимость когенерационной установки с одинаковыми энергетическими параметрами. Существенная разница капитальных затрат на энергоснабжение от централизованного источника и от собственного источника заключается в том, что затраты, связанные с приобретением когенератора, возмещаются, а на подключение к централизованному источнику безвозвратно теряются при передаче вновь построенных подстанций на баланс энергетических компаний. Капитальные затраты на приобретение когенератора компенсируются за счет низкой себестоимости энергии в целом. Обычно полное возмещение капитальных и эксплуатационных затрат происходит после использования когенератора в течение трех — пяти лет.

Тригенерация дает возможность эффективно использовать в летний период утилизируемое тепло. Это качество особенно важно для многих промышленных предприятий и учреждений, где летняя потребность в отоплении помещений и нагреве воды может быть незначительной.

Применение в когенерационных системах абсорбционных устройств, позволяющих преобразовывать тепловую энергию в холод, позволяет эффективно использовать когенерационные установки и значительно повысить экономическую эффективность всей системы. Преимущества вышеуказанных технологий становятся очевидными при строительстве новых объектов.

Основным преимуществом микротурбин является возможность их применения на объектах с большой циклической нагрузкой (зима — лето, день — ночь и основное — часовые перепады).

Потребителями таких мощностей, как правило, являются: жилые дома, офисные, развлекательные и торговые центры, бани, бассейны, складские помещения, предприятия быстрого питания, малого и среднего бизнеса, больницы, прачечные и др. с единовременной нагрузкой 100—1 500 кВт.

На таких объектах, к примеру днем, электрическая нагрузка может достигать до 1 000 кВт, а ночью падать до 20—30 кВт. Применение газопоршневых машин в таких случаях нереально, т.к. минимальная рекомендуемая долговременная нагрузка должна составлять не менее 30—50% единичной мощности агрегата (данные из эксплуатационной документации), а работать параллельно с сетями, как это принято и поощряется государством в зарубежных странах, у нас пока еще невозможно по ряду причин. В то же время микротурбинная установка может работать в течение длительного времени при очень низких нагрузках, в том числе в режиме холостого хода.

Кроме того, микротурбины отличаются от газопоршневых установок высокими эксплуатационными характеристиками. К ним можно отнести низкие затраты на эксплуатацию и обслуживание, высокую заводскую готовность, практически отсутствие вибрации и возможность установки на крыше зданий, экологически чистый выхлоп, большой диапазон изменения нагрузок, отсутствие внешних охладителей, необходимых газопоршневым установкам при отсутствии теплосъема. Эти особенности позволяют считать данное оборудование наиболее востребованным и перспективным для применения на объектах с нагрузками 10—1500 кВт.

## Преимущества микротурбинных когенераторов

Высокие экологические характеристики и низкие уровни вибраций делают микротурбинный когенератор единственно возможным для применения в местах плотной застройки, в таких как жилые кварталы и деловые районы в крышном варианте размещения.

Преимущества когенератора:

- одновременный прием (наброс) 100%-ной нагрузки, в то время как у газопоршневого агрегата (ГПА) существует жесткое ограничение не более 15—25%;
- автоматическая синхронизация с сетью (у ГПА требуется внешний синхронизатор);
- встроенная защита генератора (у ГПА требуется специальное внешнее устройство);
- отсутствует дрейф частоты;

- возможность работы в течение длительного времени при очень низких нагрузках (у ГПА существует ограничение не менее 30—50%);

- возможность работы на низкокалорийных топливах с минимальной концентрацией метана 30% (у ГПА — 60—65%);

- ресурс до капитального ремонта в среднем в 2,5—4 раза выше (40—60 тыс. против 15—20 тыс. ч).

- более высокая надежность вследствие отсутствия большого количества трущихся вращающихся и других частей, таких как поршни, распределительные и коленчатые валы, клапаны и др.;

- затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию в 1,5—6 раз ниже (0,3—1 центов за 1 кВт·ч против 1,5—2 у ГПА);

- номенклатура требуемых во время технического обслуживания запасных частей примерно на порядок меньше;

- интервал между техническими обслуживаниями около 8 тыс. против 750—1500 ч у ГПА;

- интервал между заменой масла в газовой турбине 24 тыс. против 750—1000 ч у ГПА;

- уровень эмиссии по NOx в 8—20 раз ниже (25 против 200—500 ppm);

- низкий уровень вибраций;

- более простое конструктивное исполнение системы утилизации тепла; так, при одинаковой выработке тепла в конструкции микротурбинного когенератора только один котел-утилизатор, в то время как у газопоршневого когене-

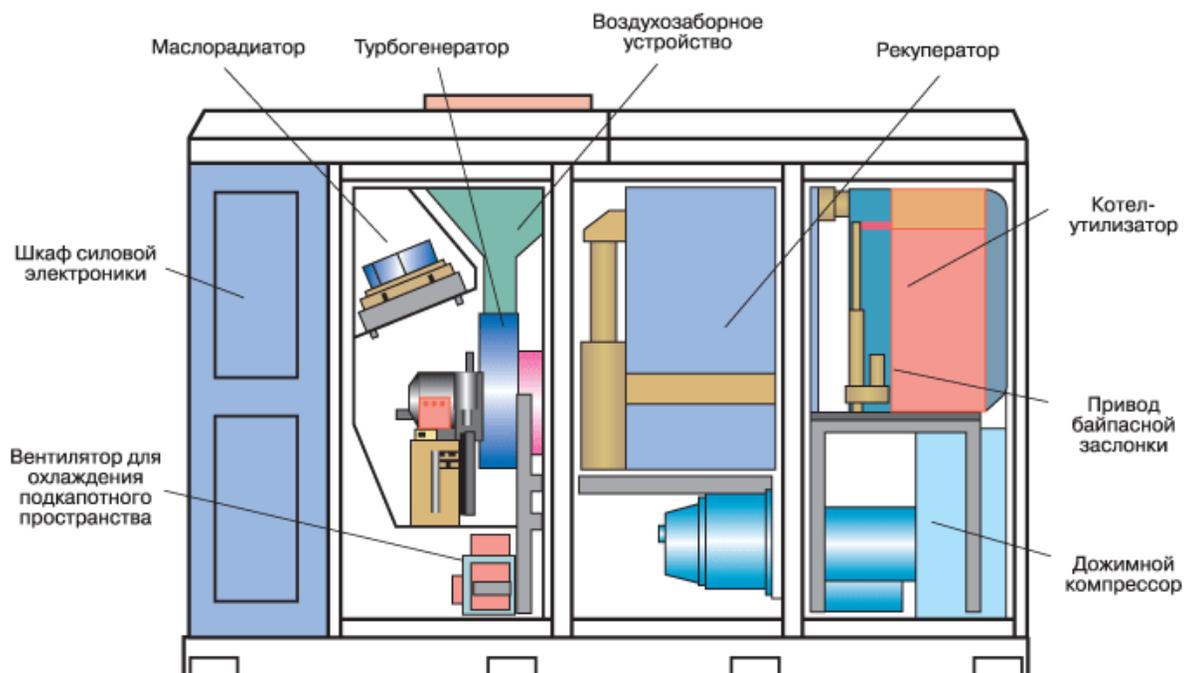


Рис. 1. Конструкция микротурбинной установки

ратора кроме котла-утилизатора имеются дополнительные системы для снятия тепла с контура охлаждения двигателя и масла.

Для многих предприятий и организаций важным фактором является наличие аварийных систем производства электроэнергии. Поскольку в микротурбинах используется технология инверторов, они могут осуществлять мониторинг состояния электрической сети и переводить мощность с главного электрического контура на аварийный. Аналогичным образом микротурбины могут использоваться для питания системы UPS (англ. uninterruptible power supply — система бесперебойного электропитания), что для зданий с большим количеством компьютеров и другого офисного оборудования является весьма актуальным.

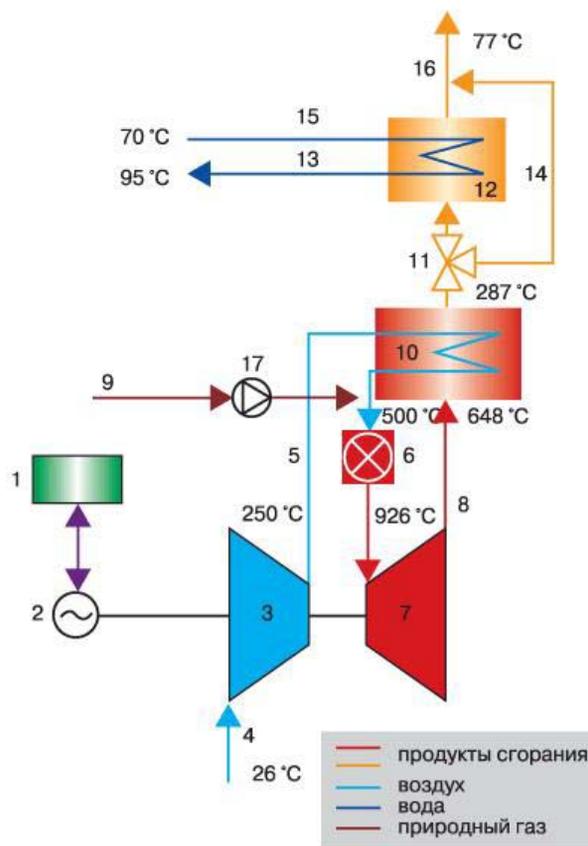
Микротурбины (рис. 1) — это высокоскоростная газовая турбина (в камере сгорания, которой сжигается газ природный, сжиженный, биогаз), выполненная в виде конструкции с одной движущейся деталью — вращающимся неразрезным валом, на котором соосно расположены электрический генератор, компрессор и турбина. В отличие от газопоршневой установки, в микротурбинах утилизируется только тепло выхлопных газов, а отсутствие охлаждающих жидкостей не требует внешних систем охлаждения при отсутствии теплосъема, что значительно упрощает конструкцию. Благодаря ряду преимуществ перед газопоршневыми установками малой мощности, микротурбины на рынке начинают вытеснять ГПУ. Единичная мощность машин — 30, 60, 80, 100 кВт. Микротурбины позволяют создавать мини-ТЭЦ с глубоким диапазоном регулирования от 0 до 100% электрической нагрузки, что важно для потребителей с циклическими, неравномерными в течение суток нагрузками.

Применение такого оборудования позволяет собственнику сделать свою компанию, предприятие полностью независимым от центральных сетей, став при этом хозяином собственного источника электро- и теплоснабжения.

Необходимо заметить, что, несмотря на простоту установки и подключения микротурбинных установок, заказчики требуют выполнить не только эти работы, но и все остальные, без выполнения которых невозможно обеспечить нормальную работу микротурбин, или как обычно говорят в таких случаях: «Выполнить проект под ключ».

Под этим обычно подразумевается:

- выпуск и согласование всей проектной документации;
- строительство здания энергетического комплекса;
- установка пиковых водогрейных котлов;
- установка теплового и газораспределительного пункта;
- установка силового распределительного устройства;
- установка резервного дизель-генератора с топливной системой;
- монтаж системы подвода воздуха к микротурбинным установкам;
- монтаж системы отвода выхлопных газов и охлаждающего воздуха;



**Рис. 2. Функциональная схема микротурбинной установки:**

1 — блок силовой электроники, 2 — высокоскоростной генератор, 3 — компрессор, 4 — воздухозаборник, 5 — воздуховод между компрессором и рекуператором, 6 — камера сгорания, 7 — турбина, 8 — газоход между турбиной и рекуператором, 9 — подвод природного газа из сети, 10 — рекуператор, 11 — байпасная заслонка, 12 — котел-утилизатор, 13 — выход горячей воды, 14 — байпасный газоход, 15 — вход холодной воды, 16 — выхлопной тракт, 17 — дожимной компрессор

- монтаж системы вентиляции, отопления и кондиционирования здания;
- разработка системы управления верхнего уровня, а также ряд других работ.

### Принцип работы микротурбинных установок

Очищенный атмосферный воздух попадает в воздухозаборник (4), откуда подается на вход в компрессор (3). В компрессоре (3) воздух сжимается и за счет этого нагревается. После компрессора воздух еще дополнительно подогревается в специальном газозводушном теплообменнике (10) — рекуператоре.

Использование такого решения позволяет примерно в 2 раза повысить электрическую эффективность установки. Затем нагретый сжатый воздух перед камерой сгорания (6)

<< 16

мощностями от 85 Вт до 3000 Вт. Для каждого случая применения имеется оптимальное решение, начиная с компактных приточных установок для воздушных завес ворот и дверей, фанкойлов и воздухонагревателей, и заканчивая телекоммуникационными устройствами.

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

**КАМСТРУП ПРЕДСТАВИЛ РАЗРАБОТКУ, МАКСИМАЛЬНО УПРОЩАЮЩУЮ КОНТРОЛЬ ЗА РАСХОДОМ ТЕПЛА**

Компания Kamstrup, мировой лидер по производству ультразвуковых приборов учета тепловой энергии, представила на выставке «Аква-Терм» новый тепловычислитель MULTICAL® 601. При высокой технологичности и многофункциональности прибор отличается простотой монтажа, обслуживания и снятия показаний.

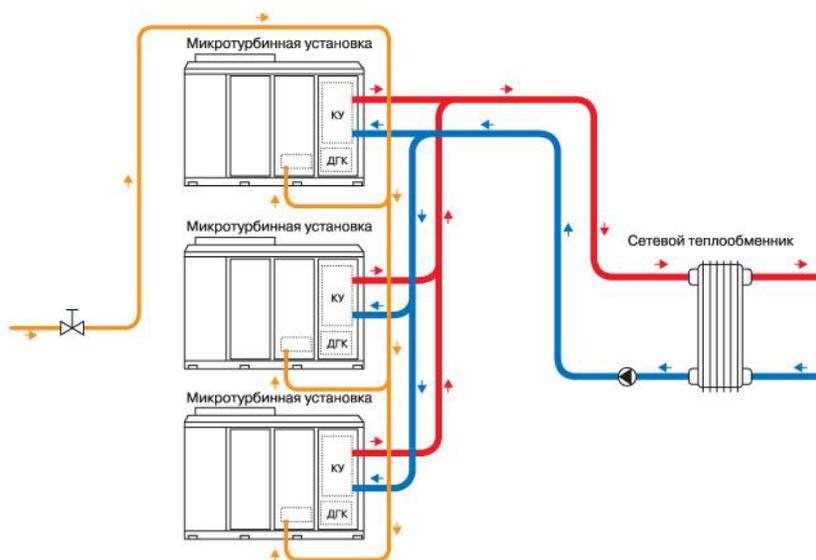
MULTICAL® 601 разработан для измерения тепловой энергии и энергии охлаждения в бытовых и промышленных условиях при расходе от 0,6 до 3000 м³/ч и температуре теплоносителя от 2°С до 180°С. Прибор предусматривает различные схемы включения и подходит как для закрытых, так и для открытых систем.

Принцип работы тепловычислителя состоит в преобразовании входных сигналов, поступающих от расходомеров и температурных датчиков, в цифровые коды. В вычислении энергии также участвуют поправки на плотность и теплосодержание воды. Пользователь получает информацию в виде показаний тепловой энергии, объема и параметров теплоносителя.

MULTICAL®601 принимает импульсы от расходомеров, подключенных к подающему и обратному трубопроводам, что позволяет вести контроль утечек и разрывов.

Вычислитель, запрограммированный производителем, при установке не требует настройки на объекте (программирования алгоритма вычис-

22 >>



**Рис. 3. Вариант использования микротурбинных установок**

смешивается с газообразным топливом (9), откуда гомогенная газозвудушная смесь попадает в камеру сгорания для горения.

Предварительное смешение воздуха с газообразным топливом позволяет снизить уровень эмиссии выхлопных газов до 24 ppmv при 15% O<sub>2</sub> при 100% электрических нагрузках и практически до нуля при нагрузках ниже 50%.

Покидая камеру сгорания нагретые выхлопные газы попадают в колесо турбины (7), где, расширяясь, совершают работу, приводя его в движение, а также колесо компрессора (3) и высокоскоростной генератор (2).

Покинув турбину (7), по газоходу (8) выхлопные газы попадают в рекуператор (10), где отдают свое тепло воздуху после компрессора.

На выходе из рекуператора (10) стоит байпасная заслонка, которая направляет выхлопные газы либо по байпасному газоходу (14), либо напрямую в котел-утилизатор (12). В котле-утилизаторе (газоводяном теплообменнике) выхлопные газы отдают свое тепло сетевой воде, которая там нагревается до требуемой температуры.

В конструкции турбины отсутствует редуктор. Частота вращения ротора практически не зависит от нагрузки и составляет примерно 69000 об./мин. Вырабатываемое высокочастотное напряжение подвергается двойному преобразованию: из высокочастотного переменного в постоянное, а затем в переменное 380, 400 или 480 В с частотой 50 или 60 Гц. Принципиальная схема преобразования аналогична применяемой в источниках бесперебойного питания. Это обеспечивает выходное трехфазное напряжение с правильной формой синусоиды.

Такая особенность позволяет использовать для обслуживания и эксплуатации установок специалистами, которые знакомы с обслуживанием трехфазных источников бесперебойного питания.



**И. Н. Привалов,  
ОАО НИИПТ**

## НЕРАЗРУШАЮЩАЯ ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НОМИНАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ 6—35 КВ

**В** настоящее время нормальная работа систем электроснабжения промышленных предприятий, транспорта, сельского, коммунального и других отраслей хозяйства невозможна без надежной работы силовых кабельных линий (КЛ) низкого и среднего классов напряжения.

Для обеспечения надежной работы силовых КЛ в настоящее время в России применяется система планово-профилактических испытаний, при которой кабели периодически подвергаются испытаниям постоянным напряжением достаточно высокого уровня (в 4—6 раз превышающим номинальное напряжение КЛ) с измерением токов утечки. Однако практика показывает, что планово-профилактические испытания повышенным постоянным напряжением даже в случае их успешности не только не гарантируют безаварийную последующую работу КЛ, но и во многих случаях приводят к сокращению срока службы КЛ. Особенно опасны такие испытания для КЛ с длительными сроками эксплуатации или с сильно состаренной изоляцией. Кроме того, испытания повышенным постоянным напряжением силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ-кабели), которые находят все более широкое при-

менение в России, не только практически бесполезны, так как сшитый полиэтилен обладает высокой электрической прочностью и малыми токами утечки, но и оказывают негативное воздействие на полиэтиленовую изоляцию.

Применительно к силовым кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена гораздо более эффективным и экономичным является щадящий метод испытаний напряжением сверхнизкой частоты 0,1 Гц, которое по величине не превышает более чем в 3 раза номинальное напряжение КЛ. Испытания при очень низких частотах со сменой полярности позволяют выявлять дефекты в изоляции без формирования объемных зарядов в структуре полиэтиленовой изоляции, в отличие от того, как это происходит при приложении постоянного напряжения. Поэтому за рубежом кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена испытываются исключительно напряжением сверхнизкой частоты. При испытаниях силовых кабелей с бумажной пропитанной изоляцией применение этого метода позволяет в значительной степени уменьшить испытательное напряжение по сравнению с испытаниями постоянным напряжением.

Одним из лидеров в разработке метода испытаний напряжением сверхнизкой частоты, а также установок

<< 20

ления в зависимости от схемы подключения счетчика). Электромонтаж сведен к минимуму, так как прибор работает от батареи со сроком службы не менее пяти лет.

Программное обеспечение METERTOOL на платформе Windows® дает возможность лабораториям и тепловым сетям поверять и перепрограммировать вычислитель, не обращаясь к разработчику.

На дисплей могут быть выведены все измеряемые и вычисляемые параметры, а также данные ежемесячных и годовых архивов. Параметры, выведенные на дисплей, организованы в структуру, сходную с «деревом» папок и файлов Windows®, и переключаются между собой с помощью двух кнопок.

Модульная конструкция прибора позволяет добавлять дополнительные функции, существенно расширяющие его возможности. Среди них: опция дистанционной передачи показателей прибора с помощью различных способов связи, питание от сети 24 или 230V. Дополнительные импульсные входы для подключения электро- и водосчетчиков предусматривают возможность считывать потребление всех ресурсов одновременно.

### БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GOOSE

ABB представляет новую быстродействующую систему защиты шин подстанций для нужд коммунальных и промышленных систем электроснабжения. Логическая защита шины основана на разработанном компанией ABB новом реле защиты питающей линии REF615 с внутренней поддержкой стандарта МЭК 61850 «Коммуникационные сети и системы на подстанциях» и сервисных функциях GOOSE. Данное «интеллектуальное» grid-enabled реле создает платформу для улучшения работы, повышения надежности и экономической эффективности электроэнергетических систем завтрашнего дня.

25 >>

для проведения испытаний силовых КЛ в условиях эксплуатации является фирма Seba KMT (Германия). Запатентованный фирмой Seba KMT принцип колебаний при напряжении косинусоидально-прямоугольной формы в соединении с повторным использованием сохраненной в кабеле энергии обуславливает, в сравнении с другими методами испытаний, незначительный вес установок, а также низкий расход энергии при одновременно высокой допустимой емкости испытываемого объекта. Фирмой Seba KMT выпускается серия испытательных установок (VLF 20 kV, VLF 28 kV, VLF 40 kV, VLF 54 kV, VLF 60 kV и др.), предназначенных для проведения испытаний напряжением сверхнизкой частоты 0,1 Гц силовых КЛ номинальным напряжением от 6 до 35 кВ включительно.

Для повышения надежности электроснабжения за счет уменьшения количества аварийных ситуаций и исключения затрат на проведение необоснованных ремонтов КЛ гораздо более предпочтительным является применение неразрушающих методов диагностики силовых КЛ. Использование неразрушающих методов диагностики позволяет не только получать информацию о текущем состоянии изоляции силовых КЛ, не травмируя ее, но и рационально и обоснованно планировать сроки проведения ремонтов КЛ или замены кабелей с выработанным ресурсом изоляции.

В последние годы ведутся интенсивные исследования с целью разработки и внедрения эффективных неразрушающих методов диагностики силовых КЛ среднего класса напряжения в условиях эксплуатации. Наибольшие успехи в этом направлении достигнуты в Германии, США, Японии и в ряде других стран. К настоящему времени на основе применения современных технологий созданы достаточно компактные системы и приборы для неразрушающей диагностики силовых КЛ, которые могут использоваться либо как отдельные переносные системы, либо могут быть встроены в передвижные кабельные лаборатории.

Из разработанных методов можно выделить следующие неразрушающие методы диагностики силовых КЛ напряжением до 35 кВ, которые широко используются за рубежом:

- метод измерения и локации частичных разрядов в силовых КЛ (с использованием диагностической системы OWTS);
- метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции силовых кабелей (с использованием диагностических систем CD 31 и CDS);
- метод измерения тока релаксации в изоляции СПЭ-кабелей (с использованием диагностических систем KDA-1 и CDS);
- метод измерения диэлектрических характеристик изоляции кабелей (с использованием диагностических систем OWTS, IDA 200 и др.);
- метод импульсной рефлектометрии для предварительной локализации низкоомных повреждений в силовых КЛ (с использованием рефлектометров Teleflex, InterFlex и др.) и импульсно-дуговой метод для предварительной локализации высокоомных повреждений в КЛ (с использованием рефлектометров и устройств стабилизации дуги);
- метод контроля целостности оболочки силовых кабелей и определения мест неисправности в оболочках (с использованием приборов MFM 5—1, MVG 5 и др.).

Разработанные за рубежом методы и соответствующее оборудование ориентированы, главным образом, на проведение испытаний и диагностики кабелей с полиэтиленовой изоляцией, которые преимущественно используются в распределительных кабельных сетях зарубежных стран.

Применительно к силовым кабелям с бумажной пропитанной изоляцией, которые остаются основным типом кабелей в кабельных сетях России напряжением до 35 кВ включительно, наиболее эффективными методами, которые могут использоваться для неразрушающей диагностики, являются метод измерения и локации частичных разрядов в КЛ и метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции кабелей.

Таблица 1

Технические характеристики систем OWTS

Вариант системы	OWTS 25	OWTS M 28	OWTS M 60
Максимальное выходное напряжение	36 пост. тока/25 кВэфф	28 пост. тока/20 кВэфф	60 пост. тока/42 кВэфф
Диапазон частот осцилляции	50 Гц ÷ 1,0 кГц	50 Гц ÷ 800 Гц	
Допустимая емкость кабеля	0,01 ÷ 2 мкФ	0,025 ÷ 2 мкФ	
Постоянный ток заряда	12 мА	10 мА	7 мА
Диапазон измерения ЧР	1 пКл ÷ 100 нКл		
Полоса частот при локации ЧР	150 кГц ÷ 10 МГц	150 кГц ÷ 45 МГц	
Коэффициент потерь	0,001 ÷ 0,1		
Напряжение питания	230 В/50 Гц; 115 В/60 Гц		
Рабочая температура	+ 5 ÷ + 40°C	- 10 ÷ + 40°C	
Масса	65 кг + 32 кг	55 кг + 2 кг	80 кг + 2 кг

## Метод измерения и локации частичных разрядов в КЛ

В силовых КЛ напряжением до 35 кВ включительно основными причинами снижения электрической прочности изоляции в процессе длительной эксплуатации (т. е. старения изоляции) являются воздействия частичных разрядов (ЧР) и повышенных температур.

Физические процессы в изоляции силовых кабелей под воздействием ЧР (т. е. микрозарядов, возникающих в местах неоднородности изоляции при воздействии рабочего напряжения) к настоящему времени изучены достаточно хорошо. Разработаны и различные методы измерения характеристик ЧР в силовых КЛ, которые реализованы в отечественных и зарубежных приборах и установках различных конструкций.

Одной из наиболее современных и эффективных диагностических систем для оценки состояния изоляции всех типов кабелей напряжением до 35 кВ методом контроля характеристик ЧР является система OWTS (Oscillating Wave Test System) разработки фирмы Seba KMT. Система OWTS, в которой реализован метод измерения ЧР осциллирующим затухающим напряжением, позволяет определять величину и место расположения ЧР, количество ЧР в локальных местах КЛ, напряжение возникновения и гашения ЧР, а кроме того, величину тангенса угла диэлектрических потерь в изоляции, емкости и ряда других величин. По совокупности этих параметров может быть сделано обоснованное заключение о техническом состоянии и о проблемных местах диагностируемой КЛ.

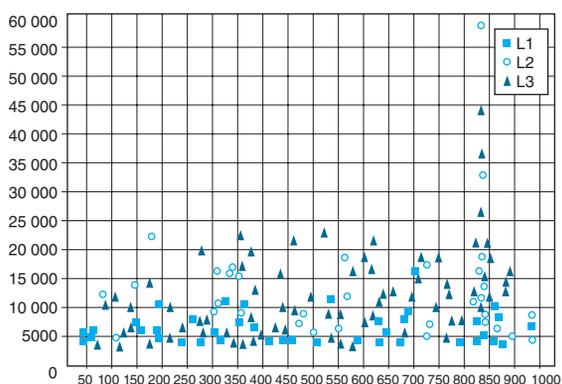
Система OWTS 25 первой разработки конструктивно состоит из блока-анализатора, включающего промышленный компьютер и источник постоянного напряжения, и блока-катушки с интегрированной электронной схемой для выработки переменного испытательного напряжения. Блок-анализатор оборудован накопителем на гибких дисках, устройством записи на компакт-диски, дисплейным экраном

и жестким диском для вывода, отображения и хранения данных. Ввод данных производится с клавиатуры или с помощью мыши. Для подключения системы OWTS 25 к объекту диагностики она укомплектована комплектом соединительных высоковольтных кабелей. Управление системой OWTS 25 осуществляется с помощью компьютера, в котором производится цифровая регистрация данных, их сохранение в памяти и последующий анализ. Программное обеспечение системы OWTS позволяет локализовать места повреждений в КЛ частичными разрядами. Система OWTS 25 может использоваться либо как отдельный переносной блок, либо может быть встроена в передвижную кабельно-измерительную лабораторию (Comprat TE).

Системы OWTS последних разработок (OWTS M 28 и OWTS M 60) состоят из высоковольтного блока, блока обработки сигнала и ноутбука с адаптером для беспроводной связи с высоковольтным блоком. Высоковольтный блок также состоит из источника постоянного напряжения и резонансной катушки с интегрированным высоковольтным переключателем для создания переменного испытательного напряжения. Туда же встроены высоковольтный делитель и контроллер для цифровой обработки данных и сигналов ЧР. Управление системой, сохранение, анализ и оценка результатов измерения характеристик ЧР производится с помощью ноутбука с использованием специального программного обеспечения.

Технические характеристики систем OWTS разных модификаций приведены в табл. 1.

Диагностика с помощью системы OWTS выполняется на отсоединенной с двух сторон КЛ. Перед началом диагностирования производится калибровка системы с целью уточнения длины КЛ и определения ожидаемой амплитуды ЧР. После калибровки каждая фаза КЛ последовательно заряжается в течение нескольких секунд постоянным напряжением до выбранной величины, не превышающей амплитуду номинального линейного напряжения КЛ. После



**Рис. 1. Вид карты распределения ЧР различной величины (PD) по длине КЛ для трех фаз КЛ**

зарядки фазы КЛ с помощью электронного переключателя подключается через резонансную катушку к заземленному экрану кабеля. В процессе разрядки кабеля возникают затухающие синусоидальные колебания, частота которых зависит от емкости диагностируемого объекта. Бегущая волна инициирует ЧР в изоляции КЛ, которые фиксируются и сохраняются в памяти компьютера системы OWTS для последующей обработки с целью определения амплитуды и местоположения ЧР по длине КЛ. Так как амплитуда испытательного напряжения является затухающей, то можно точно определить напряжение, при котором возникают и погасают ЧР. Колебательное напряжение прикладывается к объекту в течение нескольких сот миллисекунд и поэтому не нагружает кабель и не повреждает его. Локализация ЧР в КЛ осуществляется с использованием метода рефлектометрии по результатам регистрации двух импульсов от одного и того же ЧР — первичного импульса и импульса, отраженного от конца КЛ.

При обработке записанных в памяти компьютера данных диагностики выделяются и учитываются первичные и отраженные импульсы ЧР на фоне возможных помех и шумов. При этом амплитуда ЧР определяется по первичному импульсу, а расстояние до места возникновения ЧР в КЛ определяется по промежутку времени между первичным импульсом и его отражением.

Обработанные и учтенные импульсы ЧР представляются на карте распределения ЧР различной величины по длине КЛ (на карте дефектных мест), как для всех трех фаз КЛ (рис. 1), так и для каждой фазы КЛ в отдельности.

Карта дефектных мест может быть преобразована в гистограмму распределения количества ЧР по длине КЛ как для всех трех фаз КЛ (см. рис. 2), так и для каждой фазы КЛ в отдельности.

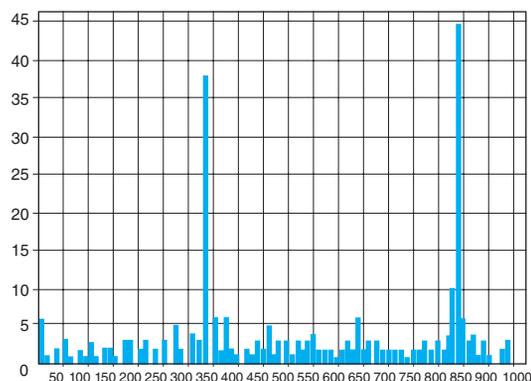
Одним из наиболее важных и сложных этапов при проведении диагностики с использованием системы OWTS является оценка результатов диагностики и формулирование заключения по результатам измерения и локализации ЧР. В силу новизны этой методики в России пока отсутствуют общепризнанные нормативы и критерии оценки состояния

КЛ по результатам измерения характеристик ЧР с использованием системы OWTS. По причине особенностей схемы измерений ЧР амплитуда измеряемых ЧР с использованием системы OWTS значительно больше, чем амплитуда ЧР при измерениях на заводах-изготовителях, где используется другой метод измерения. Соответственно применяемые нормативы по уровню ЧР при измерениях на заводах-изготовителях не могут использоваться.

Необходимо отметить, что в ряде стран Европы (Германия, Италия, Швейцария, Англия и др.) в фирмах, успешно эксплуатирующих систему OWTS в течение достаточно длительного времени, уже разработаны критерии оценки результатов диагностики по характеристикам ЧР. Так, например, в Германии при диагностировании КЛ с использованием системы OWTS предельным значением принят уровень ЧР равный 1000 пКл, а в Италии — 1200 пКл. При превышении указанных значений КЛ подлежит ремонту. Применение этих критериев в России пока представляется не целесообразным, так как для России характерна эксплуатация силовых КЛ до их предельного состояния. При этом уровень ЧР в силовых КЛ нередко достигает 5000—10 000 пКл и более.

В России наибольший опыт применения метода диагностики с использованием системы OWTS имеется на предприятии ООО «Тест», специалистами которого было продиагностировано около 2000 КЛ напряжением от 6 до 35 кВ [1]. При этом по более чем 65% обследованных КЛ было сделано заключение о неудовлетворительном состоянии их изоляции. В большинстве случаев проблемные места в КЛ обнаруживаются в соединительных и концевых муфтах, что свидетельствует, прежде всего, о качестве монтажа кабельных муфт.

На основе большого количества практических результатов диагностики КЛ с использованием системы OWTS были разработаны нормативные показатели для оценки технического состояния эксплуатирующихся в России силовых КЛ напряжением 6—35 кВ с разными типами изоляции (с бумажной пропитанной изоляцией, с изоляцией из сшитого полиэтилена, с поливинилхлоридной изоляцией). Оценка технического состояния КЛ производится



**Рис. 2. Вид гистограммы распределения количества ЧР (N) по длине КЛ для трех фаз КЛ**

Таблица 2

**Технические характеристики диагностической системы CD 31**

Испытательное постоянное напряжение	0 ÷ 35 кВ
Выходной ток	1,5 мА
Максимальная допустимая емкость кабеля	10 мкФ
Напряжение питания	230 В / 50 Гц; 115 В / 60 Гц
Потребляемая мощность	около 200 В·А
Рабочая температура	0 ÷ +55°C
Масса	30 кг

по наихудшему из трех диагностируемых параметров: максимальная величина ЧР в локальном месте; напряжение возникновения ЧР (амплитудное значение); среднее количество ЧР локальном месте за один цикл измерений.

Например, для КЛ 6 кВ с бумажной пропитанной изоляцией при максимальной величине ЧР в локальном месте: до 1200 пКл — КЛ подлежит повторному диагностированию через 5 лет; от 1200 до 7500 пКл — КЛ подлежит повторному диагностированию в течение года; от 7500 до 15000 пКл — КЛ подлежит ремонту в течение года с последующей диагностикой; свыше 15000 пКл — КЛ эксплуатации не подлежит. Соответственно этой градации по срокам диагностирования и ремонта КЛ разработаны и нормативы по величине напряжения возникновения ЧР и по среднему количеству ЧР в локальном месте.

**Метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции кабелей**

Метод измерения и анализа возвратного напряжения основан на измерении и анализе зависимостей от времени тока зарядки в процессе зарядки емкости диагностируемого кабеля постоянным напряжением небольшой величины (1 и 2 кВ), не оказывающей влияния на изоляцию кабеля, и восстанавливающегося (возвратного) напряжения в изоляции кабеля после его кратковременной разрядки. Эти зависимости характеризуют состояние, степень старения и содержание влаги в изоляции силовых КЛ.

Оценка степени старения изоляции производится по максимальной величине возвратного напряжения, по скорости нарастания возвратного напряжения и по коэффициентам нелинейности (соотношение измеренных величин при разных значениях зарядного напряжения). Оценка степени увлажнения изоляции кабелей производится по величине тока зарядки (установившееся значение), характеризующей интенсивность процессов проводимости в изоляции.

Одним из лидеров в разработке этого метода и установок для проведения диагностики методом анализа возвратного напряжения в условиях эксплуатации является фирма Seba KMT. Этой фирмой была создана диагностическая система CD 31, предназначенная для диагностики силовых КЛ напряжением до 35 кВ как с полиэтиленовой, так и с бумажной пропитанной изоляцией.

Диагностическая система CD 31 состоит из высоковольтного блока (включающего генератор высокого постоянного напряжения, высоковольтный выключатель и разрядное устройство), блока управления и высоковольтных соединительных кабелей. Система CD 31 подключается к портативному компьютеру через интерфейс для управления процессом диагностики, записи, обработки и архивирования результатов измерения. Технические характеристики диагностической системы CD 31 приведены в табл. 2.

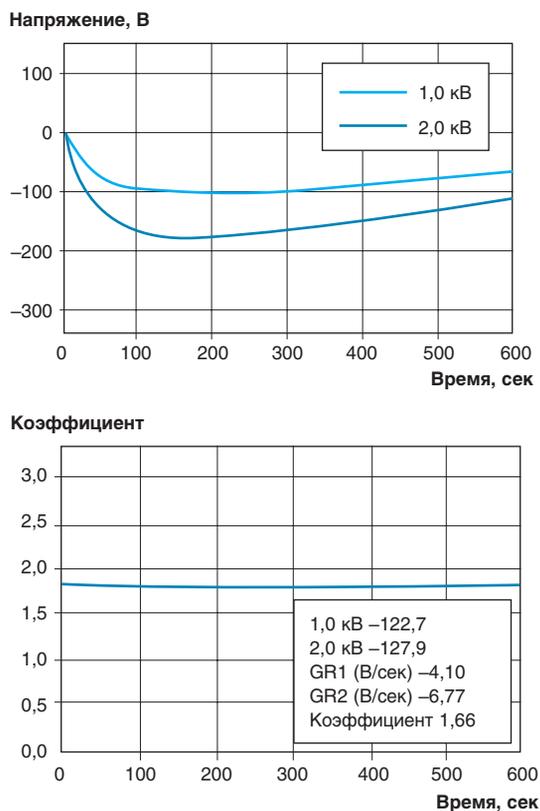
Система CD 31 обладает следующими достоинствами: возможность проведения диагностики одновременно на трех фазах КЛ (трехканальная измерительная аппаратура); незначительное влияние посторонних помех (по сравнению

Новые реле защиты серии 615 предлагают внутреннюю поддержку стандарта автоматизации подстанции МЭК 61850, включая горизонтальную передачу сообщений GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event). По сравнению с традиционной проводной связью между реле, связь <от реле — к реле> через локальную сеть Ethernet LAN предлагает передовую многофункциональную платформу для защиты <умных> электроэнергетических систем завтрашнего дня. Быстрое конфигурирование с помощью программного обеспечения, постоянное наблюдение за целостностью защиты и системы связи, внутренняя гибкость для осуществления реконфигурации и модернизации — вот некоторые из отличительных характеристик нового подхода к реализации системы защиты, осуществляемого при полном внедрении стандарта МЭК 61850.

Защита шин небольших и средних распределительных подстанций обычно основывается на принципе обратной блокировки. В случае короткого замыкания на отходящей питающей линии реле максимального тока отходящих линий блокируют действие реле максимального тока на подводящих питающих линиях. Эти сигналы блокировки выполняются с помощью проводных связей.

Подобная реализация передачи сигналов подразумевает использование промежуточных реле, что приводит к дополнительной задержке срабатывания защиты. Кроме того, при таком решении отсутствуют простые методы постоянного контроля исправности проводных каналов передачи сигналов для обеспечения работоспособности системы защиты.

В новой концепции логической защиты шин, разработанной ABB, проводные связи между реле заменены локальной сетью Ethernet LAN, охватывающей всю подстанцию. Сигналы блокировки передаются между реле в виде GOOSE-сообщений, обеспечивая новый беспрецедентный уровень быстродействия защиты и надежности работы. Кроме стандартной локаль-



**Рис. 3. Кривая возвратного напряжения (а) и коэффициента нелинейности (б) для нового кабеля 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией**

с другими диэлектрическими методами) на результаты измерений; упрощенная процедура подключения кабеля к диагностической системе.

Недостатком метода диагностики с использованием системы CD 31 является то, что он позволяет оценивать только общее состояние изоляции всей КЛ, а не отдельных ее участков.

При проведении диагностики результаты измерений и анализа возвратного напряжения для каждой фазы КЛ и для каждого цикла измерений (двукратный цикл измерений при зарядном напряжении 1 и 2 кВ для КЛ с бумажной пропитанной изоляцией) отображаются на мониторе компьютера в цифровом, графическом и табличном виде. Это следующие характеристики: время зарядки и величина тока зарядки (в фазе зарядки); диаграмма изменения тока зарядки в зависимости от времени зарядки; время измерения возвратного напряжения и величина возвратного напряжения (в фазе измерения возвратного напряжения); диаграмма изменения возвратного напряжения в зависимости от времени измерения (кривая возвратного напряжения); максимальная величина возвратного напряжения и время достижения максимальной величины возвратного напряжения; скорость нарастания (начальная крутизна кривой)

возвратного напряжения; коэффициенты нелинейности по соотношению измеренных величин при разных значениях зарядного напряжения, диаграмма изменения коэффициентов нелинейности в зависимости от времени измерения.

Результатом диагностирования КЛ с использованием системы CD 31 является протокол измерений и анализа возвратного напряжения для каждой фазы диагностируемой КЛ, который автоматически составляется системой CD 31, записывается в память портативного компьютера и может быть распечатан на принтере.

Результаты диагностики с использованием системы CD 31 показали, что для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией наиболее информативной характеристикой, чувствительной к старению изоляции (гораздо более чувствительной, чем максимальная величина возвратного напряжения или другие характеристики изоляции), является скорость нарастания возвратного напряжения [2].

Изоляция новых (не состаренных) кабелей имеет малую интенсивность процессов поляризации и, соответственно, малую величину скорости нарастания возвратного напряжения. Для новых кабелей скорости нарастания возвратного напряжения при зарядных напряжениях 1 и 2 кВ (GR1 и GR2) не превышают 5 и 10 В/сек, соответственно (рис. 3).

Для кабелей с длительным сроком эксплуатации (более 30—40 лет) величина скорости нарастания возвратного напряжения в сильно состаренной изоляции может вырасти в 10—15 раз и более по сравнению с величиной скорости нарастания возвратного напряжения, характерной для не состаренной бумажной пропитанной изоляции (рис. 4).

По увеличению коэффициентов нелинейности (Quotient на рис. 3 и 4) также можно судить о состоянии изоляции диагностируемых кабелей. При этом для сильно состаренной бумажной пропитанной изоляции характерно значительное изменение коэффициента нелинейности в зависимости от времени измерения возвратного напряжения (рис. 4).

Достоверность и эффективность оценок состояния и степени старения изоляции КЛ по результатам диагностики в условиях эксплуатации с использованием системы CD 31 может быть повышена по мере накопления банка данных результатов измерений на КЛ с кабелями разных марок и разных сроков и условий эксплуатации.

В последние годы фирмой Seba KMT была создана универсальная комбинированная система CDS для интегральной диагностики кабелей. Диагностика кабелей с бумажной пропитанной изоляцией производится методом измерения и анализа возвратного напряжения, а диагностика кабелей с полиэтиленовой изоляцией производится методом анализа изотермического тока релаксации. Комбинированная система благодаря небольшому зарядному напряжению не оказывает влияние на изоляцию кабеля и муфт. В системе реализован автоматический процесс измерения. Программное обеспечение учитывает конструктивные особенности кабелей и классифицирует состояние диагности-

руемых объектов. Основные технические характеристики установки CDS: максимальное напряжение — 5 кВ постоянного тока; диапазон измерения тока —  $-130 \div +130$  нА, потребляемая мощность — 50 Вт, вес — 26 кг.

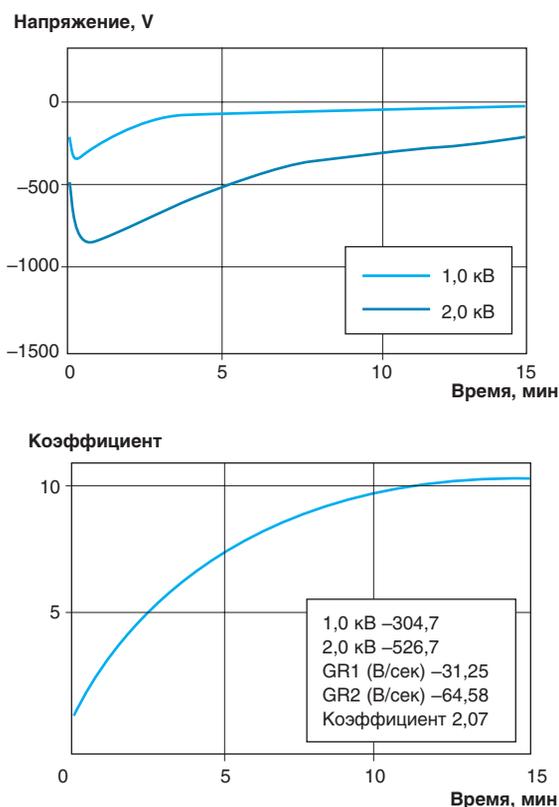
Дальнейшее совершенствование метода измерения и анализа возвратного напряжения с целью установления корреляционной связи между степенью старения (остаточным ресурсом) и измеряемыми характеристиками изоляции может позволить перейти к получению количественных оценок остаточного ресурса изоляции кабелей по результатам измерения в условиях эксплуатации тока заряда и возвратного напряжения.

Внедрение неразрушающих методов диагностики силовых КЛ с использованием современного оборудования будет способствовать повышению надежности электропитания потребителей, а также позволит эффективнее планировать ремонт и замену силовых КЛ по их фактическому техническому состоянию.

При переходе на систему технического обслуживания, контроля технического состояния и ремонта силовых КЛ по их техническому состоянию может быть получен существенный экономический эффект за счет:

- снижения количества аварий на КЛ и соответственно затрат на их устранение;
- исключения затрат на проведение необоснованных ремонтов КЛ;
- повышения качества монтажных работ за счет проведения диагностики на КЛ после их ремонта или при вводе КЛ в эксплуатацию;
- выявления и устранения дефектов в КЛ на ранней стадии из развития;
- продления срока эксплуатации КЛ с невыработанным ресурсом изоляции;
- рационального планирования действительно необходимых ремонтов КЛ в обоснованные сроки.

Своевременная и достоверная диагностика состояния изоляции силовых КЛ с использованием неразрушающих методов позволит отказаться от профилактических испытаний изоляции разрушающими методами, которые во многих случаях травмируют изоляцию и приводят к снижению остаточного ресурса изоляции силовых КЛ. Испытание изоляции силовых КЛ повышенным напряжением целесообразно проводить при вводе новых КЛ в эксплуатацию, после ремонта КЛ, а также при отсутствии возможности



**Кривая возвратного напряжения (а) и коэффициента нелинейности (б) для состаренного кабеля 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией**

применения средств технической диагностики силовых КЛ неразрушающими методами.

## Литература

1. Кустов А. Существует ли в России диагностика силовых кабельных линий и электрооборудования... и зачем она нужна/Энергетика и промышленность России. 2006. №8 (72).
2. Канискин В.А., Коцур С.А., Привалов И.Н. Кабели 10 кВ с бумажно-пропитанной изоляцией. Неразрушающий метод диагностики/Новости электротехники. 2005. №5 (35).



**А. В. Синеев,**  
член правления  
Межрегионального  
объединения  
Сибирских электротехнических  
предприятий

## КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ «ТРИ В ОДНОМ» ИЛИ ПАНАЦЕЯ ОТ ВСЕХ БЕД?

**П**о нашему мнению существуют следующие аспекты компенсации реактивной мощности (РМ):

- РМ как фактор энергосбережения;
- РМ как фактор повышения качества электроэнергии;
- РМ как фактор экономии денежных ресурсов.

Мы намеренно опускаем все три аспекта. Это отдельная тема. Написание этой статьи ставило своей целью собрать воедино разрозненную общую информацию о компенсации РМ из различных источников, проанализировать ее и представить на суд читателей ее различные аспекты для более полного понимания сути этого процесса.

Как известно, электроэнергия — это товар, который имеет свое качество. Качество электроэнергии должно соответствовать требованиям **ГОСТ 13109—97**.

Сегодня потребителя интересуют три вопроса:

1. Какого качества электроэнергию он купил и стоит ли она этих денег (в том смысле, какой убыток ему приносит каждое нарушение качества электроэнергии).

2. На какие цели и в каком количестве Потребитель расходует электроэнергию, которую он покупает (рационально или нет).

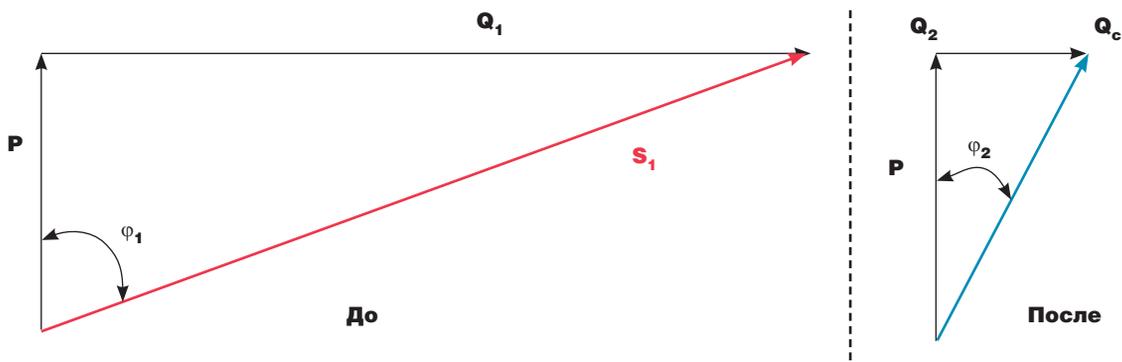
3. Как грамотно управлять энергопотреблением, чтобы свести к минимуму расход электроэнергии (в какой момент и какие нагрузки следует отключить, чтобы не превысить лимит потребления в часы договорного максимума).

А как оценивается ущерб от плохого качества электроэнергии в экономике России?

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

### Немного теории

Электрической сети в целом требуется равенство генерации и потребления активной и реактивной мощности. Основным нормативным показателем поддержания баланса активной мощности в каждый момент времени является частота переменного тока, которая служит **общесистемным критерием**. А основным нормативным показателем поддержания баланса реактивной мощности в каждый момент времени является уровень напряжения — местный критерий, который для каждого узла нагрузки и каждой ступени номинального напряжения существенно отличается. Поэтому в отличие от баланса активной мощности необходимо обеспечить баланс реактивной мощности **не только в целом в энергосистеме, но и в узлах нагрузки**. И отто-



**Рис. 1. Векторная диаграмма полной мощности до и после компенсации РМ**

го, где и как «гуляет» реактивная мощность (РМ) по сети, зависит многое, если не все.

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

Вот почему существует необходимость самого серьезного отношения к проблеме компенсации реактивной мощности.

Сегодня, когда строительство новых генерирующих мощностей очень дорого и невозможно в короткий срок, актуальным становится максимальное использование действующих ЛЭП и трансформаторов, повышая их пропускную способность за счет применения различных устройств управляемой компенсации реактивной мощности.

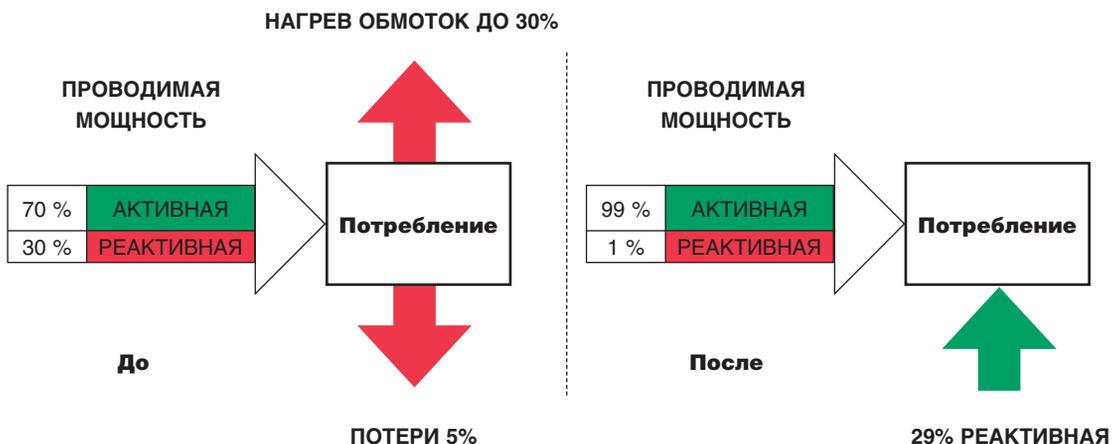
Как известно, полная мощность сети состоит из активной мощности  $P$ , передаваемой в нагрузку, и реактивной  $Q$ , которая используется на нагрев обмоток электродвигате-

лей и трансформаторов.  $Q$  отрицательно влияет на режимы работы электрической сети и показатели качества электроэнергии. Но без нее процесс получения полезной работы был бы невозможен.

Но отрицательное влияние РМ на сеть несоизмеримо больше, чем положительное. Недаром еще во времена заката СССР в конце 80-х директивно на всех промышленных предприятиях были установлены конденсаторные батареи. Знали, что делали.

Реактивный ток дополнительно загружает высоковольтные линии и трансформаторы, приводит к увеличению потерь активной (АМ) и реактивной мощности (РМ), влияет на уровень напряжения у потребителя. Большая величина РМ в сети приводит к несинусоидальности напряжения, появляются дополнительные потери в сети, электрических машинах и трансформаторах, сокращается срок службы изоляции кабелей и другого оборудования, появляются помехи и сбои в работе компьютеров, устройств автоматики, телемеханики и связи, возникают резонансные перенапряжения в электрических сетях.

При компенсации РМ происходит уменьшение потребления РМ и возврат ее в сеть (см. график 1). Вследствие этого полная мощность  $S$ , потребляемая из сети практичес-



**Рис. 2. Принцип компенсации РМ**

Характерные отраслевые коэффициенты мощности

Тип нагрузки	Примерный коэффициент мощности
Мукомольные и крупозаводы	0,6—0,7
Мясоперерабатывающие предприятия	0,6—0,7
Мебельные предприятия	0,6—0,7
Деревообрабатывающие предприятия	0,55—0,65
Молокоперерабатывающие предприятия	0,6—0,8
Машиностроительные предприятия	0,5—0,6
Авторемонтные предприятия	0,7—0,8

ки вся используется на полезную работу. Q1 уменьшается до значения Q2.

**Использование установок компенсации реактивной мощности (УКРМ) позволяет**

- разгрузить питающие ЛЭП, силовые трансформаторы и распределительные устройства;
- улучшить качество электроэнергии в сети;
- снизить расходы на оплату электроэнергии и общие затраты на энергопотребление
- подключить дополнительную активную нагрузку, без увеличения мощности силового трансформатора и без увеличения сечения питающего кабеля;
- увеличить срок службы электрооборудования;
- автоматически отслеживать изменения нагрузки и компенсации РМ (рис. 2).

Когда мы 7 лет назад начали заниматься проблемой повышения качества и надежности электроснабжения предприятий и снижения энергопотребления при помощи компенсации реактивной мощности, у нас появились вопросы:

- почему в одной сети конденсаторные установки работают отлично, экономят прилично, а в другой — неэффективно;
- почему при их использовании в некоторых случаях возникают нежелательные последствия;
- почему, решив одну проблему, возникают другие, и т.д.

Пришлось взяться за учебники, пройти техническое обучение, перелопатить кучу литературы и Интернет в поисках расчетов, методик выбора, характеристик процессов протекающих в электросетях при работе УКМ.

Мы пришли к выводу, чтобы понять суть процессов, протекающих в конкретной электросети, нужна достоверная техническая информация. Для этого мы начали проводить мониторинг параметров электросети. Были закуплены специальные приборы, позволяющие снимать одновременно несколько десятков характеристик электросети с интервалом в доли секунды. (Токи, напряжения, активные, реактивные и полные мощности по каждой фазе, Cos φ, гар-

монический состав сети и т.д.). Полученная информация оказалась очень интересна (графики 1, 2).

Как видно из графиков, при выключенной конденсаторной установке Cos φ «плавает» от 0,3 до 0,5. При включенной он фактически стабилен на уровне 0,75—0,8. Также при включенной УКРМ сглаживаются пульсации тока и напряжения, характер потребления становится более равномерным и исключает преждевременный выход оборудования из строя. И наконец, уровень нелинейных искажений (гармоник) в сети THDI находится в пределах нормы (не более 5—7%).

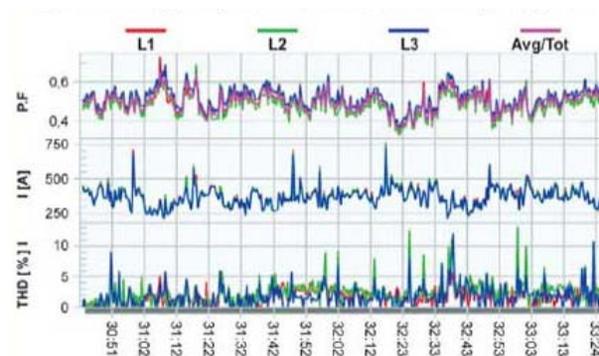


График 1. ВОРНЕЖСТАЛЬМОСТ ТП5. Новая пристройка. Отключена УКМ с фильтрами

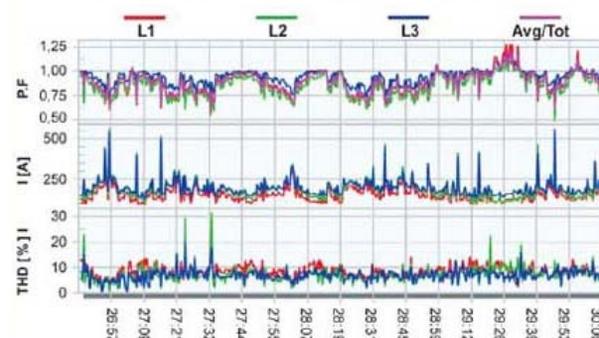


График 2. ВОРНЕЖСТАЛЬМОСТ ТП5. Новая пристройка. Включена УКМ с фильтрами

Таблица 2

## Технический эффект, ожидаемый в результате применения УКРМ

$\cos \varphi_1$ , без компенсации	$\cos \varphi_2$ , с компенсацией	Снижение величины тока и полной мощности, %	Снижение величины тепловых потерь, %
0,5	0,9	44	69
0,5	1	50	75
0,6	0,9	33	55
0,6	1	40	64
0,7	0,9	22	39
0,7	1	30	51
0,8	1	20	36

За 7 лет нами проведен мониторинг параметров электрических сетей более 30 промышленных предприятий Алтая различного профиля, проанализированы полученные данные, выяснены некоторые закономерности процесса потребления реактивной мощности (РМ).

Анализ результатов измерений в разных участках системы электроснабжения предприятия позволяет определить оборудование, влияющее на качество электроэнергии, генерирующее помехи, которые могут выводить из строя компьютеры и другое электронное оборудование. Такой анализ необходимо производить на объектах, где используются частотные электроприводы или имеют место частые коммутации мощных электроприемников (например сварочное производство).

Экономический эффект от использования УКРМ выражается в значительной экономии энергоресурсов предприятиями, снижением расходов на ремонты и аварии, а также прямой выгодой в виде снижения платы за потребляемую электроэнергию.

### Заключение

Для энергосистем, промышленных предприятий реактивная мощность всегда была и остается неизбежным атрибутом технологического оборота электроэнергии, влияющим на его экономическую эффективность. И поэтому использование такого мощного рычага воздействия как управление реактивной мощностью — один из наиболее эффективных и малозатратных способов энергосбережения как в энергосистемах, так и в сетях предприятий и ЖКХ. И оттого, как технически грамотно будет решаться

Проведенные в Московском энергетическом институте под руководством д. т. н., проф. Абрамовича Б. Н. исследования влияния качества электроэнергии на работу электрооборудования показали, что при нарушении нормативных показателей качества электроэнергии (КЭ) происходит сокращение срока службы:

1. силовых трансформаторов 10/0,4 — в 1,2—1,8 раза;
2. асинхронных электродвигателей — в 1,5—2,5 раза;
3. приводов, УПП и ПЧ — в 2,0—4,1 раза.

Например, стоимость ущерба от плохого качества электрической энергии в экономике США оценивается более чем в 150 млрд долл. в год (данные 2005 г.).

этот вопрос потребителями с одной стороны, и энергоснабжающими организациями с другой, будет зависеть надежность всей системы электроснабжения страны.

В данной статье мы рассмотрели только общие аспекты компенсации РМ. Намеренно не были затронуты вопросы воздействия компенсации РМ на энергосбережение, качество электроэнергии, и экономическую эффективность деятельности предприятий. Все эти вопросы могут быть рассмотрены нами позже в случае заинтересованности читательской аудитории.



**А. А. Ткачук,  
В. С. Копырин,  
ЗАО «Автоматизированные  
системы и комплексы»**

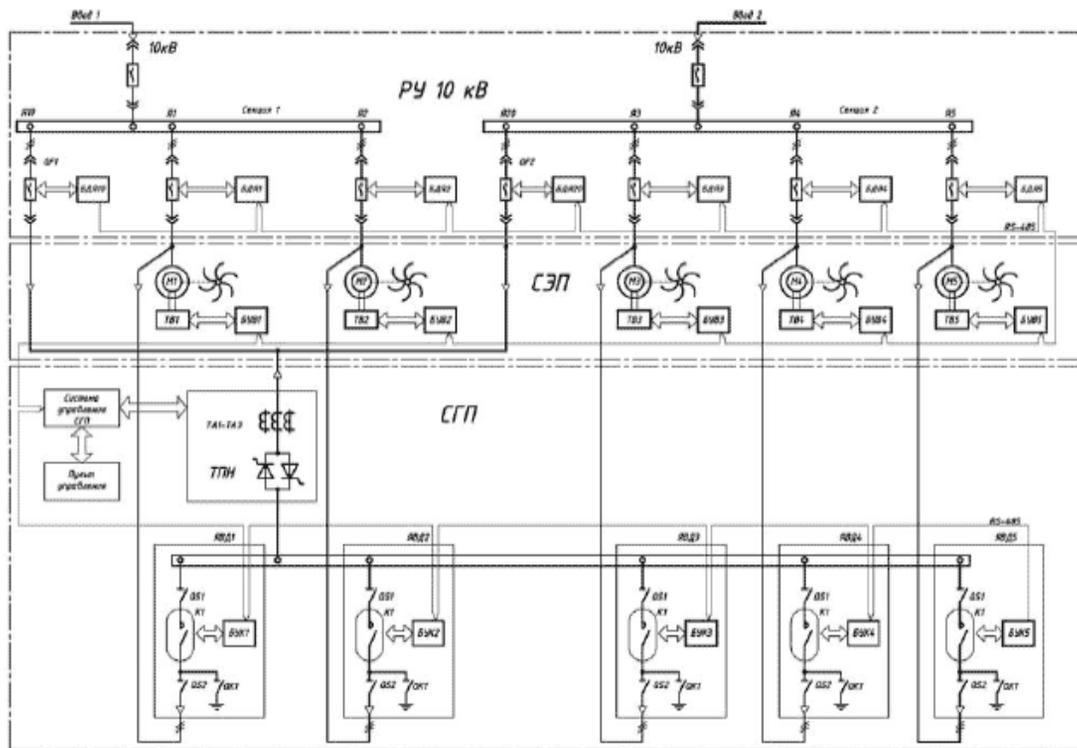
## ГРУППОВОЙ ПЛАВНЫЙ ПУСК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

**К**омпрессорные станции (КС) предназначены для получения сжатого воздуха (СВ), являющегося наряду с электрической и тепловой энергией одним из основных энергоносителей во многих отраслях промышленности [1—3]. Большие объемы сжатого воздуха производятся на предприятиях нефтеперерабатывающей и химической промышленности, а также в горно-металлургическом комплексе. Сжатый воздух в основном используется в технологии для перемешивания растворов, расплавов, пульпы и транспортирования этих и других материалов. Кроме этого СВ востребован пневмоинструментом, пневмооборудованием и для выполнения вспомогательных работ: уборка пыли, обдув стрелок, очистка стрелок и др.

Преимущественно получение СВ осуществляется турбокомпрессорами, количество которых на одной компрессорной станции состоит от 2 до 8, а самих станций на одном предприятии от одного до трех. Количество КС и турбокомпрессоров зависит от числа производств и площади предприятия, а также от объема потребления и расположения крупных потребителей сжатого воздуха на территории завода.

В качестве привода турбокомпрессоров в основном используется синхронный электропривод (СЭП) со статическими возбудителями [3—4]. Номинальные мощности и напряжения статора синхронных двигателей соответственно составляют: от 0,63 до 12,5 МВт; 3, 6 или 10 кВ. Исходя из этого, компрессорные станции являются ответственными и значительными потребителями электроэнергии. Поэтому для них наиболее актуальным является: высокая надежность, бесперебойность снабжения приемников сжатым воздухом, эффективное использование электроэнергии и активное воздействие на режимы работы системы внутривозовского электроснабжения за счет изменения величины и направления реактивной мощности в узле подключения СЭП компрессорной станции.

Эти требования к компрессорным станциям предусматривают решение комплекса задач. К их числу относится обеспечение плавного пуска турбокомпрессоров. Решение этой задачи возможно путем применения индивидуального и группового плавного пуска турбокомпрессоров. Выбор рационального решения производится технико-экономическим расчетом. При большом количестве турбокомпресс-



**Рис. 1. Схема системы группового плавного пуска синхронных высоковольтных электроприводов турбокомпрессоров**

соров на одной станции или большой мощности приводных синхронных двигателей более 1 МВт в большинстве случаев экономически целесообразным является групповой плавный пуск СЭП турбокомпрессоров. Автоматизированная система группового плавного пуска турбокомпрессоров реализуется с использованием полупроводникового преобразователя, обеспечивающего последовательный плавный пуск синхронных двигателей. В качестве полупроводникового преобразователя в большинстве случаев технически и экономически целесообразно применить высоковольтный тиристорный преобразователь напряжения (ТПНВ).

Применение системы группового плавного пуска высоковольтных СЭП с ТПНВ обеспечивает:

- увеличение ресурса и межремонтных периодов турбокомпрессоров;
- повышение надежности и срока службы приводных синхронных двигателей;
- увеличение количества пусков СЭП и турбокомпрессоров в сутки;
- исключение или существенное снижение отрицательного влияния на систему электроснабжения при пуске турбокомпрессоров за счет уменьшения пусковых токов и мощностей;
- снижение потребления электроэнергии из сети и потерь в приводимых электродвигателях.

В качестве примера на рисунке 1 приведена схема системы группового плавного пуска пяти высоковольтных синхронных электроприводов турбокомпрессоров. Компрессорная станция получает питание по двум отдельным вводам напряжением 10 кВ, подключенным к соответствующим секциям шин. На рис. 1 обозначено: РУ — распределительное устройство; СГП — система группового плавного пуска; СЭП — синхронные электроприводы; ТПН — тиристорный преобразователь напряжения; ЯВД — ячейка выбора двигателя; БДЯ — блок дистанционного управления ячейкой; БУВ — блок управления возбудителем; БУК — блок управления контактором. В качестве преобразователя для плавного пуска СЭП используется высоковольтный тиристорный преобразователь напряжения типа ПСД-В-200—10к-2, обеспечивающий высокие регулировочные, энергетические и экономические показатели в переходных режимах. Для коммутации электродвигателей с преобразователем предусматриваются пять ячеек выбора двигателей типа ЯВД-400—10к-2 УХЛ4.

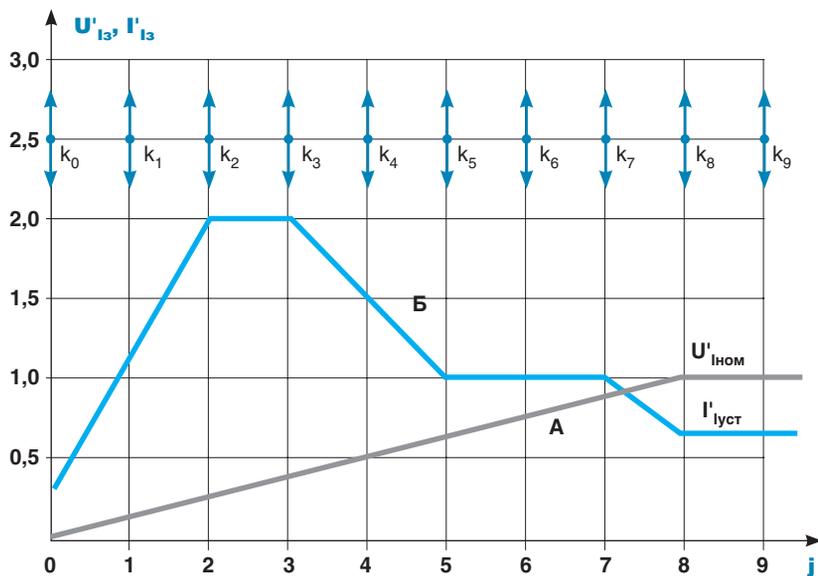
Схема работает следующим образом. Допустим, требуется запустить двигатель М1 (компрессор №1). Силовая схема должна быть собрана, т.е. разъединители в ячейках установлены в рабочее положение. Питание на шкаф управления преобразователем подано. Оператор на шкафу управления устанавливает ключ выбора режи-

ма в положение «Плавный пуск» и ключ выбора компрессора в положение «Компрессор № 1». Нажимает кнопку «Пуск». При этом собираются цепи управления и контроля участвующие в запуске двигателя М1: головной выключатель QF1; контактор К1 в ячейке выбора двигателя ЯВД1 и цепи технологических защит М1. Система управления преобразователя при положительном результате сборки схемы выдает управляющие импульсы на тиристорный преобразователь и двигатель М1 плавно разгоняется в соответствии с заданным алгоритмом формирования пусковой траектории тока статора. При достижении двигателем М1 номинальной скорости вращения система управления выполняет следующие команды: включает рабочий выключатель в ячейке Я1 и тем самым шунтирует тиристоры преобразователя; снимает управляющие импульсы с тиристоров; выключает пусковой контактор К1 в ЯВД1 и головной выключатель QF1. При успешном завершении пуска на шкафу управления загорается лампа «Работа» и на обмотку ротора подается возбуждение. Двигатель входит в синхронизм. Преобразователь ПСД-В, головные выключатели и пусковые контакторы полностью отключены, а двигатель М1 компрессора №1 запитан от ячейки Я1. На дисплее системы управления индицируется готовность преобразователя к следующему пуску.

Аналогично оператор выполняет запуск следующего электродвигателя. Например, требуется запустить М3.

Тогда силовая схема будет собрана по цепи: головной выключатель QF2 и контактор в ЯВД3. Алгоритм пуска повторяется. Таким образом, осуществляется независимое управление двигателями от разных секций шин.

Отключение двигателя осуществляется по обычной схеме, путем отключения рабочих выключателей в ячейках. При установке ключа выбора режима «Прямой пуск» СГП не задействуется, и эксплуатация оборудования выполняется по существующей схеме.



**Рис. 2. Алгоритмы формирования напряжения (А) или тока (Б) СД при плавном пуске**

Структура САУ преобразователя может быть настроена для различных режимов пуска АД. Благодаря наличию универсального программируемого задатчика может быть реализован любой из алгоритмов формирования управляющего воздействия (рисунок 2).

Математическое описание которого имеет вид:

1) формирование напряжения статора СД

$$U_{13}(t) = y^*(t) \cdot M_U / 100,$$

где

$y^*(t)$  — закон относительного управляющего воздействия, %;

$M_U$  — масштабный коэффициент напряжения, В;

$t$  — время, с;

2) формирование тока статора СД

$$I_{13}(t) = y^*(t) \cdot M_I / 100,$$

где

$M_I$  — масштабный коэффициент тока, А;

3) формирование тока возбуждения СД

— двигатель разгоняется

$$\left. \begin{array}{l} I_B = 0 \\ R_{ДВ} = const \end{array} \right\} \text{при } 0 < t < T_{\text{СИНХ}},$$

— двигатель входит в синхронизм

$$\left. \begin{array}{l} I_B = I_{B1} = const \\ U_1 = U_{1НОМ} \end{array} \right\} \text{при } t = T_{\text{СИНХ}},$$

— задание уровня и направления реактивной мощности

$$\left. \begin{array}{l} I_B = I_{B\text{зад}} \\ U_1 = U_{1НОМ} \end{array} \right\} \text{при } T_{\text{СИНХ}} < t,$$

**Основные технические характеристики СГП синхронных электро-приводов номинальной мощностью до 3,2 МВт**

Наименование параметра	Ед. изм	Величина
Номинальное напряжение силовой питающей сети	В	10000±2000
Номинальный ток электродвигателя	А	200
Максимальная кратность пускового тока		3,5
Количество запускаемых двигателей в КС	шт.	до 8
Количество пусков подряд СЭП	раз	до 5
Габаритные размеры	мм	2400 × 11200 × 800
Масса, не более	кг	1900
Исполнение оболочки по ГОСТ 14254		IP20
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150		УХЛ4

где  
 $I^B$  — ток возбуждения;  
 $R_{ДВ}$  — дополнительное сопротивление в цепи ротора СД;  
 $T_{Синх}$  — момент времени входа двигателя в синхронизм.

Преобразователь типа ПСД-В и ЯВД разработаны и изготовлены ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы» [5, 6]. Силовые модули преобразователя содержат высоковольтные тиристоры, необходимые защитные и делительные элементы отечественных производителей. Система датчиков, диагностики и управления преобразователем реализована на современной микроэлектронной базе с применением однокристальных микроконтроллеров и оптоволоконной техники. Система управления унифицирована и применяется для тиристорных преобразователей на 3, 6 и 10 кВ. Она оснащена обширной системой диагностики, которая позволяет определить вид и место неисправности. Конструктивно преобразователь скомпонован в трех шкафах: для каждой фазы свой шкаф. Этим обеспечивается повышенная безопасность в работе. Охлаждение тиристорных секций естественное. Необходимая электрическая прочность изоляции обеспечивается применением современных материалов. Основные характеристики системы приведены в таблице 1.

Внешний вид СГП трех двигателей приведен на рис. 3.

Ячейка выбора двигателей содержит два высоковольтных разъединителя и вакуумный контактор. Преобразователь и ячейки соединяются между собой посредством шинных сборок. Подключение к питающей сети и к двигателям осуществляется кабелем.

В настоящий момент ЗАО «АСК» проводит проектные работы и изготовление СГП для компрессорных станций ряда предприятий с различным количеством турбокомпрессоров и номинальными параметрами синхронных двигателей: напряжением до 10 кВ и мощностью до 3,2 МВт.



Шкафы с электрооборудованием СГП высоковольтных электроприводов турбомеханизмов компрессорных станций

**Рис. 3. Шкафы с электрооборудованием СГП высоковольтных электроприводов турбомеханизмов компрессорных станций**

### Литература

- Справочник электроэнергетика предприятий цветной металлургии/Под ред. М.Я. Басалыгина, В.С. Копырина. — М.: Металлургия, 1991.
- В.М. Черкасский. Насосы, вентиляторы, компрессоры. — М.: Энергоатомиздат, 1984.
- Г.Б. Онищенко, М.Г. Юнков. Электропривод турбомеханизмов. — М.: Энергия, 1972.
- Синхронный электропривод со статическим возбудителем в цветной металлургии//В.Г. Сальников, В.А. Бобков, В.С. Копырин, А. Патрик, Г.Е. Дворянчиков. — М.: Цветметинформация, 1978.
- Тиристорный преобразователь для плавного пуска высоковольтных асинхронных двигателей//А.А. Ткачук, В.К. Кривоюз, С.Копырин, А.Ю. Силуков/Силовая электроника. 2007. № 1. С.54—57.
- А.А. Ткачук, В.К. Кривоюз, В.С. Копырин. Система группового плавного пуска высоковольтных синхронных двигателей турбокомпрессоров. — В сб. докл. науч. — практ. конф. «Проблемы и достижения в промышленной энергетике». — Екатеринбург: Уральские выставки, 2007. — с.109—112.



## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

**П**о данным [1] около 80% всех отказов и неисправностей выключателей происходит из-за механических дефектов. Определенная часть этих отказов вызвана дефектами в механизме выключателя, выполняющего функцию преобразования энергии привода в поступательное движение контактов. Такой механизм имеется в любом выключателе, поэтому предлагаемые аппаратура и метод равно применимы ко всем видам выключателей: воздушным, вакуумным, масляным и элегазовым. Но наибольшую актуальность они представляют для масляных выключателей по следующим причинам:

- механизмы масляных выключателей являются одними из наиболее сложных;
- масляные выключатели наиболее многочисленны и, несмотря на вездущее техническое перевооружение, пройдет немало лет, пока будет демонтирован последний из них;
- большинство эксплуатируемых масляных выключателей выработало свой ресурс.

Известно, что в выключателях с большим сроком эксплуатации увеличивается чувствительность к факторам износа, что приводит к увеличению скорости развития дефектов. Поэтому сложившаяся за многие годы система технического и ремонтного обслуживания с четкой регламентацией сроков и типов плановых ремонтов не в состоянии обеспечить надежную работу такого оборудования. Изношенный выключатель после очередного ремонта может просто «не дотянуть» до следующего по плану. За рубежом достаточно давно и успешно применяется непрерывный контроль технического состояния выключателей под рабочим напряжением (мониторинг). Это позво-

ляет своевременно получать информацию о возникающих неисправностях и благодаря этому перейти от плановых ремонтов к ремонтам по необходимости. Но нужно принимать во внимание, что такие системы требуют достаточно больших затрат и оправданы только для ответственных объектов, например для выключателей системообразующих подстанций и т.п.

Учитывая указанные обстоятельства, все большее число предприятий стало применять и развивать способы получения информации о техническом состоянии выключателей путем проведения периодических обследований [2]. Особенностью таких обследований являются сравнительно небольшие интервалы между ними и комплексный характер. Комплексность заключается в разнообразии методов и средств контроля для получения необходимой информации. Для повышения же экономической эффективности обследований следует отдавать предпочтение методам и средствам контроля, позволяющим:

1. Получать информацию без вывода выключателей из эксплуатации, например, тепловизионным методом контроля качества переходных сопротивлений контактов, контроля диэлектрических характеристик маслонаполненных вводов под высоким напряжением и др.;
2. Получать информацию без разбора выключателей типа слива масла, отсоединения шунтирующих резисторов и пр. Примером может служить безразборный контроль в динамике характеристик времени, хода и скорости посредством приборов ПКВ/М5А и ПКВ/М6 [3];
3. Охватывать контролем сразу несколько узлов выключателя либо контролировать несколько характеристик узла (универсальные методы);



4. Распознавать неисправности на ранней стадии развития;
5. Получать обобщенные оценки технического состояния, например остаточного коммутационного или механического ресурса.

Какое-то время представлялось, что одним из многообещающих методов является метод вибрационного контроля, основанный на регистрации и анализе вибраций, возникающих в выключателе в моменты пуска [4]. Распространению такого мнения способствовали впечатляющие успехи вибрационной диагностики вращающихся машин: двигателей, генераторов, вентиляторов. Успехи определялись в первую очередь тем, что в результате большого объема экспериментальных исследований для различных неисправностей конкретных типов машин были найдены четкие диагностические признаки в регистрируемых вибрациях. В случае же с вибродиагностикой выключателей такая работа не проводилась, что и не удивительно, принимая во внимание число типов выключателей и многообразие их неисправностей. Были созданы лишь приборы для регистрации вибраций и предложен некоторый математический аппарат для определения критериев, с некоторой степенью вероятности характеризующих обобщенное механическое состояние (ресурс) выключателя. Недостатком такого подхода является трудность проверки достоверности критериев независимым способом и низкая чувствительность к дефектам отдельных элементов и узлов выключателя.

Рассматриваемый ниже метод заключается в регистрации процесса перемещения одного из элементов механизма: подвижного контакта, траверсы, вала привода и других, при пусках выключателя и сопоставлении полученного графика с графиком полностью исправного выключателя.

Принципиальное отличие этого метода от предыдущего заключается в том, что, если при вибродиагностике необходимая информация получается косвенным путем по вибрациям, сопровождающим механический процесс, то в данном случае она извлекается из самого механического процесса непосредственно. Очевидно, что во втором случае и объем полезной информации будет выше, а искажения посторонними факторами меньше (при вибродиагностике даже материал фундамента выключателя: сталь или бетон — может изменить спектр вибрации), и интерпретация результатов проще и достовернее.

### Аппаратура для регистрации процессов

Регистрацию механических процессов удобно проводить упомянутыми выше приборами ПКВ/М5Н, ПКВ/М6Н, ПКВ/М7, ПКВ/У3.

В комплекте приборов имеются прецизионные цифровые датчики перемещения с высоким разрешением: линейного перемещения — ДП12 на диапазон 0—1000 мм и разрешением в 0,5 мм и ДП31 на диапазон 0—40 мм и разрешением в 0,05 мм; углового перемещения — ДП21 на диапазон 0—360° и разрешением в 0,09°. Прибор позволяет получать три вида графика:  $V=F(t)$ ,  $S=F(t)$ ,  $V=F(S)$ , где  $V$  — скорость движения,  $S$  — ход,  $t$  — время. Время регистрируется через каждые 100 мкс, а скорость вычисляется с погрешностью не более 4%. Датчики рассчитаны на закрепление в местах, изначально предусмотренных под установку приспособлений для измерения скоростных характеристик: вибрографа с линейкой для выключателей типа У-220, МКП-220, С-35 и других или вибрографа с сектором для выключателей типа ВМТ, ВК и пр. Таким образом, датчик линейного перемещения крепится на выключателях первого списка к держателю штанги с траверсой через отверстие для верхнего упора или буфера, а датчик углового перемещения — на остальные выключатели — к вылету вала привода. При использовании датчика углового перемещения значения углового движения вала привода пересчитываются процессором прибора в линейное перемещение подвижного контакта по кинематической схеме выключателя, хранящейся в постоянной памяти.

Типичное применение рассмотренной аппаратуры и аналогичной ей — контроль состояния выключателя путем сравнения нескольких измеренных характе-

ной сети Ethernet LAN не требуется никаких дополнительных технических средств или сигнальных кабелей между ячейками комплектного распределительного устройства подстанции.

Благодаря устранению задержек, связанных с аппаратными средствами, время отключения короткого замыкания шины практически ограничено лишь быстродействием выключателя. Эксплуатационная надежность системы защиты контролируется постоянным наблюдением за каналом связи и проверкой правильности передаваемых данных. В критически важных приложениях возможно применение резервных каналов связи для обеспечения работоспособности и надежности системы защиты подстанции в целом.

Наряду с внутренней поддержкой протокола МЭК 61850, включая сервисные функции GOOSE, реле защиты питающей линии REF615 содержит функции токовой защиты с выдержкой времени и защиту от тепловой перегрузки.

Также в составе реле имеются направленная и ненаправленная защита от замыканий на землю, чувствительная защиту от замыканий на землю (<SEF> — sensitive earth-fault protection), а также защита от перемежающихся/переходных замыканий на землю, включая обнаружение кратковременных замыканий на землю в кабельных сетях. Кроме того, реле обладает функцией трёхполюсного автоматического повторного включения и функцией управления выключателями. Дополнительно реле может оборудоваться трёхканальным блоком дуговой защиты.

*Компания ABB*

### СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ПЛОСКИХ ШИН IP 20 ПРОИЗВОДСТВА JEAN MULLER

Система защиты плоских шин от прикосновения со степенью защиты IP20 (защита от прикосновения паль-

ристик выключателя с их паспортными значениями.

Но такое точечное представление механического процесса является чрезвычайно упрощенным и скудным и дает лишь общее представление о пригодности либо непригодности выключателя к дальнейшей эксплуатации без проведения ремонта. В то же время полный график зарегистрированного процесса содержит информацию о техническом состоянии многих отдельных элементов и узлов механизмов выключателя и отбрасывание этой информации есть не что иное, как чистой воды расточительство. Еще больше ценность графической информации возрастает благодаря замечательной способности человеческого мозга обрабатывать ее во много раз быстрее, чем цифровую, и выносить качественные (нормально — ненормально) оценки, руководствуясь даже незначительным отклонением формы графика от стандартной, что и требуется для обнаружения зарождающегося дефекта.

## Основные положения метода

1. Механизм выключателя можно представить в виде кинематической цепи, составленной из отдельных звеньев (привода, рычагов, тяг, траверсы и пр.), соединенных последовательно или параллельно через жесткие связи. Так что фактически регистрируемый график движения подвижного контакта определяется взаимодействием всех составляющих механизма и изменение параметров (дефект) взаимодействия хотя бы одного элемента (увеличение люфта, ослабление пружины, повышение трения скольжения) сразу же сказывается на результирующем графике. Показательным исключением является механизм выключателя типа ВМТ, где использованы гибкие связи — полиспады. Регистрируемый график процесса — сплошные пики и провалы — практически не поддается анализу.

2. У части звеньев (например, демпферов, дугогасительных устройств с неподвижными контактами и др.) нет постоянной жесткой связи с остальным механизмом, но благодаря обратной реакции на их взаимодействие состояние этих звеньев также отражается на графике процесса.

3. На основании изложенного в предыдущих пунктах можно утверждать, что к месту установки датчика перемещения в кинематической цепи механизма не предъявляются жесткие требования. Датчик линейного перемещения воспринимает информацию о процессе на выходе кинематической цепи, а датчик углового перемещения — на ее входе, а уж потом она преобразуется по передаточной функции цепи на ее выход. Однако благодаря жестким связям в механизме это не приводит к каким-то принципиальным отличиям в графиках, разве что погрешность при использовании пересчета углового перемещения в линейное будет несколько выше из-за допусков на точность изготовления, а также из-за увеличения люфтов в сочленениях в процессе эксплуатации.

4. Обычно в качестве координаты, применяемой при регулировке механизма выключателя и оценке его работы, используют ход траверсы или подвижного контак-

та. По этой координате также можно представить всю работу механизма выключателя и взаимодействие его частей. Более того, развертка по ходу приводит к одному и тому же масштабу графиков разных экземпляров выключателей одного и того же типа, что упрощает их сравнение с эталоном — графиком исправного выключателя. Поэтому использование координаты хода при анализе более предпочтительно. Однако некоторые дефекты нагляднее проявляются на графике, развернутом по времени, а не по ходу. Особенно полезна развертка графика по времени при определении виновников завышенных времен включения либо отключения и при анализе нарушений синхронности работы звеньев механизма. В таких случаях необходимо просмотреть оба графика.

5. Учитывая, что взаимодействие частей механизма сильно влияет на скорости их движения, анализировать нужно скоростную характеристику как функцию скорости от хода или от времени. При этом по координате «ход» или «время» определяют моменты начала или окончания взаимодействия, а по координате «скорость» — его величину.

6. Взаимодействия различных звеньев зачастую ограничены отдельными участками процесса (отключающая пружина передает энергию в начале процесса, демпфер вступает в действие в конце и т.д.). Поэтому на основании знания конструкции выключателя можно весь график разделить на участки, где в наибольшей степени проявляется влияние конкретных звеньев, что позволит локализовать и идентифицировать обнаруженные дефекты.

7. В операциях «О» и «В» меняется состав взаимодействующих звеньев, порядок их взаимодействия и др. И дефекты звеньев также по-разному проявляются в этих операциях, что обуславливает необходимость регистрации и анализа графиков для процессов включения и отключения.

8. Наибольшую сложность для анализа представляет случай наложения во времени влияния нескольких звеньев, так что неясно, какое из них дефектное. Здесь возможны различные приемы. Если звенья имеют различные характеристики, то их взаимно маскирующее действие возможно лишь на ограниченном участке хода. Если звенья идентичны и включены параллельно в кинематическую цепь, как, например, три полюса выключателя, то в этом случае можно отталкиваться от положения, что основное условие их правильного функционирования заключается в синхронности их работы. И несинхронность работы одного из полюсов тут же проявится на графике, полученном на другом полюсе. Если пойти на дополнительные временные затраты и получить графики для всех трех или хотя бы двух полюсов, то их наложение позволит значительно более уверенно определить дефектное звено.

## Примеры анализа графиков

Иллюстрацию метода проведем на масляном выключателе МКП-110М. На приведенных ниже графиках изображены скоростные характеристики и осциллограммы замыкания — размыкания контактов по полюсам А, В, С.

## Пример 1.

### Основные положения метода

На графике процесса можно выделить пять характерных участков, отмеченных стрелками с буквами: от начала движения до точки *b* — участок *ab*; участки *bc*; *cd*; *de* и *ef*. Если бы использовалась развертка по времени, то на графике присутствовал бы еще один участок: от момента подачи командного импульса до начала движения — участок *0a* (участок хорошо виден на рис. 7).

Процессы, происходящие на отдельных участках:

**Участок 0a.** Запуск и отработка команды «отключение» приводом. Этот участок следует анализировать на графике с разверткой по времени. В точке *a* отработка команды приводом заканчивается.

**Участок ab.** Разгон штанги с траверсой за счет действия пружин контактов, пружин дугогасительных устройств и отключающих пружин. Размыкание контактов в точке *b*.

**Участок bc.** Прекратили действовать пружины контактов, и дальнейший разгон штанги с траверсой происходит за счет действия пружин дугогасительных устройств и отключающих пружин.

**Участок cd.** Прекратили действовать пружины, и дальнейшее движение штанги с траверсой происходит за счет инерции и действия силы тяжести.

**Участок de.** В действие вступает масляный буфер, который гасит скорость штанги с траверсой.

**Участок ef.** Продолжается действие масляного буфера. Штанга с траверсой под действием силы тяжести медленно движется до останова в точке *f*.

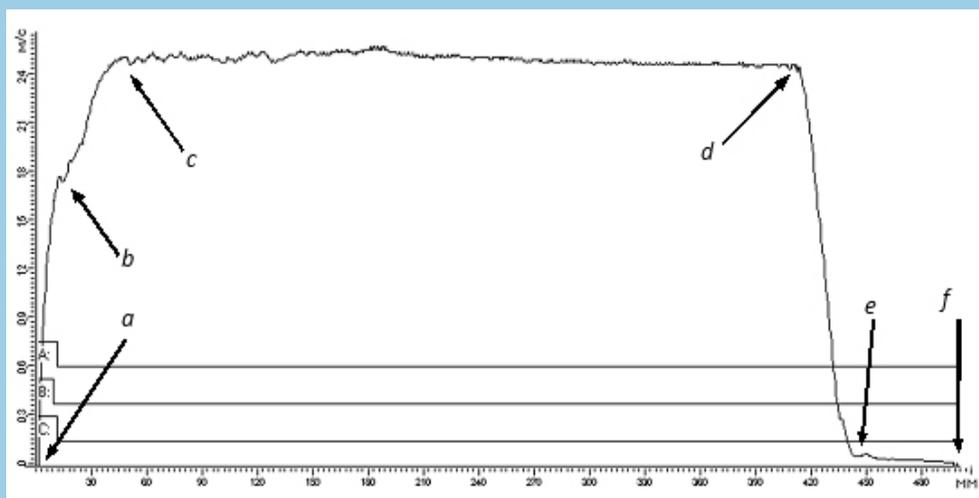


Рис. 1. График процесса отключения исправного выключателя

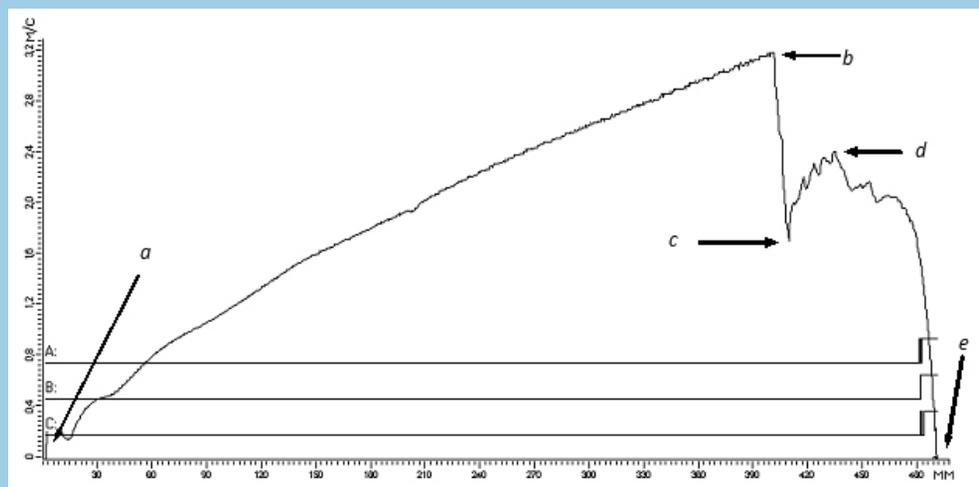


Рис. 2. График процесса включения исправного выключателя

По приведенному графику скорости можно оценить работу пружин контактов, пружин дугогасительных устройств, отключающих пружин, отсутствие затираний в направляющем устройстве, работу масляного буфера. Кроме того, зная ход штанги с траверсой от точки *d* до останова (86 мм на приведенном графике), соответствующий работе масляного буфера, и зная, что соотношение плеч коромысла для центра оси крепления штанги и точки касания штока масляного буфера составляет приблизительно 2 к 1, можно сказать, что ход штока масляного буфера составляет приблизительно половину хода штанги с траверсой на этом участке (43 мм).

## Пример 2.

На графике рис. 2 можно выделить пять участков. Процессы, происходящие на них, следующие:

**Участок *0a*.** Задержка срабатывания привода. Этот участок следует анализировать на графике с разверткой по времени.

**Участок *ab*.** Разгон штанги с траверсой за счет действия электромагнитного привода.

**Участок *bc*.** В точке *b* происходит соприкосновение подвижных контактов с нижними контактами дугогасительных устройств. Скорость резко падает из-за увеличения массы движущихся частей.

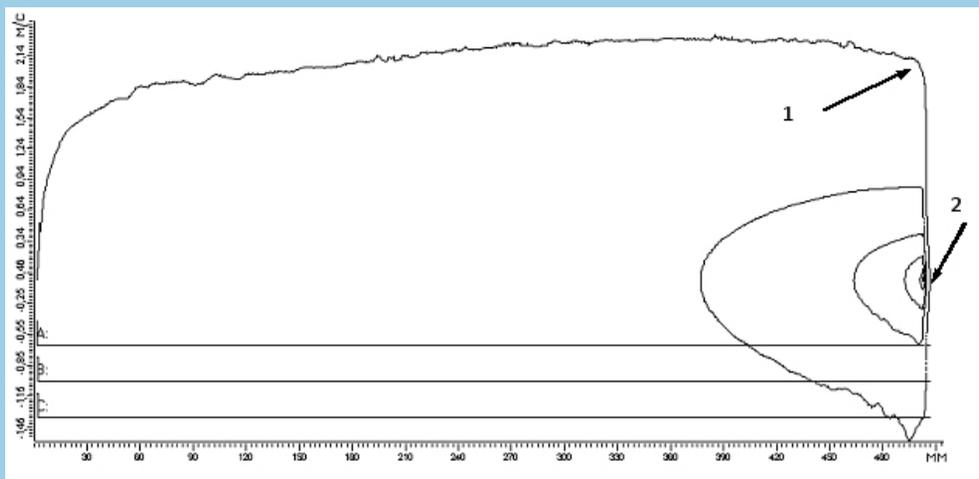


Рис. 3. График процесса отключения выключателя с неработающим масляным буфером

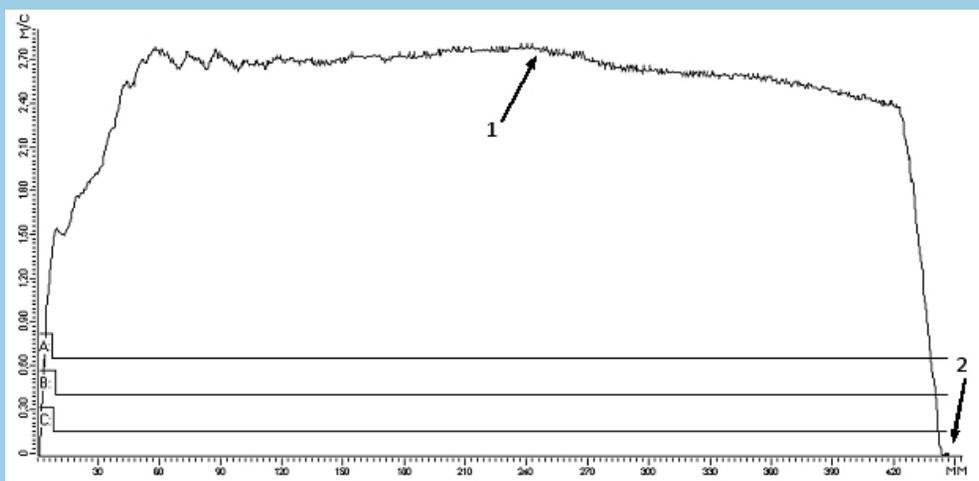
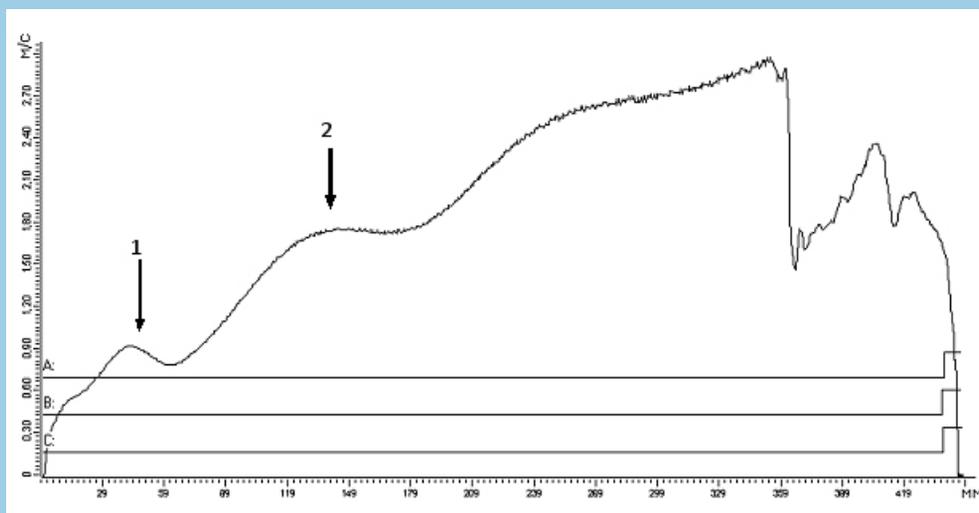
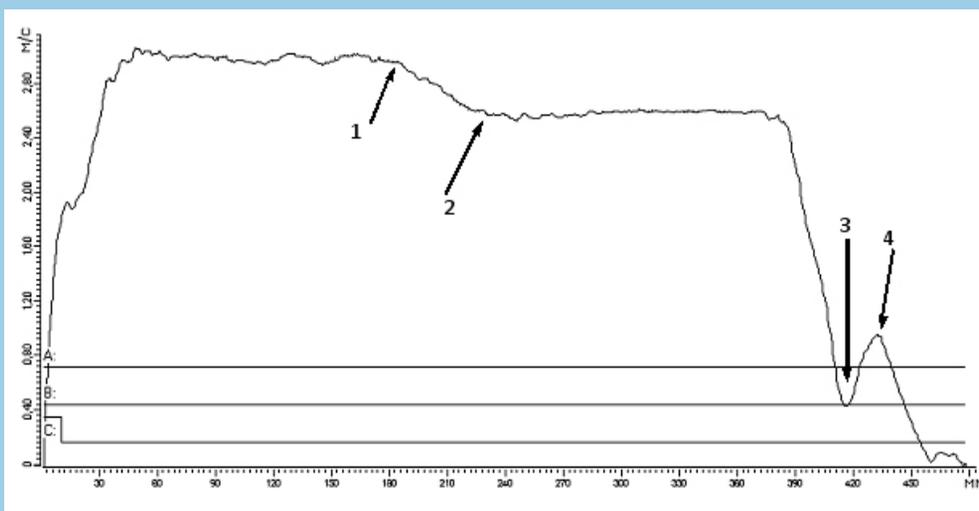


Рис. 4. График процесса отключения выключателя с сильно зажатыми щеками направляющего устройства



**Рис. 5. График процесса включения выключателя с сильно зажатыми щемами направляющего устройства**



**Рис. 6. График процесса отключения полюса В выключателя с большими люфтами между полюсами**

**Участок cd.** Продолжается разгон траверсы электромагнитным приводом, но траверса уже движется вместе со штангами с подвижными контактами дугогасительных устройств.

**Участок de.** На этом участке прекращает работу электромагнитный привод. Происходит сжатие отключающих пружин, пружин дугогасительных устройств и пружин контактов. В точке e штанга с траверсой останавливается.

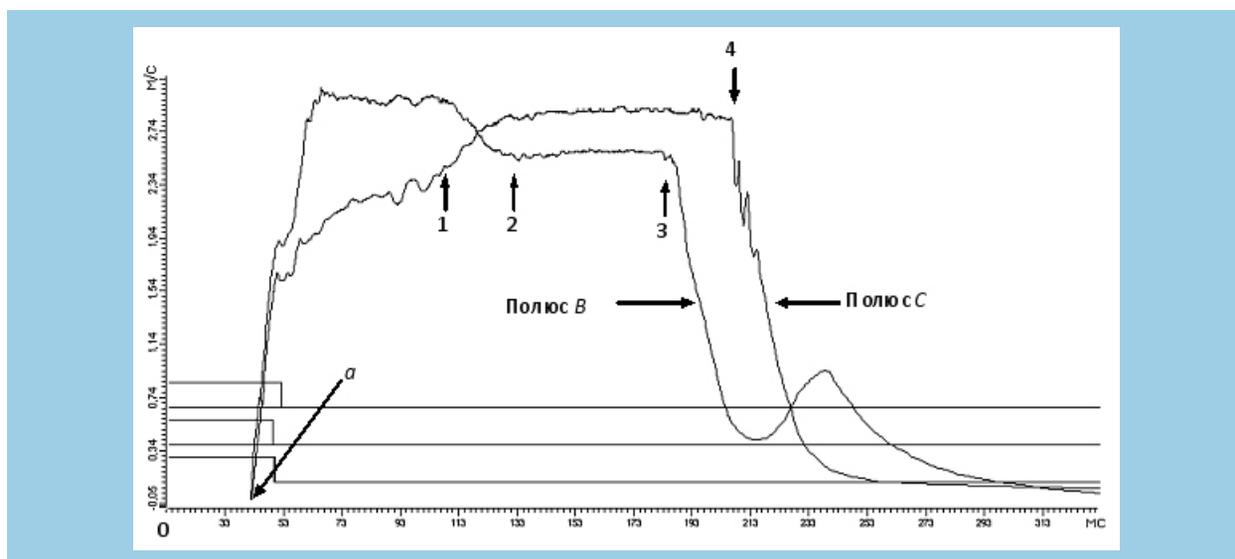
### Пример 3.

Как видно из приведенного графика (рис. 3), у выключателей с неработающим масляным буфером происходят

резкие удары коромысла о буфер и штанга с траверсой совершает многократные возвратные движения до остановки (участок *df* исправного выключателя (рис. 1) выродился в спираль 1—2).

### Пример 4.

График, приведенный на рис. 4, отличается от графика работы исправного выключателя тем, что скорость движения траверсы, начиная с точки 1, снижается, что не наблюдается у исправного выключателя. Еще более заметно неисправность проявляется в том, что полностью отсутствует медленное движение траверсы на участке работы масляного буфера (участок *ef* выродился в точку 2). А если рассмотреть



**Рис. 7. Наложение графиков процессов отключения, развернутых во времени, двух полюсов выключателя**

процесс включения этого же выключателя, приведенный на рис. 5, то наличие затираний штанги с траверсой становится совершенно очевидным. Причем по координате «ход» можно даже выделить участки хода штанги с траверсой, на которых затирание и происходит (1 и 2).

### Пример 5.

Если сравнить график, приведенный на рис. 6, с графиком работы исправного выключателя (рис. 1), то сразу видно, что кривая скорости на этом графике сильно отличается от кривой скорости исправного выключателя. На графике наблюдается снижение скорости на участке 1—2 и ее возрастание на участке 3—4, что не может быть объяснено с точки зрения работы исправного механизма выключателя. Особенно возрастание скорости на участке 3—4. Рассмотрение аналогичных графиков работы остальных полюсов этого выключателя показывает их отличие от графиков работы исправного выключателя, но не позволяет объяснить причину такого поведения выключателя. Если же рассмотреть работу полюсов В и С этого выключателя на одном графике (провести наложение графиков) с разверткой по времени, то причина такого поведения выключателя становится очевидной.

### Пример 6.

Графики, приведенные на рис. 7, свидетельствуют о том, что штанги с траверсами двух полюсов выключателя с общим приводом двигаются с сильно отличающимися скоростями. Такое возможно только при наличии больших люфтов между полюсами.

Люфты между полюсами объясняют и такой характер изменения скорости. После начала движения из-за плохого состояния дугогасительного устройства или отключающих пружин штанга с траверсой полюса С двигается с более медленной скоростью, чем штанга с траверсой полюса В.

В это время выбирается люфт между полюсами. К моменту времени точки 1 люфт между полюсами оказывается весь выбранным. Происходит взаимодействие движущихся масс. Одна штанга с траверсой получает ускоряющий импульс, а другая тормозящий. Начиная с этого момента времени происходит соответствующее изменение скоростей движения траверс. И к моменту времени точки 2 скорости движения штанг с траверсами стабилизируются, но опять оказываются разными. Теперь штанга полюса С движется быстрее штанги полюса В. Люфт выбирается в другую сторону. В момент времени точки 3 штанга с траверсой полюса В начинает тормозиться масляным буфером. А штанга полюса С еще двигается со значительной скоростью. В момент времени точки 4 люфт оказывается весь выбранным. Происходит взаимодействие движущихся масс. Штанга с траверсой полюса С получает тормозящий импульс, а штанга с траверсой полюса В — ускоряющий. Это объясняет всплеск скорости на участке торможения у полюса В и наличие зубцов из-за интенсивного воздействия на участке торможения у полюса С.

На рис. 7 хорошо виден участок 0а — от момента подачи команды до начала движения. В течение этого интервала времени происходит отработка команды «отключение» приводом. В точке а отработка команды приводом заканчивается. По длительности этого временного интервала можно, например, определить «виновника» затягивания собственного времени отключения выключателя. Если этот интервал превышает определенную величину (найденную по графикам работы исправных выключателей), то процесс отключения затягивает привод. Если интервал не превышает этой величины, то привод обрабатывает команду нормально и для выяснения причины затягивания процесса необходимо анализировать скоростные характеристики выключателя.

## Технология применения метода

1. Снять с выключателя высокое напряжение.
2. Установить датчик, присоединить пять кабелей от прибора, включить питание прибора и произвести два пуска выключателя в операциях «В» и «О» (временные затраты — 10...30 мин.).
3. Сравнить измеренные и паспортные значения скоростных и временных характеристик. Существенное их расхождение укажет на наличие неисправности, но если расхождение отсутствует, то это может означать либо исправность выключателя, либо просто раннюю стадию развития дефекта, которая еще не привела к значительным изменениям величин характеристик.
4. Провести анализ графиков. Анализ существенно упрощается при наличии банка графиков и в нем — графика исправного выключателя этого же типа. И необходимость в анализе вообще отпадает, если в банке отыщутся графики, идентичные полученным.
5. Если были обнаружены дефекты в механизме и по результатам обследования произведен ремонт с их устранением, то нужно и полезно операцию контроля провести вторично. Это необходимо для определения качества ремонта, а оба графика — с дефектами и без них — пополнят банк графиков для последующего использования.

## Выводы

1. В соответствии с приведенной выше классификацией методов контроля, наиболее пригодных для целей обследования, рассмотренный метод можно отнести к группам 2, 3 и 4:

- метод не требует разборки, даже частичной, выключателя;
- он позволяет контролировать одновременно несколько узлов;
- метод обладает высокой чувствительностью и позволяет распознавать даже небольшие дефекты в узлах механизма выключателя, которые не только не привели к его отказу, но даже еще не проявились в измеренных согласно инструкциям значениях скоростных характеристик.

2. Метод прост в применении, нагляден и легко поддается проверке. Для его освоения не требуется каких-то специальных знаний. Достаточно знаний о конструкции выключателя (кинематической схемы механизма) и понимания физического смысла взаимодействия его составляющих.

3. Метод и аппаратура одинаково применимы не только к масляным, но и любым другим выключателям. Для масляных выключателей проблема диагностирования механизма является наиболее острой.

4. Применение метода еще более упрощается при наличии банка графиков исправных и неисправных выключателей. Такой банк может быть создан совместными усилиями специалистов предприятий, имеющих уже вышеназванные приборы контроля (а таких предприятий на сегодня более трехсот).

## Литература

1. Бронштейн А. М., Козлов В. Б. Современное состояние и тенденции развития выключателей высокого напряжения. — Электричество. — 1987. — № 11.
2. Петрищев Л. С., Осотов В. Н., Константинов А. Г. Диагностика силового электротехнического оборудования в Свердловэнерго. — Электрические станции. — 1992. — № 5.
3. Чернышев Н. А. Приборы контроля высоковольтных выключателей ПКВ/М5А и ПКВ/М6. — Энергетик. — 2003. — № 11.
4. Белкин Г. С., Шилин Н. В. Выключатели высокого напряжения. — Электричество. — 1989. — № 8.

*По материалам Специализированное конструкторское бюро электротехнического приборостроения (СКБ ЭП)*

цем) открывает новые возможности повышения уровня безопасности рас- пределительных панелей. Уникальная профильная система защиты обладает следующими преимуществами:

- Только 2 профиля-кожуха для шины шириной от 30 до 60 мм и от 60 до 120 мм.
- Подходит для шин толщиной от 5 до 10 мм.
- Применение со стандартными плоскими шинами — не требуется никакого специального профиля для шин.
- Возможность расширения при сохранении неизменных размеров решетки.
- Низкая глубина установки.
- Степень защиты IP20 гарантирована и с обратной стороны шины.
- Демонтаж без повреждений.
- Легкий подбор длины благодаря разметке решетки.
- Быстрый монтаж ПВР посредством специальной шинной системы контактов и направляющих элементов.
- Различное расположение ПВР при сохранении степени защиты IP20.
- Сверхмощные контактные элементы до 800А разработаны для легкого крепления к шинам при помощи винтов с внутренним шестигранныком.

ООО «Инжэлектромкомплект»

## «ЭЛЕКТРОАППАРАТ» И SIEMENS: БЛИЖАЙШАЯ ПЕРСПЕКТИВА — СОТРУДНИЧЕСТВО

В конце августа компанию «Электроаппарат» с ознакомительным визитом посетили российские представители ООО «Siemens».

Деловая встреча проходила в формате представления фирменных презентаций. Сотрудники Siemens Сергей Карпец и Сергей Позляев из департаментов промышленной автоматизации и техники автоматизации и приводов рассказали о своем производстве в России и о трех направлениях компании, в частности — медицине,



## ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ — ДАНЬ МОДЕ ИЛИ СПОСОБ ЭКОНОМИТЬ?

Одна из наиболее характерных тенденций последних лет в сфере приборного учета тепла — это неуклонное повышение интереса к технологиям удаленного сбора данных и системам диспетчеризации. Они позволяют отказаться от трудоемких «ручных» методов съема информации и повысить надежность и оперативность управления сетями централизованного теплоснабжения.

В странах Западной Европы и Скандинавии, где большая доля городских зданий отапливается с помощью централизованного теплоснабжения, уже реализуются крупные проекты сетей диспетчеризации отдельных кварталов и целых городов. Например, в 2005 году компанией Helsinki Energy's, которая занимается тепло- и электроснабжением финской столицы, в районах Baggale/Pakila и Berghall/Kallio 7000 электросчетчиков и 1500 теплосчетчиков датской компании Kamstrup были объединены в автоматизированную систему дистанционного считывания данных по радиоканалу. Поскольку жители этих районов уже по достоинству оценили все преимущества новой системы, позволяющей автоматически генерировать отчеты и выставлять счета для каждого потребителя, Helsinki Energy планирует в течение 10 лет распространить сеть диспетчеризации на всю финскую столицу.

Еще более масштабный проект в настоящее время выполняется в двух датских городах — Роскилде и Хиллерод. Здесь потребителям будет установлено 59 тысяч приборов учета, подключенных к сети автоматизированной передачи данных потребления электричества, тепла и воды.

Показания с приборов в диспетчерский центр передаются посредством радио и GSM-каналов. Энергоснабжающие организации получают возможность более эффективно взаимодействовать со своими абонентами, оперативно получая сведения о расходе энергии и выставляя счета на основании этих данных.

В России с развитием коммерческого учета тепла задача оперативного и своевременного сбора данных с теплосчетчиков приобретает все большую актуальность. И хотя в нашей стране пока нет столь крупных проектов, как в Западной Европе, но уже можно назвать немало примеров успешного построения сетей диспетчеризации в рамках отдельных жилых, торговых или офисных комплексов и даже нескольких городских микрорайонов.

### Интеллектуальные объекты

В нашей стране малые сети сбора данных с теплосчетчиков нередко создаются как часть единого комплекса автоматизации инженерных систем офисных или торговых центров, поскольку владельцы таких зданий заинтересованы в полном контроле над всеми потребляемыми ресурсами.

Наиболее яркий пример такой интеллектуальной системы реализуется сейчас в башне «Запад» высотного комплекса «Федерация», который по праву считается самой заметной частью возводимого сейчас делового центра «Москва-Сити». Комплексное интеллектуальное управле-

## На пульсе отопления

Еще одной тенденцией в России стало то, что возможностями диспетчеризации все чаще интересуются тепловые компании. Подключение ЦТП и ИТП к сетям сбора данных может не только облегчить контроль и управление оборудованием, но и упростить ведение расчетов за энергию как с теплогенерирующими предприятиями, так и с управляющими компаниями и ТСЖ.

Хорошим примером является сеть диспетчеризации (Фото 3), запущенная в подмосковном городе Долгопрудный. Созданная здесь система пока охватывает один ЦТП и два ИТП, на которых установлено 10 теплосчетчиков. В планах же сеть диспетчеризации объединит 30 тепловых пунктов, то есть практически весь город.

Как рассказывает Алексей Косинов, инженер компании «Теплоперспектива», выполнявшей проектирование и монтаж сети, управление и мониторинг состояния всего оборудования тепловых пунктов, включая приборы учета, тепловую автоматику, насосы отопления и ГВС, осуществляется с центрального диспетчерского пульта. Вся полученная информация отображается в режиме реального времени на экране монитора компьютера и обновляется каждые 10 секунд. В случае наступления внештатной ситуации оповещение поступает на мобильный телефон инженера.

Аналогичный показательный проект по организации диспетчеризации на 4 ИТП был выполнен компанией «Теплоперспектива» в другом подмосковном городе — в Лобне.

В обоих случаях в сеть сбора данных объединены ультразвуковые приборы учета тепла MULTICAL® производства Kamstrup. По словам разработчиков, эти теплосчетчики были выбраны в первую очередь по причине их высокого качества и надежности измерения. Важнейшим требова-



Фото 1. Вычислитель MULTICAL

ние зданием будет охватывать все инженерные системы (начиная от отопления, вентиляции и кондиционирования и заканчивая пожарной сигнализацией), а это более 7500 единиц оборудования.

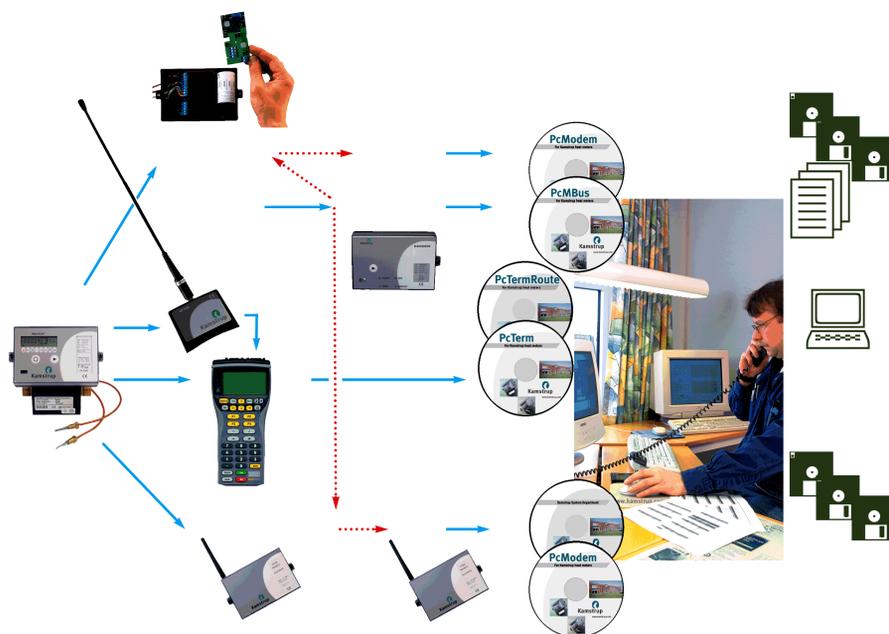
В апартаментах башни «Запад» общей площадью более 9 тысяч кв. м, расположенных на высоте 51—56 этажей, организована система учета тепла и электроэнергии. Она объединяет 82 вычислителя MULTICAL® (фото 1), 287 расходомеров ULTRAFLOW® и 41 электросчетчик компании Kamstrup. Благодаря тому, что все приборы включены по протоколу LON в автоматизированную систему сбора данных, обеспечивается высокая эффективность и надежность передачи информации, которая стекается в единый диспетчерский центр. При этом снижаются эксплуатационные расходы за счет экономии людских ресурсов, ведь управление огромным зданием из диспетчерской могут осуществлять всего несколько человек.

Владельцы торговых центров также стремятся использовать интеллектуальные технологии для снижения эксплуатационных расходов и оперативного учета ресурсов, потребленных арендаторами. Так, во многих из построенных за последние годы в разных российских городах торгово-развлекательных комплексах «Мега» применяются автоматизированные комплексы для управления системами тепло-, холодо-, водо и электроснабжения торговых площадей, а также системы сбора данных с многочисленных приборов учета тепла, воды, электричества (Фото 2).

Например, в открытом в 2006 году в Люберецком районе Подмосковья крупнейшем торговом центре «МЕГА Белая дача» площадью 345 000 кв. м. насчитывается 43 теплосчетчика, которые передают данные в диспетчерскую по радио-каналу. По их показаниям ведутся расчеты за потребленное тепло с якорными арендаторами — «Икеа», гипермаркетом «Ашан» и торговой сетью «Стокманн». Таким образом, платежи за коммунальные услуги становятся понятны и прозрачны, что облегчает взаимодействие между владельцами и арендаторами и не оставляет места для спорных вопросов.



Фото 2. Центр сбора показаний



**Фото 3. Схема сеть диспетчеризации**

нием также являлась возможность подключения приборов к системе автоматического сбора данных по протоколу M-Bus. Кроме того, теплосчетчики MULTICAL® позволяют проводить модернизацию системы диспетчеризации без замены самих приборов учета и без дополнительного перепрограммирования. Приборы просто укомплектовываются другим модулем передачи данных, например, для связи по наиболее современному на сегодняшний день протоколу LON или по радиоканалу.

«Диспетчеризация позволила значительно уменьшить время работы обслуживающего персонала за счет того, что отпала потребность в периодических обходах тепловых узлов, — утверждает Алексей Косинов. — Теперь необходимость выезда на место возникает только в случае поступления сигнала о неполадке».

Специалист отмечает, что улучшилось и взаимодействие с управляющей компанией и, соответственно, с жильцами, как потребителями коммунальных услуг. Теперь по одному звонку в диспетчерской могут в течение нескольких минут изменить температуру отопления или остановить систему в случае аварии или ремонтных работ.

Еще одно преимущество состоит в том, что диспетчеризация дает возможность не только анализировать работу сети и своевременно реагировать на возникшие проблемы, но и решать любые спорные вопросы. В частности, при реализации проекта диспетчеризации в Долгопрудном было предусмотрено ведение компьютерного диспетчерского журнала, отражающего все параметры сети. В одном из жилых домов возникла ситуация, когда из-за самовольных работ на тепловом стояке был залит горячей водой один из этажей. Фирма, проводившая эти работы, обвинила теплосеть в превышении установленного нормативами

давления в трубопроводе. Снять претензии позволила распечатка из журнала контроля, свидетельствующая о том, что давление поддерживалось на постоянном нормативном уровне. То есть, имея точную информацию о параметрах работы системы теплоснабжения, теплосеть защищает себя от возможных исков.

### Неоцененные выгоды

Анализируя причины весьма малого распространения систем диспетчеризации в нашей стране, можно указать несколько фактов. Пока мы находимся в самом начале пути внедрения приборного учета тепла. Во многих регионах еще не накоплена та «критическая масса» теплосчетчиков, при которой немедленно проявляются положительные экономические эффекты построения сетей сбора данных.

В то же время, представители многих теплосетей и эксплуатационных компаний свидетельствуют о том, что им регулярно поступают предложения от специализированных фирм по проектированию, монтажу и обслуживанию систем диспетчеризации. Но реализации таких решений часто препятствует необходимость немалых капиталовложений и боязнь менять устоявшиеся принципы работы. Определенные сложности возникают и с необходимостью обеспечения связи (прокладкой каналов для передачи данных, подключением к местному провайдеру или оператору мобильной связи).

Однако в конечном итоге перспектива существенного сокращения издержек может послужить хорошим стимулом внедрения систем диспетчеризации как на уровне отдельных зданий, так и на уровне целых кварталов и городов.

*По материалам компании Kamstrup*



В Демьянова,  
журнал «Снабжение и сбыт»

## ОБЗОР ГОРЕЛОК ДЛЯ КОТЛОВ

**З**адачей горелки является смешивание в правильном соотношении топлива и его окислителя воздушно-топливной смеси (аэрозоля или эмульсии) и поддержание процесса горения на нужном уровне. В зависимости от потребности в тепловой энергии автоматика горелки должна обеспечивать безопасность ее работы, вплоть до отключения горелки в случае возникновения опасной ситуации. По виду топлива можно выделить четыре основные группы горелок. Это газовые, дизельные, универсальные и комбинированные. Предлагаем обзор популярных моделей горелок по каждой из указанных групп.

### ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ

Газовые горелки уже оснащены газовой автоматикой (газовой линией), где степень защиты по работе с газом чрезвычайно высока.

### Автоматические газовые горелки Weishaupt

Автоматические газовые горелки Weishaupt WG 5 N/1-A LN используются на различных типах теплогенераторов. не пригодны для установки на открытом воздухе. Горелки работают полностью автоматически, надежно обеспечивают теплом различные установки для отопления и подогрева воды. WG 5 N/1-A LN работают на природном газе, а также на сжиженном газе.

Особенности: радиально расположенный вентилятор, звукопоглощающий корпус воздухозаборника, регулирование воздуха со стороны всасывания заслонкой, микропроцессорный менеджер горения; новый электронный прибор W-ZG 01, сменивший традиционный для горелок типоразмера W трансформатор, обеспечивает надежное зажигание.

Мощность: 40 кВт. Вес: 12 кг. Вид топлива: магистральный газ. Габариты: 395/250/330 мм. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.

### Газовые горелки CUENOD

Газовые одноступенчатые горелки Cuenod NC.4 GX107/8 поставляются в комплекте с рампой, трансформатором розжига, электродвигателем с вентиляторным колесом и реле давления воздуха. Данная серия простая и удобная в эксплуатации: быстрая стабилизация; бесшумная работа; пониженная чувствительность к вибрациям в дымоходе.

Мощность: 15—40 кВт. Вес: 12 кг. Вид топлива: газ. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.



### Газовая горелка ROCO CRONO-G

Газовые горелки ROCO CRONO-G предназначены для работы как с герметичными камерами сгорания, так и с камерами сгорания, работающими на естественной тяге. Работают в автоматическом режиме, безопасны и надежны.

Мощность: 16—52 кВт. Вес: 10 кг. Вид топлива: газ. Питание: 220 В.

## Газовая горелка ROCO TECNO-G

Горелки предназначены для работы с камерами сгорания с разряжением и избыточным давлением, максимально безопасны в работе, перед зажиганием производится продувка воздухом камеры сгорания. Для сжигания газа с целью нагрева теплоносителя в котлах мощностью от 16 до 246 кВт. Стабильно работают при понижении давления до 57 мм вод. ст.

Мощность: 81/163-325 кВт. Вес: 38 кг. Вид топлива: газ. Питание: 220 В.

## Газовые горелки в комплекте с газовой линией Giersch RG 1. Na

Горелки являются универсальными независимо от того, используется ли природный, сжиженный или городской газ, для меньшей или большей потребности в тепле, для отопительных котлов или промышленного применения, для новых установок или для переоснащения с жидкого топлива на газ.

Серия RG поставляется в комплекте с высококачественной арматурой, требуемыми соединительными отводами, резьбовыми соединениями и газовым шаровым краном.

Особый вес приобретает концепция горелки благодаря двухступенчатому и моделирующему исполнению. В зависимости от потребности в тепле горелка увеличивает или уменьшает свою мощность. Пуски горелки и связанные с ними потери при предварительной продувке и эмиссии при пуске сокращаются до минимума. Коэффициент годового использования возрастает. Модулирующее регулирование мощности функционирует от соотношения газ-воздух. Процесс сжигания во всем рабочем диапазоне является постоянным. Вентилятор со стабильным давлением гарантирует безопасный пуск. RG 1 используется для одноступенчатого режима эксплуатации.

Giersch RG 1. Na оснащена монтажной платой основания, встроенной звукоизоляцией, раздвижным фланцем, электродвигателем переменного тока, высокопроизводительным вентилятором, датчиком контроля давления воздуха, смесительным устройством и горелочной трубой, трансформатором зажигания с комбинированным электродом, кожухом горелки, крепежными деталями с уплотнителем фланца, шаровым краном. Имеет следующие технические характеристики: электроприводная воздушная заслонка (исполнение. L), низкий уровень выброса вредных веществ (исполнение. LN), двухступенчатое регулирование мощности (исполнение. Z), модуляция мощности (исполнение. M). Горелочная труба может быть установлена в топочной камере на требуемую глубину. Горелка может быть установлена как в горизонтальное, так и в вертикальное положение

Мощность: 40 кВт. Вид топлива: магистральный газ. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.

## Газовые двухступенчатые горелки WBG

Wester Line WBG 120 H. двухступенчатые горелки на газовом топливе. С помощью газовой рампы можно

изменять мощность горелки. Корпус горелки выполнен из алюминиевого литья. Электронные устройства горелки управляют циклом ее работы и контролируют ее безопасность. Газовая горелка имеет стабилизатор давления газа, который поддерживает постоянное давление газа на выходе из газовой рампы при изменении входного давления. В комплект горелки входит вентилятор специальной конструкции повышенного давления, фланец крепежа, скользящий вдоль сопла, электронные устройства управляют циклом работы горелки и контролируют ее безопасность. В комплект поставки не входит газовая линия.

Мощность: 1200 кВт. Вес: 100 кг. Вид топлива: магистральный газ. Габариты: 865/590/1400 мм. Питание: 380 В. Тип: двухступенчатая.

## Газовые одноступенчатые горелки WSG

Wester Line WSG 4. горелки на газовом топливе одноступенчатые, имеют функцию включено/выключено. С помощью газовой рампы можно регулировать мощность горелки. Горелка оборудована устройством перекрытия доступа воздуха в топку при выключении горелки. Корпус горелки выполнен из алюминиевого литья. В комплект горелки входит вентилятор специальной конструкции, повышенного давления, фланец крепежа, скользящий вдоль сопла, электронные устройства управляют циклом работы горелки и контролируют ее безопасность. В комплект поставки не входит газовая линия.

Мощность: 42 кВт. Вес: 12 кг. Вид топлива: магистральный газ. Габариты: 395/250/330 мм. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.

## ДИЗЕЛЬНЫЕ ГОРЕЛКИ

Дизельные горелки сами всасывают дизельное топливо из емкостей. Также они оснащены системой подогрева топлива и встроенной автоматикой розжига и контроля горения.

## Двухступенчатые дизельные горелки серии WSO/WBO

Горелки на дизельном топливе двухступенчатые имеют функцию выключено, включено на заданную мощность и включено на полную мощность, с которой горелки возвращаются на заданную мощность автоматически, посредством команды специальных датчиков температуры или давления. Корпус горелки из алюминиевого литья. Вентилятор специальной конструкции повышенного давления, обеспечивающий надежную работу горелки, в том числе и на котлах повышенного давления в топке. Фланец крепежа, скользящий вдоль сопла, позволяет найти оптимальное положение сопла (и тем самым пламени) в камере сгорания. Сопло с головкой сгорания сконструировано таким образом, что позволяет горелке реализовать самые лучшие параметры сгорания в каждой точке рабочей диаграммы. Электронные устройства управляют циклом работы горелки и контролируют ее безопасность. В комплект поставки входит: топливный насос, топливный линейный

фильтр, гибкие топливопроводы, а также комплект крепления горелки к котлу. В комплект поставки не входят форсунки.

Мощность: 889 кВт. Вес: 70 кг. Вид топлива: дизельное. Габариты: 630/510/1200 мм. Питание: 380 В. Тип: двухступенчатая.

#### Дизельные горелки ROSO

CRONO L. одно- и двухступенчатые дизельные горелки от 14 до 290 кВт.

TECNO L. двухступенчатые дизельные горелки от 95 до 2204 кВт.

Предназначены для работы как с герметичными камерами сгорания, так и с камерами сгорания, работающими на естественной тяге. Топливный насос горелок обеспечивает подъем топлива с глубины 3,5 м. В моделях 2L, 3L, 5L осуществляется подогрев дизельного топлива. Работают в автоматическом режиме, безопасны и надежны.

Мощность Rosa CRONO-2L: 14,2—27,3 кВт. Мощность Rosa TECNO-28L: 95/166-332 кВт.

#### Дизельные горелки CUENOD

Новая серия горелок серии С отличается высоким качеством и долгим сроком эксплуатации благодаря определенным факторам, учтенным в фазах конструирования и производства, внимательно подобранные компоненты, тщательные тестирование и проверки. Диапазон горелок находится от 70 кВт до 300 кВт.

Мощность Cuenod NC.4H 101: 20—40 кВт. Вес: 10 кг. Вид топлива: дизельное. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.

#### Дизельные горелки с предварительным подогревом топлива

Горелочные устройства серии R оснащены новейшей воздухоподводящей техникой. Высокий напор воздуха обеспечивает стабильный, безопасный пуск и очень хороший показатель содержания сажи. Особо точное смесительное устройство обеспечивает оптимальное смешивание воздуха и жидкого топлива. Отличительной чертой горелок серии R является конструктивная форма. Все компоненты расположены наглядно и удобно для сервисного обслуживания. Все электрические подключения снабжены разъемами. Важнейшей деталью хорошо продуманной конструкции является сервисное положение. После открытия быстродействующих затворов горелка подвешивается в сервисное положение. Все функциональные элементы, начиная от колеса вентилятора до подпорного диска с электродами розжига, свободно доступны в сервисном положении. Особенностью является также единственная в своем роде двойная система регулирования воздуха. Количество воздуха и напор устанавливаются при помощи только одного винта. Горелочная труба может быть установлена в топочной камере на требуемую глубину.

Комплект поставки: корпус с горелочной трубой, форсунка, датчик контроля пламени, фланец, электродвигатель переменного тока, топливный шланг и топливный насос, блок управления, кабель зажигания, шумоглушитель всасывания воздуха, запальный трансформатор.

Мощность Giersch R 1: 53 кВт. Вид топлива: дизельное. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.

Жидкотопливные горелки для работы на дизельном топливе WL

Горелки Weishaupt WL 5/2-B работают полностью автоматически. Они обеспечивают надежность работы теплогенераторов для отопления и горячей воды. Используются для различных типов теплогенераторов, например, для производства теплого воздуха. Создаваемая новая техника делает газовые горелки безопасными и надежными. Отдельные части горелки также, как и горелка в целом, тщательно проверяются. Это гарантирует долговечность и безопасность работы.

Мощность: 55 кВт. Вид топлива: дизельное. Тип: одноступенчатая.

индустрии и отраслевых решениях, а также о структуре своих продаж.

Нашу сторону представляли управляющий предприятием Я.В. Иванов, генеральный директор ООО ТД «Электроаппарат» А.К. Аласкеров, начальник управления маркетинга А.В. Бородин и продукт-менеджеры. Они обсудили с гостями продуктовую линейку компании «Электроаппарат», ознакомили с планами переезда завода на новую площадку и рассказали о целях предприятия на ближайшие годы.

В ходе рабочей встречи были также обсуждены следующие вопросы: перспективные продуктовые линейки компаний, проблемы транспортной и складской логистики, возможности совместных деловых отношений. По итогам этой встречи были намечены пути делового сотрудничества компании «Электроаппарат» и SIEMENS на ближайшую перспективу.

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

#### L5 COMBITECH — НОВЫЙ ПРОДУКТ КОМПАНИИ ДКС

Компания ДКС начинает официальные продажи новой кабеленесущей системы «L5 Combitech», которая представляет систему кабельных лотков лестничного типа. На основе новой продукции ДКС могут быть собраны любые несущие конструкции для прокладки кабелей и изолированных проводов при выполнении открытых электропроводок и открытой прокладки кабельных линий на объектах промышленного и гражданского строительства. Система лестничных лотков «L5 Combitech» состоит из прямых элементов лотков, аксессуаров к ним, а также монтажных изделий и конструктивных элементов.

Впервые лестничные лотки ДКС были показаны широкой публике в июне этого года в рамках московской выставки «Электро». Тогда они вызвали большой интерес у посетителей. В настоящее время уже запущено серийное производство лестничных лотков «L5 Combitech», получена вся

## Одноступенчатые жидкотопливные горелки серии WSO

Одноступенчатые горелки на дизельном топливе Wester Line WSO-4P имеют функцию включено/выключено. Имеют электронное устройство, которое управляет работоспособностью горелки и ее безопасностью. Корпус горелки выполнен из алюминиевого сплава. В комплект поставки входит: топливный насос, топливный линейный фильтр, гибкие топливопроводы, а также комплект крепления горелки к котлу. Вентилятор специальной конструкции повышенного давления обеспечивает надежную работу горелки, в том числе и на котлах повышенного давления в топке. Фланец крепежа, скользящий вдоль сопла, позволяет найти оптимальное положение сопла (и тем самым пламени) в камере сгорания. Сопло с головкой сгорания сконструировано таким образом, что позволяет горелке реализовать самые лучшие параметры сгорания в каждой точке рабочей диаграммы. В комплект не входят форсунки.

Мощность: 42,7 кВт. Вес: 9 кг. Вид топлива: дизельное. Габариты: 250/217/320 мм. Питание: 220 В. Тип: одноступенчатая.

## УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ГОРЕЛКИ

Универсальные горелки предназначены для работы на всех видах топлива. отработанное машинное, масла растительного и животного происхождения, солярка.

### Горелки на отработанном масле Energy Logic

Горелки на отработанном масле Energy Logic полностью укомплектованы и готовы к эксплуатации. В комплект поставки входят дозирующий топливный насос, подогреватель топлива проточного типа, встроенный воздушный компрессор, система фильтрации, форсунка. Эти горелки предназначены для установки в камеры сгорания водогрейных котлов и воздухонагревателей. В качестве топлива может быть использовано отработанное масло (трансмиссионное, моторное, гидравлическое), дизельное топливо, масла растительного и животного происхождения.

Мощность Energy Logic H-140: 41,6 кВт. Вес: 12 кг. Вид топлива: универсальное. Габариты: 400/400/400 мм. Питание: 220 В.

### Горелки низкого давления ARCO

Arco BR-10 сконструированы для сжигания топливного масла, светлой (легкой) нефти или отработанных масел, собранных в автосервисах, гаражах, насосных станциях. Идеальное тепловыделение достигается независимо от внешних условий, а высокая степень сгорания топлива,

соответствующая самым строгим мировым стандартам, позволяет охранять окружающую среду.

Мощность: 93 кВт. Вид топлива: универсальное.

## Универсальные горелки Kroll

Kroll KG 2020. универсальная горелка предназначена для сжигания печного топлива, рапсового масла, отработанного масла или смеси масел без переоснащения горелки. Топливо подающим насосом из топливного бака закачивается в емкость горелки. Уровень топлива в емкости регулируется с помощью поплавка с микровыключателем. Другой микровыключатель служит ограничителем уровня и при переполнении емкости выдает сигнал «сбой горелки».

Термостат регулирует температуру масла в емкости и дает команду на включение горелки после нагрева топлива до заданной температуры. После команды на включение блок управления горелки обеспечивает ее безопасное функционирование.

Забор топлива из емкости горелки и его распыление через специальную форсунку происходит благодаря использованию сжатого воздуха, являющегося одновременно «первичным» воздухом для горения. Вентилятор горелки создает «вторичный» поток воздуха, который с помощью подпорной шайбы подмешивается в топливно-воздушную смесь.

Мощность: 32 кВт. Вес: 12,5 кг. Вид топлива: универсальное. Габариты: 560/400/560 мм. Питание: 220 В.

## КОМБИНИРОВАННЫЕ ГОРЕЛКИ

Комбинированные горелки дают возможность работать попеременно на газе, легком (солярка) или тяжелом (мазут) топливе в зависимости от модели выбранной горелки.

### Двухтопливная горелка Weishaupt

Горелки Weishaupt WGL 30 F/1-A используются на различных типах теплогенераторов, например, на теплогенераторах теплого воздуха, паровых и водогрейных котлах, технологических установках. Регулировочный диск осуществляет связанное регулирование воздушной заслонки и газового дросселя. Таким образом достигается точное соответствие необходимого расхода топлива определенному количеству воздуха во всем диапазоне регулирования. Результатом является оптимальный режим запуска горелки и непрерывное изменение мощности.

Мощность: 25 кВт. Вес: 32 кг. Вид топлива: сжиженный газ, жидкое топливо. Габариты: 450/655/400 мм. Питание: 220 В. Тип: плавно двухступенчатая.



# ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

**В** настоящее время в различных областях техники и строительства находит применение теплоизоляция на основе разнообразных природных и синтетических материалов. Они отличаются друг от друга стоимостью, эксплуатационными и потребительскими характеристиками. Выбор конкретного материала определяет его назначение. Так, в одних случаях на первое место выходит термическая стойкость теплоизоляции, в других — водонепроницаемость, в третьих — способность теплоизоляции обеспечить расчетные параметры при работе в режиме пиковых нагрузок и т.д. При оснащении внутренних систем отопления, водоснабжения, вентиляции и кондиционирования индивидуальных, общественных, промышленных зданий предпочтение все чаще отдается теплоизоляции на основе материалов с закрытой ячеистой структурой — синтетического каучука и вспененного полиэтилена. Среди ее преимуществ — хорошие теплотехнические характеристики, низкая паропроницаемость, простота монтажа и долговечность.

## Задачи теплоизоляции

Основное назначение технической теплоизоляции — свести к минимуму нежелательный теплообмен между рабочей и окружающей средами. Этим достигается снижение энергетических затрат на подогрев (охлаждение) теплоносителя (хладагента) и повышается энергоэффективность системы. Другая важная задача — защита оборудования. В зависимости от области применения, техническая изоляция препятствует размораживанию системы

или образованию конденсата на поверхности (для этого необходимо, чтобы температура на внешней поверхности изоляционного покрытия была выше точки росы), воздействию агрессивных сред. Наряду с вышеперечисленными основными задачами решаются и другие: гидро-, паро- и шумоизоляция, защита микроклимата жилых и рабочих помещений от непредусмотренных воздействий со стороны теплового или холодильного оборудования и трубопроводов, безопасность случайного контакта человека с горячей или холодной поверхностью.

## Технические характеристики

Техническая теплоизоляция характеризуется допустимым диапазоном рабочих температур. Он определяет возможность применения материала в тех или иных условиях. Ассортимент современной ячеистой теплоизоляции включает материалы для низко- и высокотемпературных инженерных систем. Так, отдельные продукты на основе синтетического каучука допускают кратковременное снижение температуры до  $-200$  и повышение до  $+175$  °С.

Другая важная характеристика теплоизоляционного материала — теплопроводность. Она выражается коэффициентом теплопроводности  $\lambda$ , Вт/(м·К), равным количеству энергии, проходящему за 1 с через материал толщиной 1 м и площадью 1 м<sup>2</sup> при разности температур 1 К (1 К = 1 °С). Чем ниже коэффициент теплопроводности материала, тем выше его теплоизоляционные свойства, и достижение расчетных параметров будет обеспечено при меньшей толщине изоляционного слоя. Коэффициент  $\lambda$  не является

постоянной величиной и зависит от температуры. Так, СП-41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов» для пенополиэтилена устанавливает расчетное значение  $\lambda$  равным 0,033 Вт/(м·К) для температур до 19 °С, а для температуры 20 °С и выше принята следующая формула:

$$\lambda = 0,035 \text{ Вт/(м·К)} + 0,00018 \cdot t_{cp},$$

где

$t_{cp}$  — средняя температура теплоизоляционного слоя, рассчитываемая в зависимости от условий эксплуатации.

Поскольку теплопроводность воды выше, чем у воздуха, то при впитывании влаги материала его теплопроводность увеличивается. В отечественных нормативных документах способность материала противостоять проникновению влаги характеризуется паропроницаемостью  $\mu$ , мг/(м·ч·Па). Она определяется количеством водяного пара, проходящим в течение 1 ч через 1 м<sup>2</sup> площади материала толщиной 1 м при разности парциальных давлений на противоположных поверхностях 1 Па. Чем ниже значение паропроницаемости материала, тем менее он влагопроницаем и тем лучше сохраняет свои теплоизоляционные свойства. Значение паропроницаемости теплоизоляционного материала обусловлено, в частности, такими факторами, как замкнутость или открытость ячеек или пор; их размеры; наличие и вид молекулярных связей между ячейками; однородность структуры материала.

Производители и поставщики зарубежных изоляционных материалов используют в качестве характеристики влагонепроницаемости безразмерный коэффициент, называемый фактором сопротивления диффузии водяного пара, или  $\mu$ -фактором. Он равен отношению паропроницаемости сухого воздуха и изоляционного материала при одних и тех же условиях. Обозначается  $\mu$ -фактор тем же символом, что и паропроницаемость, —  $\mu$ . Для приведения значения  $\mu$ -фактора ( $\mu_{DIN}$ ) к значению паропроницаемости пользуются следующей формулой:

$$\mu = \delta_{возд} / \mu_{DIN},$$

где

$\delta_{возд}$  — паропроницаемость воздуха при данных условиях. Стоит отметить, что паропроницаемость воздуха в малой степени зависит от его температуры, и в практических расчетах ее можно считать константой, равной 0,625 мг/(м·ч·Па). Чем выше значение  $\mu$ -фактора, тем лучше способность материала противостоять проникновению влаги.

## Безопасность

Применение теплоизоляции для устройства инженерных систем зданий и защиты оборудования допускается при соответствии материала действующим нормам пожарной безопасности. Российские нормативные документы определяют пожарную опасность строительных материалов, исходя из их горючести, воспламеняемости, распространения пламени по поверхности (только для поверхностных слоев кровли и полов), дымообразующей способности и токсичности.

СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий



и сооружений» подразделяют материалы на негорючие (НГ) и горючие; последние распределяются на четыре группы: слабо- (Г1), умеренно- (Г2), нормально- (Г3) и сильно- (Г4) горючие. Негорючие материалы не требуют определения других показателей пожарной опасности и не имеют пожарных ограничений по применению.

Как правило, качественная современная теплоизоляция из синтетического каучука и пенополиэтилена относится к группам горючести Г1 — Г2. Применение специальных защитных покрытий (алюминиевая фольга, стекловата, минеральные волокна) позволяет улучшить противопожарные свойства материала.

Галогенизированные углеводороды — фреоны — ранее широко применялись при производстве синтетического каучука и пенополиэтилена. Однако ужесточившиеся требования к экологической безопасности привели к отказу большинства производителей материалов с закрытой ячеистой структурой от использования фреонов в технологических процессах.

## Синтетический каучук

Такие ведущие мировые производители технической теплоизоляции из синтетического каучука, как Armacell (Германия), IK Insulation Group (Италия), NMC (Бельгия), Thermaflex (Нидерланды), Wilhelm Kaimann (Германия) выпускают материалы, применяемые в температурном диапазоне от — 50 до +105 °С (базовое исполнение) и обладающие следующими характеристиками: коэффициент теплопроводности  $\lambda$  при 0 °С — не более 0,036 Вт/(м·°С); коэффициент сопротивления диффузии водяного пара  $\mu$  — не менее 7000 (базовое исполнение); плотность — 30—100 кг/м<sup>3</sup>. Их ассортимент включает также продукты, способные работать при температурах до 150 °С (в пиковом режиме — до 175 °С), и материалы, сохраняющие свои теплоизоляционные свойства при понижении температуры до —200 °С.

Эластичность каучука облегчает монтажные работы, а применение специального клея обеспечивает получение прочного клееного шва, не отличающегося по своим свойствам от основного материала (технология получила название «холодной сварки»).

Благодаря относительно большому (12—15%) линейному термическому расширению каучуковая изоляция способна выдерживать перепады температур, а высокие значения коэффициента сопротивления диффузии водяного пара делают синтетический каучук предпочтительным материалом для систем холодоснабжения, кондиционирования и вентиляции.

### Вспененный полиэтилен

Популярная на российском строительном рынке техническая теплоизоляция из пенополиэтилена марок Climaflex, Kaiflex, Thermafex, «Стенофлекс», «Энергофлекс» применяется при температурах от — 80 до +105 °С; имеет коэффициент теплопроводности  $\lambda$  при 0 °С — не более 0,034 Вт/(м·°С); коэффициент сопротивления диффузии водяного пара  $\mu$  — не менее 2500—3500; плотность — 25—42 кг/м<sup>3</sup>. Широко применяется покрытие материалов из пенополиэтилена защитными пленками.

Пенополиэтилен обладает высокой износостойкостью и большей, чем синтетический каучук, механической прочностью. Он не токсичен и практически инертен химически, не подвержен воздействию кислот, щелочей и солей металлов. Его также отличают высокая озоностойкость, устойчивость к плесени и микроорганизмам. Цены на теплоизоляцию из пенополиэтилена ниже, чем на каучуковую. Теплоизоляция из вспененного полиэтилена не применяется в высокотемпературных системах, поскольку при кратковременном превышении верхнего предела рабочих температур (около 110 °С) материал оплавляется, теряя свою ячеистую структуру. Невысокая степень адгезии материала диктует необходимость применения специально разработанных клеев и тщательного соблюдения правил монтажа и эксплуатации.

### Области применения

Сравнивать синтетический каучук и пенополиэтилен по принципу «лучше — хуже» некорректно: в каждом случае выбор в пользу того или иного материала обуславливается как его свойствами, так и условиями эксплуатации оборудования. Например, для «холодного» применения выпускаются продукты как на основе синтетического каучука, так и пенополиэтилена. Если речь идет о холодильном или вентиляционном оборудовании значительной мощности с работой в непрерывном режиме и без значительных перепадов температур (чиллеры, холодильники мясомолочных комбинатов), то применение пенополиэтиленовой изоляции позволит сэкономить денежные средства. В случае же оборудования небольшой производительности, работающего в пиковом режиме с частыми включениями и выключениями, предпочтительнее каучуковая теплоизоляция, обладающая высокими эластичностью и относительно небольшим линейным термическим расширением.

### Форма поставки и дополнительные принадлежности

Теплоизоляция из вспененных материалов поставляется в виде трубок (стандартная длина — 2 м) различного диаметра, трубок в бухтах (только каучук), листов и рулонов, ленты и жгута различной толщины. Продукты могут иметь самоклеющееся исполнение, трубки — снабжаться технологическим разрезом для облегчения монтажа. Для защиты от механических повреждений, а также в декоративных целях некоторые компании дополнительно предлагают внешние жесткие оболочки, изготавливаемые из алюминия, оцинкованной стали, ПВХ и других материалов.

Большинство производителей теплоизоляции из вспененных материалов имеют в своем ассортименте различные аксессуары и инструменты для монтажа — специальные клеи, растворители, пластиковые зажимы для фиксации продольных швов на пенополиэтиленовых трубках, армированные и алюминиевые самоклеющиеся ленты, стусла для фасонной резки трубок, ножи и др.

По материалам ООО «ПрогрессЭнерго»

обязательная разрешительная документация, инициирована процедура добровольной сертификации и дополнительных испытаний.

Как и в других металлических кабеленесущих системах производства ДКС, ассортимент лотков лестничного типа состоит трёх вариантов высоты бокового профиля: 50, 80 и 100 мм; а по ширине предлагается пять вариантов от 200 до 600 мм. Лестничные лотки могут монтироваться как встык, так и внахлест («папа — мама»). Лотки «L5 Combitech» полностью совместимы с листовыми лотками и аксессуарами системы «S5 Combitech», для их крепления могут использоваться изделия из ассортимента «M5 Combitech». Таким образом, система лестничных лотков «L5 Combitech» логично дополняет и завершает группу металлических кабеленесущих систем компании ДКС. Тем самым обеспечивается одно из ключевых преимуществ продукции ДКС — системность и комплексность решений.

Компания ДКС

### GENERAL ELECTRIC—НИЗКОВОЛЬТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЕРЬ И В РОССИИ

В 2008 года начала работу на российском рынке компания Джи И Индастри, получившая статус эксклюзивного партнера компании General Electric (GE) и полномочия по продвижению низковольтного оборудования GE Power Control на всей территории России и ряде стран ближнего зарубежья.

В нашей стране сложно найти человека, который не слышал название General Electric. Это неудивительно. История работы компании General Electric на территории России началась в 20-х годах прошлого века. Однако, различные направления бизнеса компании General Electric представлены в России по-разному: есть как общеизвестный GE Money Bank, так и до последнего времени малоизвестные GE Power Control. С появлением на рынке



**В. Г. Барон,**  
канд. техн. наук,  
директор ООО «Теплообмен»

## ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ С ЯВНО ВЫРАЖЕННОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТЬЮ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

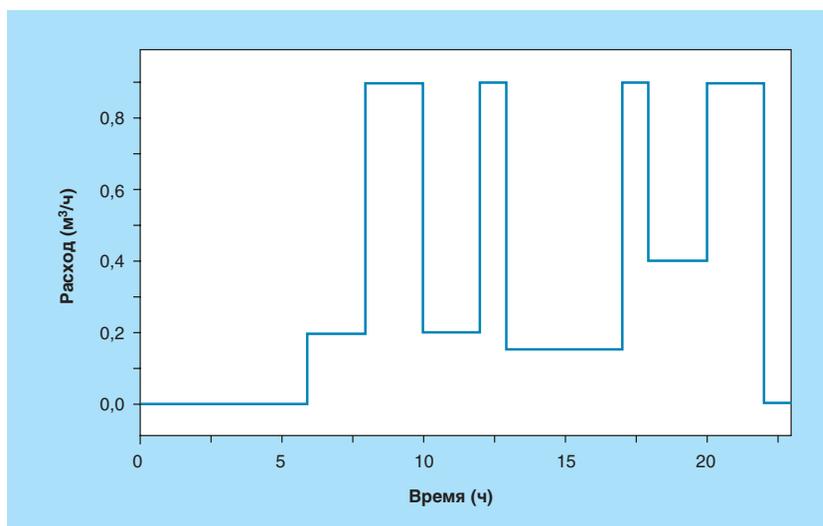
**С**уществует множество объектов, горячее водоснабжение (ГВС) которых характеризуется явно выраженной неравномерностью. К сожалению, на сегодня горячее водоснабжение таких объектов решается, как правило, одним из двух путей — либо устанавливается т.н. скоростной водонагреватель, либо емкостной (накопительный) водонагреватель, с расположенным внутри последнего ТЭНом (значительно реже — змеевиком для прокачки греющей воды). По нашему мнению для большинства случаев оба эти решения весьма далеки от оптимального и существенно удорожают или (а иногда — и) усложняют решение задачи. (Оговоримся, что объекты, где для решения указанной задачи применяется специально выделенный газовый водонагреватель — газовая колонка, в данной статье не рассматриваются (впрочем, таких объектов меньшинство)).

Очевидно, что это происходит либо ввиду недостаточной осведомленности специалистов (что, впрочем, не делает им чести как специалистам), либо ввиду сознательного формирования потребителю заведомо неоптимального, но по тем или иным соображениям выгодного поставщику, предложения по комплектации (что уж вовсе выходит за рамки деловой и профессиональной этики) — известны случаи, не поддающиеся рациональному технико-эконо-

мическому объяснению. То устанавливается электроводонагреватель емкостного типа на объекте, оснащенный собственной газовой котельной, то применяются заведомо несоответствующие реальным потребностям объекта емкостные водонагреватели, то используется оборудование, уступающее аналогам по техническим характеристикам, но при этом имеющее существенно более высокую стоимость и т.д.. Настоящей статьей делается попытка преодолеть первую причину — недостаточную осведомленность, т.к. методы противодействия второй лежат совсем в иной плоскости

### Кого это касается

К числу объектов с явно выраженной неравномерностью водопотребления относится довольно большое число потребителей. Это, во-первых, все заведения, где потребление горячей воды подчиняется в основном какому-то графику, задаваемому режимом функционирования объекта и, во-вторых, объекты с существенным влиянием каждой точки водоразбора на текущее водопотребление. В первую группу входят всевозможные детские учреждения (необходима подача воды для соблюдения правил гигиены перед едой и сном в детсадах, яслях, детских оздоровительных лагерях и пр.), столовые домов отдыха, пансионатов и др.



**Рис. 1**

(помывка посуды после приема пищи), небольшие производственные объекты (помывка рабочих после смены) и т.д. Вторая группа более многочисленна и разномастна — это всевозможные косметические и массажные салоны, сауны, парикмахерские, медицинские учреждения, офисы и, конечно, коттеджи.

Все перечисленные объекты, при кажущемся разнообразии, имеют в части ГВС одну важную общую черту — в течение суток существуют относительно непродолжительные отрезки времени, в течение которых система горячего водоснабжения должна обеспечивать тепловую мощность в несколько раз (зачастую во много раз) большую, чем в остальное (следует подчеркнуть — основное по продолжительности) время. Действительно, например, в детском саду перед едой все дети должны помыть руки. Для этого практически одновременно оказываются задействованы десятки кранов. Но продолжается это не долго — минут 15—20, после чего ГВС оказывается если не совсем не нужным, то необходимым не более, чем на 10—15% той производительности, которая была задействована в момент пикового водоразбора. Аналогичная картина и на объектах, где включение каждого водоразборного крана оказывает существенное влияние на общий водоразбор (сауна, косметический салон, коттедж и пр.) — здесь вообще на объекте может быть предусмотрено всего 2—5 точек водоразбора, ни одна из которых длительно время может не быть задействована, но при этом не исключается, что на какое-то время, исчисляемое если не минутами, то десятками минут, потребуются обеспечить полноценный поток горячей воды из всех или почти из всех точек водоразбора.

В обобщенном виде график водоразбора рассматриваемых объектов примерно имеет вид, приведенный на рис. 1.

Очевидно, что для удовлетворения нужд таких потребителей в горячей воде, система ГВС должна иметь возможность подавать горячей воды столько и в такие периоды по времени, чтобы покрыть всю площадь, ограниченную на графике ломаной линией.

### Анализ наиболее часто применяемых решений

Рассмотрим возможности удовлетворения этому условию в случае применения скоростного водонагревателя. Ясно, что водонагреватель должен иметь как тепловую мощность, так и пропускную способность, определенные максимальными значениями, достигаемыми ломаной линией на графике. Это значит, что, во-первых, источник тепловой энергии (котел или место присоединения к тепловой сети), обеспечивающий этот водонагреватель теплоносителем, должен иметь тепловую

мощность, определяемую максимальным водоразбором и, во-вторых, сам водонагреватель должен иметь проходное сечение (а значит и размеры в целом), определяемое тем же параметром. Казалось бы, что плохого в том, что водоподогреватель, подобранный с учетом этого требования, будет существенно больше, чем мог бы быть, пусть даже он и окажется дороже? Ведь это только обеспечит запас! Но в действительности это не так безобидно, как может показаться на первый взгляд. Следует подчеркнуть, что это может привести к столь существенному увеличению стоимости системы ГВС, что увеличение стоимости собственно водоподогревателя будет лишь видимой частью айсберга. Действительно, если говорить о случае использования своего котла, то не исключен вариант, что мощность котла будет определяться уже не нуждами отопления, а необходимостью обеспечить соответствующую мощность для ГВС, и котел придется выбирать более мощный (а значит и более дорогой), чем можно было бы. Это в свою очередь приведет к увеличению прокачиваемых объемов котловой воды, а это уже предопределяет увеличение проходных сечений трубопроводов, что в свою очередь, приведет к применению больших размеров насосов, арматуры и пр. На этом фоне увеличение стоимости водонагревателя, тоже кстати не маленькое, покажется уже не имеющим значения. Но отрицательные последствия не ограничиваются только коммерческой стороной. Дело в том, что применение водонагревателя с многократно большими проходными сечениями, чем это необходимо для основного периода его работы, имеет и техническую отрицательную сторону. А именно — известно, что в современных скоростных водонагревателях при правильном выборе профиля теплопередающих трубок образование накипи существенно замедляется и даже предотвращается вовсе благодаря имеющему место эффекту самоочистки. Однако этот

эффект проявляется, лишь начиная с определенных скоростей движения нагреваемой воды. При подборе водонагревателя, исходя из максимального водоразбора, основную часть времени он будет работать на частичных нагрузках, характеризующихся значительно сниженными расходами, а значит и скоростями, нагреваемой воды. В итоге окажется потерянным одно из важных преимуществ современных водонагревателей — эффект самоочистки, и поэтому обслуживающему персоналу придется чаще выполнять достаточно трудоемкие работы по химчистке водонагревателя (нельзя забывать, что в это время горячее водоснабжение не будет осуществляться вовсе). Следует упомянуть еще об одной неприятной стороне рассматриваемого решения. Если максимальный водоразбор, когда вся мощность котла задействована на эти цели, будет иметь продолжительность, превышающую 30—40 минут, то в период стояния холодов это может создать тепловой дискомфорт в помещениях, что вызовет дилемму — что лучше, иметь комфортное водоснабжение при тепловом дискомфорте или вынужденно переходить на экономное водообеспечение для сохранения теплового комфорта. Для большинства из вышеупомянутых объектов возникновение такой дилеммы является крайне нежелательным явлением, а для коттеджей с их довольно большим отношением площади наружных ограждающих конструкций к площади помещений, как правило, просто недопустимым.

При использовании в качестве источника тепла не собственного котла, а трассы теплосети, практически все вышеуказанные проблемы остаются, но появляется еще и специфическая проблема — потребителю могут не согласовать для данной точки врезки максимально необходимый ему отбор тепла. В этом случае вообще не удастся реализовать комфортное горячее водоснабжение.

Широко применяемой альтернативой скоростным водонагревателям для рассматриваемых объектов

является применение емкостных водонагревателей (электрических или работающих с использованием греющей воды от источника тепла). Этот вариант решения проблемы хорош тем, что он значительно дешевле и при этом еще и проще в реализации. Однако и он не свободен от очень существенных недостатков. Одним из них является использование в электрических нагревателях самого ценного и потому самого дорогого вида энергии — электрической, что ведет к росту эксплуатационных расходов. Но если отвлечься от экономической стороны вопроса, вызванной дороговизной электроэнергии (например, потому, что предполагается применение не электрического емкостного водоподогревателя, а подогревателя со встроенным змеевиком), то остается основной недостаток всех емкостных подогревателей — их малая непрерывная мощность. Это значит, что емкостные подогреватели по сугубо техническим причинам не способны подводить к проточной нагреваемой воде относительно большую тепловую мощность. Поэтому такие изделия, удачно решая задачи объектов, имеющих только и исключительно пиковое водопотребление с практически полным отсутствием водоразбора в паузы, оказываются почти непригодными для объектов, имеющих пиковые водоразборы на фоне постоянного более-менее заметного горячего водопотребления. Или же приходится резко увеличивать размеры емкостных водонагревателей, что сводит на нет их вышеупомянутое преимущество по цене и одновременно ведет к необходимости выделения значительных площадей для размещения.

## Оптимальное решение

Нашим предприятием разработано, на наш взгляд, оптимальное решение проблемы. Это решение состоит в использовании емкостного водонагревателя с выносным греющим элементом. В качестве выносного греющего элемента мы используем скоростной тонкостенный теплообменный аппарат ТТАИ. Такой водонагреватель, проявляя одновременно свойства и емкостного, и скоростного водонагревателя, позволяет удачно решить рассматриваемую проблему, сняв основные недостатки ранее рассмотренных решений. Структурная схема такого водонагревателя приведена на рис. 2.

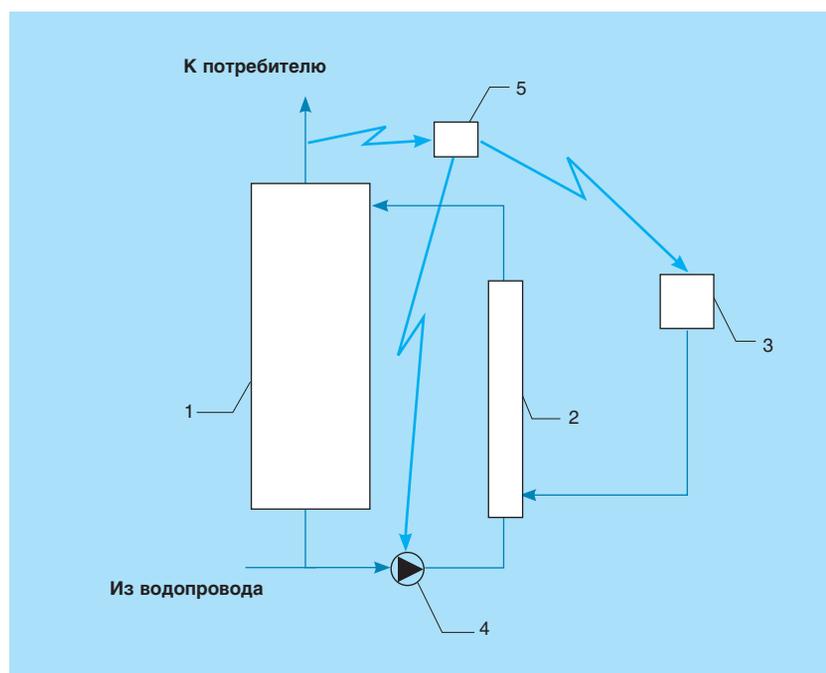


Рис. 2

1. Емкость запаса горячей воды.
2. Выносной греющий элемент (скоростной теплообменник ТТАИ).
3. Источник тепла (например, котел).
4. Насос.
5. Блок управления.

Показанный на рис. 2 водонагреватель, с одной стороны, имеет необходимый запас горячей воды, который может быть выдан потребителю для покрытия пиковых нагрузок (полный аналог емкостного водоподогревателя) и, с другой стороны, имеет интегрированный в конструкцию скоростной высокоэффективный водонагреватель, имеющий, по определению, большую непрерывную тепловую мощность (при сопоставимых массо-габаритных и ценовых характеристиках), чем змеевик или ТЭН, что позволяет обеспечивать постоянное фоновое горячее водопотребление в периоде между пиковыми водоразборами. При этом, кстати, в полной мере и достаточно просто реализуется вышеупомянутое преимущество скоростных теплообменников ТТАИ — эффект самоочистки. Но при этом интегрированный в конструкции скоростной водонагреватель существенно меньше того, который потребовался бы в случае решения задачи исключительно с его помощью.

Такого типа изделия, хоть и не широко, но предлагаются некоторыми из западноевропейских фирм. Однако все известные нам предложения исходят из очень ограниченного типоразмерного ряда с жесткой комплектацией каждого изделия. К тому же такие импортные изделия очень дороги.

Нашему предприятию удалось разработать и уже более 10 лет поставлять заказчикам емкостные водонагреватели с выносным греющим элементом, имеющие не только те же потребительские свойства, что и лучшие западноевропейские изделия при существенно меньшей стоимости, но и по ряду признаков заметно опережающие импортные аналоги. Дело в том, что нами разработана специальная математическая модель, позволяющая по заданному графику водоразбора (ожидаемому среднесуточному графику потребления воды), имеющему вид, аналогичный графику, приведенному на рис.1, подбирать оптимальную комплектацию емкостного водонагревателя с выносным нагревающим элементом. При этом не только все основные элементы, указанные на структурной схеме (см. рис.2), но и второстепенные, такие, как запорные клапана, фильтры и пр., подбираются наиболее оптимальным и взаимосогласованным образом, так, чтобы гарантированно обеспечить решение конкретной стоящей задачи, но при этом не создавать необоснованной избыточности, а значит не увеличивать цену. Таким образом, под каждую задачу с помощью специальной компьютерной программы отдельно подбирается объем емкости (емкость изготавливается из т.н. «пищевой» нержавеющей стали), типоразмер теплообменника ТТАИ, марка насоса, проходные сечения трубопро-

водов, путевых соединений, арматуры и пр. после чего осуществляется сборка этого комплекта в единое целое (см. рис.3 — фотография одного из серийных водонагревателей на объекте) и проведение его гидравлических испытаний в сборе. По сути, реализуется основная стратегия нашего предприятия — «индивидуальный подбор и изготовление по ценам и в сроки серийных изделий». Нам не известно, чтобы подобный подход использовался при подборе импортных аналогов. Да он и не может быть использован, т.к. согласно каталогам зарубежных фирм типоряд таких изделий имеет лишь несколько позиций, из числа которых и необходимо выбрать наиболее подходящее изделие. Разнообразные варианты комплектации импортными изделиями не предусматриваются.

## Итоги

В заключение следует подчеркнуть, что применение емкостного водонагревателя с выносным греющим элементом во многих случаях позволяет реализовать комфортное водоснабжение объектов с явно выраженной неравномерностью водопотребления при, на первый взгляд, недостаточных для этого мощностях источника тепла, когда его тепловая мощность заметно меньше мощности, необходимой для обеспечения пикового водоразбора. Или (обратная задача) при известном графике горячего водоразбора снизить требования к мощности источника тепла с соответствующим снижением стоимостных характеристик всей системы ГВС. Безусловно, стоимость такого емкостного водонагревателя с выносным греющим элементом, больше стоимости только скоростного водонагревателя или только емкостного нагревателя со встроенным внутрь емкости змеевиком или ТЭНом. Однако комплексный учет сопряженных технико-экономических факторов однозначно указывает на явные принципиальные преимущества емкостного водонагревателя с выносным греющим элементом. Конечно, не следует полагать, что это панацея от всех бед и бесспорно и всегда лучшее решение. К сожалению, таких решений не бывает и, принимая решение о комплектации оборудованием того или иного объекта с явно выраженной неравномерностью водопотребления, необходимо творчески подходить к решению стоящей задачи и анализировать все превосходящие факторы. Не исключено, что в ряде случаев наиболее удачными окажутся иные решения, но, безусловно, в большинстве случаев предпочтение при объективном, непредвзятом анализе будет отдано емкостным водонагревателям с выносным греющим элементом. Применение таких изделий сулит массу выгод, как финансовых, что в первую очередь важно для заказчиков, так и технических, что важно для потребителей. Единственной пострадавшей стороной могут оказаться дилеры зарубежных фирм, активно продвигающие импортные емкостные, в основном электрические, водонагреватели. Но, может быть, с этой потерей есть смысл смириться?



## ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА СЖАТОГО ВОЗДУХА

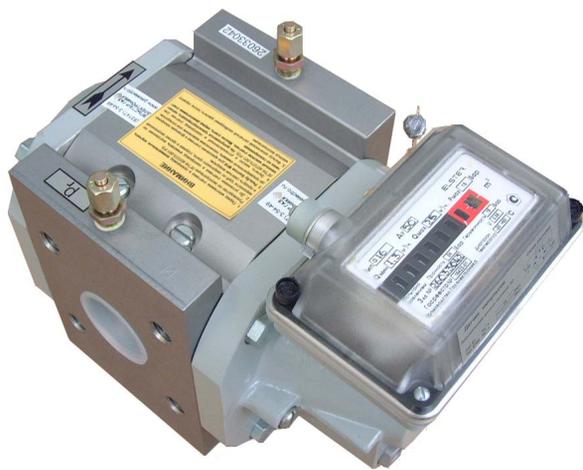
**В** последние годы, в условиях непрерывного роста цен на различные виды энергии становится актуальной проблема максимально точного учета различных видов энергоносителей, в том числе и сжатого воздуха.

Для учета расхода газов разработано несколько видов расходомеров устройства и принципы действия которых базируются на различных физических эффектах:

- Устройства базирующиеся на измерении перепада давления — сужающие устройства и напорные трубки.

- Ротационные счетчики — принцип их действия основан на вытеснении некоторых фиксированных объемов газа (количество вытесненных объемов пропорционально числу оборотов роторов данных счетчиков) за единицу времени. Основное применение из ротационных нашли счетчики газа с одинаковыми роторами восьмеркообразной формы. За один оборот роторов вытесняются четыре заштрихованных объема. Протечки газа зависят от зазора между корпусом и прямоугольными площадками, расположенными на концах наибольших диаметров роторов. В зависимости от типоразмера счетчика зазоры могут быть от 0,04 до 0,1 мм. Острые кромки на концах этих площадок способствуют самоочистке счетчика. Синхронизация вращения роторов, как правило, достигается зубчатых колес, укрепленных на обоих концах роторов вне пределов измерительной камеры. Роторы подвергаются статической балансировке.

- Турбинные счетчики — они выполнены в виде трубы, в которой расположена винтовая турбинка, как правило с небольшим перекрытием лопаток одной другую. В проточной части корпуса расположены обтекатели перекрывающие большую часть сечения трубопровода, чем обеспе-



**Рис. 1. Ротационный счетчик газа**

чивается дополнительное выравнивание эпюры скоростей потока и увеличение скорости течения газа. Кроме того происходит формирование турбулентного режима течения газа, за счет чего обеспечивает линейность характеристики счетчика газа в большом диапазоне. Высота турбинки как правило не превышает 25—30% радиуса. На входе в счетчик в ряде конструкций предусмотрен дополнительный струевыпрямитель потока выполненный или в виде прямых лопаток или в виде «толстого» диска с отверстиями разного диаметра. Установка сетки на входе турбинного счетчика, как, правило, не применяется, так как ее засорение уменьшает площадь проходного сечения



**Рис. 2. Турбинный счетчик газа**

трубопровода, соответственно увеличивает скорость течения потока, что приводит к увеличению показаний счетчика. Преобразование скорости вращения в турбинке в объемные значения количества прошедшего газа осуществляется путем передачи вращения турбинки через магнитную муфту на счетный механизм, в котором путем подбора пар шестеренок (во время градуировки) обеспечивается линейная связь между скоростью вращением турбинки и количеством пройденного газа. Другим методом получения результата количества пройденного газа в зависимости от скорости вращения турбинки является использование для индикации скорости магнитоиндукционного преобразователя. Лопатки турбинки при прохождении вблизи преобразователя возбуждают в нем электрический сигнал, поэтому скорость вращения турбинки и частота сигнала с преобразователя пропорциональны. При таком методе преобразование сигнала осуществляется в электронном блоке, так же как и вычисление объема прошедшего газа. Для обеспечения взрывозащитности счетчика блок питания должен быть выполнен с взрывозащитой. Однако применение электронного блока упрощает вопрос расширения диапазона измерения счетчика (для счетчика с механическим счетным механизмом 1:20 или 1:30), так как нелинейность характеристики счетчика, проявляющаяся на малых расходах, легко устраняется применением кусочно-линейной аппроксимацией характеристики (до 1:50), чего в счетчике с механической счетной головкой сделать нельзя.

- Вихревые счетчики — принцип их действия основан на эффекте возникновения периодических вихрей при обтекании потоком газа тела обтекания. Частота срыва вихрей пропорциональна скорости потока и, соответственно, объемному расходу. Индикацию вихрей может осуществляться термоанемометром или ультразвуком. В связи с тем, что в данном типе счетчиков отсутствуют подвижные элементы, нет необходимости в системе смазки, необходимой для турбинных и ротационных счетчиков. Появляется возможность использовать данный тип счетчиков для измерения количества кислорода, который измерять турбинными и ротационными счетчиками категорически нельзя из-за сгорания масла в среде кислорода.

- Ультразвуковые счетчики — принцип действия заключается в направлении ультразвукового луча в направлении по потоку и против потока и определении

компания «Джи И Индастри» эта ситуация уже началась меняться в лучшую сторону, и о низковольтном оборудовании GE узнают все больше проектных организаций, производителей щитового оборудования, промышленных предприятий и организаций, поставляющих электрооборудование.

С момента выхода компанией «Джи И Индастри» была сделана ставка на кадры и самые современные технологии управления и маркетинга, позволяющие обеспечить высокую производительность труда.

Немалая ставка сделана компанией на общую известность бренда, как гаранта европейского качества поставляемой продукции, которая производится на заводах GE во всем мире уже более 115 лет. Это находит реальное подтверждение в жизни.

Несмотря на высокие требования к потенциальным дистрибьюторам компании, за короткий срок удалось создать региональную сеть. Этот процесс продолжает набирать обороты. Компания «Джи И Индастри» предоставляет своим дистрибьюторам выгодные условия сотрудничества, оказывает им необходимую техническую и информационную поддержку, предоставляет рекламную и справочную продукцию, демонстрационные стенды, проводит совместные акции по стимулированию сбыта, периодические обучения торгового и технического персонала дистрибьюторов по работе с продукцией марки General Electric, а также совместные промоакции с использованием инфо-мобиля.

Стратегия работы с крупными промышленными предприятиями выстроена таким образом, чтобы они получали необходимую продукцию в согласованные сроки и по экономически обоснованной цене. Технические специалисты «Джи И Индастри» готовы подобрать замену устаревшему оборудованию работающему на некоторых предприятиях с советских времен. Техническая служба всегда готова проконсультировать сотрудников заказчика по особенностям эксплуатации оборудования. Особый интерес продукция GE вызывает у производителей элек-

Тип расходомера-счетчика	Диаметр условного прохода, мм	Максимальное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Диапазон $Q_{\min}/Q_{\max}$	$Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч
Ротационные	40—300	16	1:20 (100)	4—1600
Турбинные	50—600	До 100	До 1:50	25—25000
Сужающие устройства и напорные трубки	12,5—1400	Без ограничений	До 1:32	До 56 500
Вихревые	15—300	До 16	1:30 (70)	50—20300
Ультразвуковые (акустические)	25—800	До 300	До 1:160	16—160 (400)
Термоанемометры (тепловые)	100-1300	До 16	1:100	6—80 000

разницы времени прохождения этих двух лучей. Разница во времени пропорциональна скорости течения газа.

- Лазерные расходомеры — измеряют расход газа методами лазерной доплеровской интерферометрии. Первые результаты по этой теме были получены в 1964 г., но развитие этих методов долгое время сдерживалось малой надежностью и стабильностью факторов, влияющих на точность. В настоящее время в связи с развитием твердотельной техники и технологии и достаточной статистики по исследованию потоков существуют условия для разработки и внедрения промышленных образцов систем коммерческого учета объемного расхода газа и жидких сред при их транспортировке. В России подобные разработки ведет НПФ «Вымпел» в содружестве с Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Германия) с целью создания расходомера (ЛДР) для измерения объемного расхода газа в трубопроводе большого диаметра.

- Термоанемометрические счетчики — принцип их действия заключается в измерении скорости потока газа в отдельной точке трубы, с последующим вычислением расхода газа путем умножения данной величины на площадь поперечного сечения трубы и коэффициент зависящий от характера распределения скоростей в потоке газа через поперечное сечение трубы. У измерителей расхода данного типа имеется одно или несколько термосопротивлений через которые течет электрический ток нагревая их, поток газа, в свою очередь охлаждает эти терморезисторы, скорость охлаждения пропорциональна теплоемкости окружающей среды, зависящей от массового расхода газа.

- Кориолисовы расходомеры — измерение расхода в этих приборах производится за счет эффекта возникновения сил Кориолиса возникающих при криволинейном

движении масс. В этих расходомерах потоки жидкостей и газов протекающие в закрытых трубопроводах создают силы Кориолиса пропорциональные своему массовому расходу.

Одним из преимуществ двух последних видов расходомеров (термоанемометрические и кориолисовы), является то что они сразу измеряют массовый расход газов, величину которого достаточно просто перевести в величину расхода в нормированных объемных единицах (нормокубах), путем простого перемножения массового расхода на коэффициент пропорциональный плотности измеряемой среды в нормальных условиях. Показания кориолисовых расходомеров также независимы и от вязкости рабочей среды.

В остальных типах расходомеров для приведения измеренных показателей к нормальным условиям необходимо применять специальные корректоры расхода, которые изменяют величину объемного расхода в зависимости от давления и температуры измеряемой среды.

Ниже приводится таблица сравнительных характеристик различных расходомеров. Где  $Q$  — расход газа.

В заключение можно добавить что существуют различные ограничения на возможность применения тех или иных расходомеров в различных газовых средах. Например турбинные и роторные счетчики для кислорода не применимы, так как применяющееся в них масло вступает в реакцию с кислородом, а для ультразвуковых, мембранных и вихревых принципиальных ограничений для работы по типу газа не имеют.

*По материалам  
ООО «Техэлектромонтаж-Сервис»*



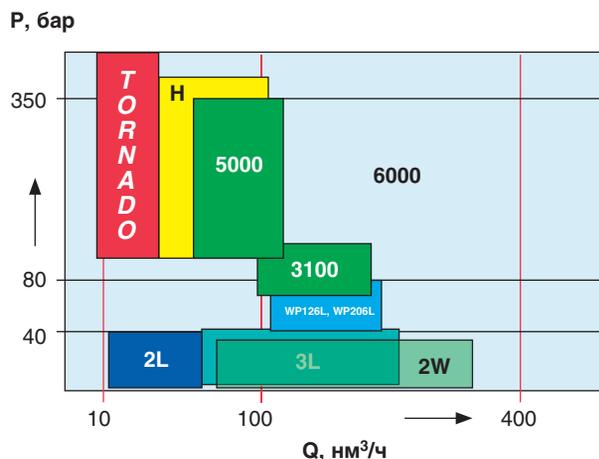
С. Л. Мещанов,  
ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ»

## TORNADO — НОВАЯ СЕРИЯ КОМПРЕССОРОВ SAUER

**М**ашиностроительная компания «J.P. Sauer&Sohn Maschinenbau GmbH» (г. Киль, Германия) с 1930 года развивает производство поршневых компрессоров для сжатия воздуха и инертных газов, таких как азот, гелий, аргон. Воздушные компрессоры находят применение при строительстве новых и модернизации существующих объектов энергетики, металлургии, нефтяной и газовой промышленности. Газовые компрессоры применяются в системах рекуперации гелия и аргона, компенсаторах вертикальных перемещений на буровых платформах, системах впрыска азота в индустрии пластмасс, в пищевой промышленности и других сферах производства.

В обозначениях компрессоров «J.P. Sauer&Sohn» традиционно присутствуют инициалы основателя фирмы — Вильгельма Поппе (Wilhelm Poppe). Компрессоры разде-

лены на серии, и каждой серии присвоен индекс с указанием количества ступеней сжатия и типа охлаждения. Так, двухступенчатые компрессоры с воздушным охлаждением составляют серию «2L», трехступенчатые — серию «3L». Двухступенчатые компрессоры с водяным охлаждением объединены в серию «2W». Трехступенчатые компрессоры с давлением до 8 МПа, в зависимости от типа охлаждения, подразделяются на серии «3HL» и «3HW». В серию «4HL» объединены четырехступенчатые компрессоры с воздушным охлаждением, давлением до 35 МПа.



Азотный компрессор TORNADO ComSilent WP4325 в системе лазерной резки листовой нержавеющей стали (Великобритания)

# ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ



**Азотные дожимные компрессоры WP4325 ComSilent, воздушный компрессор WP3215 ComSilent в системе воздухоразделения (штат Алабама, США)**

В 2005 год фирма «J.P. Sauer&Sohn» приступила к выпуску компрессоров серии «**TORNADO**». Новая серия включает в себя различные модификации двух базовых компрессоров: трехступенчатого **WP3215** (15—18 нм<sup>3</sup>/ч, 10—35 МПа) и четырехступенчатого **WP4325** (21—25 нм<sup>3</sup>/ч, 10—42 МПа).

Компрессоры **TORNADO** можно определить как «вертикально-горизонтальные»:

- компрессорный блок — под двигателем.
- цилиндры компрессорного блока — в горизонтальной плоскости.

Преимуществом схемы, помимо компактности, являются пониженный уровень вибрации и шума, благодаря практически идеальному балансу свободных внутренних сил в цилиндрах компрессорного блока.

Компрессоры **TORNADO** производятся в базовой версии «*Basic*» или шумозащищенном исполнении «*Comsilent*». Воздушные компрессоры могут быть модифицированы для сжатия инертных газов, например азота или гелия.

Потенциальные пользователи компрессоров **TORNADO** — предприятия, которым необходимы компактные, надежные компрессоры для тестирования компонент и узлов на прочность и герметичность. Компрессоры **TORNADO** применяются в пневматических системах ГЭС, АЭС, ТЭЦ. Азотные модификации **TORNADO** незаменимы при лазерной резке нержавеющей стали, дожимании азота в адсорбционных или мембранных системах воздухоразделения.

*В Россию и Беларусь компрессоры TORNADO поставляет компания ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ» — авторизованный дилер «J.P. Sauer&Sohn». Офисы компании расположены в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Казани, Челябинске, Красноярске, Минске.*

## ООО «ДАЛВА КОНСАЛТИНГ»

Россия, 119270, Москва, Лужнецкая наб., 2/4,  
стр. 21, офис 205  
Тел.: +7 (495) 545-57-14  
[www.dalva.ru](http://www.dalva.ru)



TORNADO	WP3215	WP4325
Число ступеней/цилиндров	3/3	4/4
Рабочее давление [МПа] (минимум/максимум)	10/35	10/42
Производительность [нм <sup>3</sup> /ч] по DIN/ISO 1945 при 1470/1770 об/мин	15/18	21/25
Энергопотребление [кВт] при 1470/1770 об/мин	7,5/11	11/15
Габаритные размеры («Basic») [мм]	1200 x 700 x 700	
Габаритные размеры («Comsilent») [мм]	1520 x 772 x 1566	
Вес [кг]	370	
Остаточное содержание паров масла в сжатом воздухе [мг/м <sup>3</sup> ]	< 3	
Акустическое давление («Basic»/«Comsilent») [дБ (A) ]	83/72	

**В. А. Янсюкевич,**  
**Инженер службы**  
**энергоснабжения**  
**ООО «Севергазпром»**

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

### Область применения

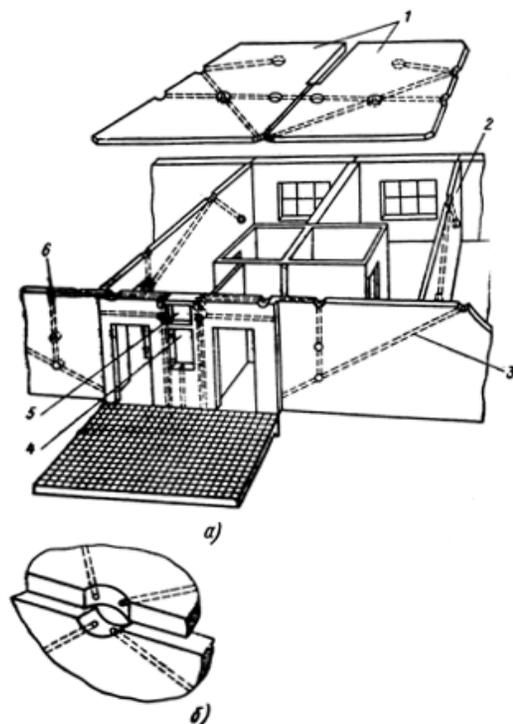
Настоящий документ разработан для электротехнического персонала электролабораторий, проводящих работы по измерению сопротивления изоляции проводов и кабелей цепей освещения в действующих и реконструируемых электроустановках.

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 метров. 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 миллиметров, 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 трудоемко 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



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

толщиной и на тонкостенные электросварочные трубы.

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

Рис 3

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 рисунке 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, газо-

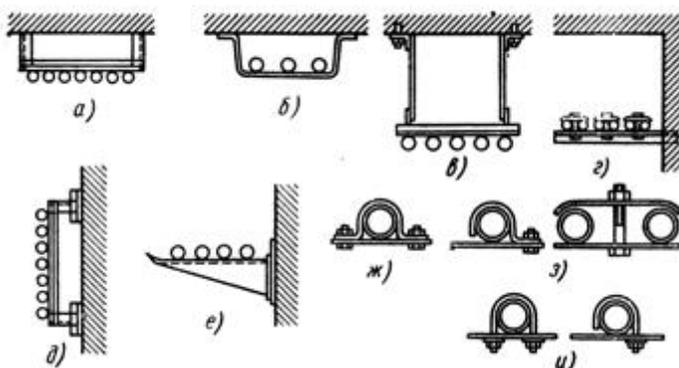


Рис. 2. Примеры крепления трую к опорным конструкциям. а), б), в) — потолочных конструкций, г), д), е) — настенных конструкций и кронштейнов, ж), з), и) — хомутов, полухомутов и накладок

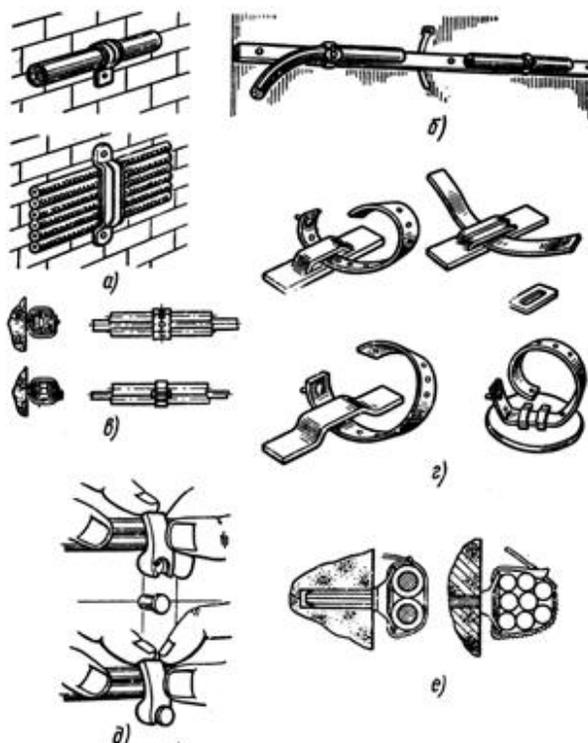


Рис. 3. Способы прокладки и крепления небронированных кабелей. а) непосредственно по основанию скобками, б) на несущей полосе, в) на струнах, г) на держателях, д) пластмассовыми скобками, е) на пластмассовых закрепах

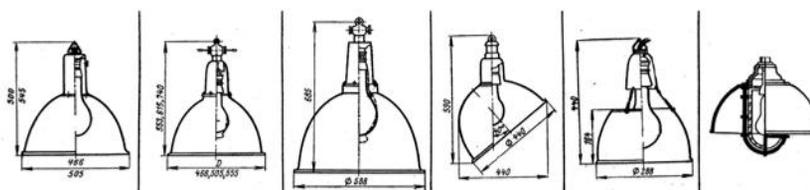
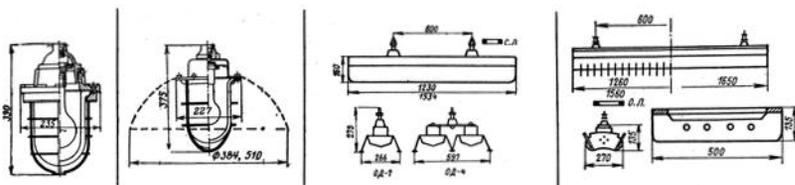
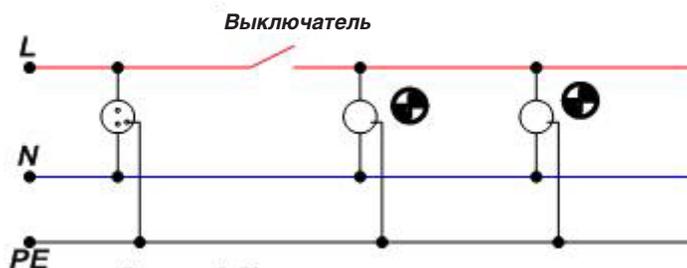


Рис. 4. Внешний вид светильников с лампами накаливания и ДРЛ



**Рис. 5. Внешний вид светильников с лампами накаливания и люминисцентными лампами**



**Рис. 6. Упрощенная схема освещения**

разрядных 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 рисунке 6 представлена упрощенная схема освещения. Защитный PE — 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.

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

**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 <sup>1)</sup>	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 <sup>2)</sup>	500	0.5
Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	0.5
Распределительные устройства, щиты и токопроводы <sup>3)</sup>	1000-2500	0.5

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

<sup>2)</sup> Должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности микроэлектронных и полупроводниковых элементов.

<sup>3)</sup> Измеряется сопротивление изоляции каждой секции распределительного устройства.

# ИСПЫТАНИЯ

## 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.

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.

- 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.

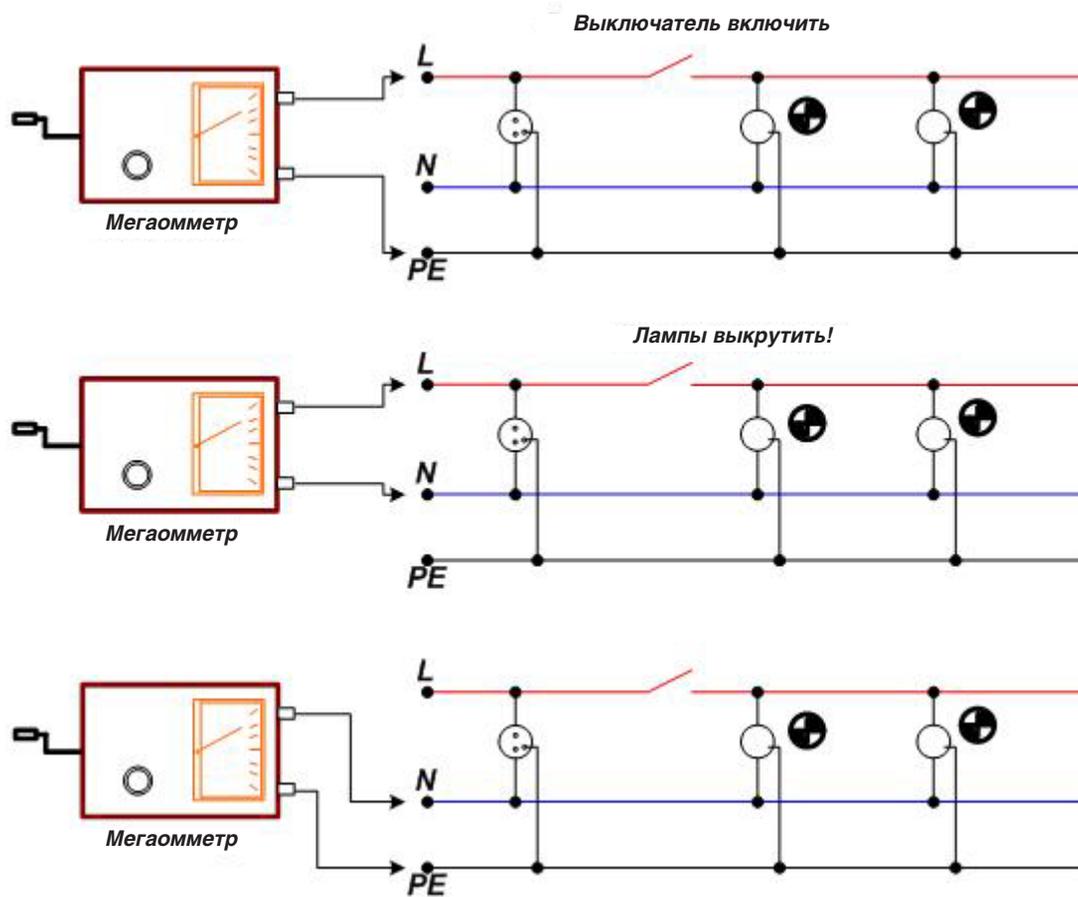


Рис. 7. Схемы для измерения сопротивления изоляции осветительной сети

Схема для проведения испытаний цепей освещения представлена на рисунке 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 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 испытаниях

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 1У, член бригады — группу III, а член бригады, которому поручается охрана, — группу II.

Массовые испытания материалов и изделий (средства защиты, различные изоляционные детали, масло и т.п.) с использованием стационарных испытательных установок, у которых токоведущие части закрыты сплошным или сетчатым 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 раздельная 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 Ш, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытательному оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

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

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

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

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

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

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

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

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижным и неподвижным контакта-

ми 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 испытываемым оборудованием сначала должен быть присоединен к ее заземленному выводу высокого напряжения.

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

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

Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

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

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 испытаний отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.



**В. Б. Иванов,**  
инженер,  
**ООО «ЭНЕРГОХРАН»,**  
**Э. А. Сви́дерский,**  
инженер

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В БЕЗНАСАДОЧНЫХ ГРАДИРНЯХ С ДИНАМИЧЕСКИМ ОХЛАДИТЕЛЕМ

Гради́рня — теплообменный аппарат для отвода в окружающую среду тепла от различных производственных процессов за счет испарения части проходящей через нее воды. Доля испаряемой воды обычно не превышает 1,5%.

Большая часть используемых в СНГ градирен старше 30 лет, а то и 50 лет. Практически все эти установки морально и физически устарели. Кроме того во многих старых проектах градирен часто жертвовали эффективностью охлаждения для экономии капитальных затрат на саму установку.

В технологических циклах, где охлажденная вода используется для получения конечных продуктов, например, процессы химии, нефтехимии, получения минеральных удобрений, молочная промышленность неправильно подобранный способ охлаждения или неверно спроектированная градирня могут снизить выход конечного продукта в 1,5—2 раза, не говоря о снижении качества. Особенно остро эта проблема встает летом, т.к. из-за небольшого градиента температур эффективность градирни резко падает, а чем ниже температура охлажденной воды, тем больше выход и выше качество получаемого продукта.

Ложной аксиомой является тот факт, что любая градирня окажется оптимальной или хотя бы обеспечивающей потребности конкретного производственного процесса. При проектировании и строительстве системы охлаждения нельзя поддаваться искушению: сделать под воздействием агрессивного маркетинга быстро, дешево и как у всех. Известно, что эксплуатационные расходы за время существования системы охлаждения (это, обычно 15—25 лет) во много раз превышают капитальные затраты на ее создание. Вот основные критерии, которыми необходимо руководствоваться при выборе пути реконструкции градирни:

1. Рациональный выбор типа градирни;
2. Соответствие удельной тепловой нагрузки градирни технологическим требованиям производства;
3. Простота и удобство технического обслуживания градирни;
4. Энергосбережение;
5. Пожаробезопасность;
6. Необмерзание зимой;

Область применения охладителей воды надлежит принимать по табл. 39. Сн и П 2.04.02—84

Охладитель	Область применения охладителя воды		
	Удельная тепловая нагрузка, тыс. ккал / (м <sup>2</sup> /ч)	Перепад температур воды, °С	Разность температуры охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по смоченному термометру, °С
Вентиляторные градирни	80—100 и выше	3—20	4—5
Башенные градирни	60—100	5—15	8—10
Брызгальные бассейны	5—20	5—10	10—12
Водохранилища-охладители	0,2—0,4	5—10	6—8
Радиаторные (сухие) градирни	—	5—10	20—35
Открытые и брызгальные	7—15	5—10	10—12

По сути дела встает выбор между насадочной и безнасадочной (эжекционной) градирней. Эжекционные градирни привлекательны дешевизной и экономией электроэнергии. Но глубина охлаждения в них несколько ниже, чем в вентиляторных пленочных градирнях. Объясняется это тем, что интенсивное охлаждение происходит на длине факела около 1,5 м от форсунки. Далее начинает работать так называемый эффект запаривания капли. Происходит выравнивание парциальных давлений воды на поверхности капли и в окружающем воздухе. Присутствие в факеле мелких капель 0,5—1 мм (для градирни рациональным является диаметр 2—3 мм) и их быстрое испарение приводят к мгновенному повышению концентрации водяных паров внутри градирни. Неиспарившиеся мелкие капли создают вторую проблему — повышенный каплеунос. Существуют, однако, напорные форсунки с оптимальным фракционным составом капель в факеле распыла (патент РФ № 2144439 Центробежно-струйная форсунка). Применение таких форсунок поднимает качество охлаждения оборотной воды и уменьшает каплеунос до 1,5%, см. описание изобретения к патенту РФ № 2144439. По литературным данным «Условия применения эжекционных градирен» В. С. Пономаренко, д-р техн. наук; Ю. И. Арефьев, кандидат техн. наук (ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО) поверхность тепло-массообмена, создаваемая форсунками больше чем на насадке, но для эффективного охлаждения не хватает эжектируемого воздуха. Для производств, не нуждающихся в максимальном охлаждении или имеющих избыточные площади охлаждения лучше всего подходят безвентиляторные, безнасадочные (эжекционные) градирни по Евразийскому патенту № 6902. Такие градирни являются наиболее приемлемым вариантом при реконструкции градирни.

Далее следует классика — насадочные вентиляторные градирни. Все они построены на известном принципе: вода поступает через систему водораспределения сверху на насадку, воздух вентилятором засасывается снизу вверх через насадку. Тепло-массообмен происходит внутри насадки. Назначение насадки увеличить площадь тепло-

массообмена. Эта основополагающая величина. От нее зависят производительность (плотность орошения) и глубина охлаждения воды в градирне. Коэффициент эффективности охлаждения воды в градирнях с пленочным оросителем может достигать 0,7. Пленочные оросители могут соответствовать своему названию и сути только в одном случае, если поверхность пластика смачиваема. Как известно ПВХ, из которого изготавливается насадка гидрофобен, и получить на нем пленку воды невозможно в принципе. Пленочный ороситель из пленки фирмы «Пентапласт» (Германия) дорог и недолговечен, боится низких температур. Вот мнение специалистов фирмы «ВОДЭХ»:

«Недостатками пленочного оросителя являются:

- низкая механическая прочность пленки в условиях вибрационного воздействия струй воды (без дополнительной защиты срок службы оросителя не превышает 4—5 лет);
- ороситель не рекомендуется использовать без реакгентной обработки воды (ввиду отложения солей жесткости и биообрастаний на поверхности пленки, увеличивается аэродинамическое сопротивление оросителя, и он постепенно забивается)».

Основное количество предлагаемых типов насадки изготовлены из ПЭ. Это несмачиваемый пластик и поэтому все эти насадки необходимо отнести к классу капельных. По глубине охлаждения градирня с такой насадкой не лучше безвентиляторной и безнасадочной градирни по Евразийскому патенту № 6902.

Вот мнение специалистов фирмы «ВОДЭХ»:

«Несколько слов следует сказать об **оросителе из гофротруб**. Наличие больших мощностей на территории Татарстана установок по выпуску гофротруб для целей мелиорации заставили разработчиков искать им новое применение, после того, как проблема мелиорации канула в лету. И такое применение гофротрубам было найдено — блоки оросителя для **градирен**. Благодаря агрессивному менеджменту ороситель из гофротруб активно внедряется

на всей территории России и в странах СНГ. Этот ороситель имеет одно единственное преимущество — высокую механическую прочность. По охлаждающей способности он в 2 раза хуже пленочного. Блоки собираются на заводе-изготовителе, что приводит к высоким транспортным расходам. **Ороситель** пожароопасен и имеет самую высокую удельную стоимость по сравнению с другими видами оросителей».

Как видно из вышеизложенного насадочные вентиляторные градирни страдают многими конструктивными недостатками это и не самая высокая эффективность у ПЭ насадки, и недолговечность, и аэро и гидродинамические перекосы из-за биообращаний и забивки насадки грязью. Сложности технического обслуживания, а иногда и невозможность устранения неполадок без длительного останова. Попадание продуктов деструкции материала насадки и биозагрязнений в теплообменное и насосное оборудование часто приводят к ощутимым денежным потерям из-за остановки основных технологических производств. Достаточно часты пожары градирен во время ППР и внеплановых работ.

Нередки и аварии, связанные с замерзанием насадки или стенок градирен. Сама технология охлаждения воды затратна и энергосбережение в таких градирнях исключено. Достаточно впечатляющий список, но объективный. Можно ли убрав все перечисленные проблемы охладить воду эффективно как на пленочной насадке, но также долговечно как на ПЭ насадке? Можно ли сделать техническое обслуживание градирни простым и безопасным? Можно ли избавиться от аварийных остановов из-за забивки насосного и теплообменного оборудования? Можно ли сделать градирню необмерзающей и негорючей?

История техники показывает, что возникновение новых технологий есть применение простых решений на новом уровне. Рассматривая плюсы и минусы эжекционных градирен, мы констатировали, площадь тепло-массообмена, создаваемая центробежно-струйными форсунками на порядок выше площади на поверхности насадки, но вот воздуха ей мало.

В начале 90х на предприятии «АКРОН» г. Великий Новгород, на производстве АК-72 была запущена в действие первая безнасадочная вентиляторная градирня производительностью 6000 м<sup>3</sup>/час. Показатели охлаждения были равны или даже в некоторых ситуациях опережали по глубине охлаждения градирни, оснащенные пленочным оросителем. В дальнейшем были реконструированы еще 4 таких же градирни. В процессе этой работы были внесены необходимые коррективы в технологическую схему установки форсунок, местоположения и типа каплеуловителя. Затем эта разработка была запатентована — патент РФ №2228501 «Способ охлаждения жидкости в градирне». Позже был получен Евразийский патент №7724 «Вентиляторная градирня»

Вот краткие характеристики градирни:

- Глубина охлаждения 2—4 оС выше T смоченного термометра или в реальных цифрах разница между входящей



**Башенная градирня**

и охлажденной водой составляет 9—14 оС в зависимости от влажности окружающего воздуха.

- Удобство обслуживания — форсунки расположены в воздухозаборных окнах двумя рядами на высоте + 1,0м и 1,7м. Доступ к ним не ограничен. Всегда можно остановив одну из секций в течении 5—10 минут заменить или прочистить форсунку. При этом вода из секции отправляется без потерь в качестве охлаждения на другие секции. Увеличившаяся площадь тепло-массообмена позволяет увеличить нагрузку на градирню на 25—35% выше проектной величины.

- Энергосбережение: насосная группа работает в облегченном режиме, поскольку воду не нужно поднимать на высоту водораспределительной системы (7—11м, в зависимости от типа градирни). Это расположение форсунок обеспечивает экономию не менее 30% электроэнергии.

- При работе в зимних условиях до 70% воды отводится в градирню через зимние сливы, оставшаяся вода с малым напором подается на форсунки, что исключает обледеневание. Вентиляторы при этом можно отключать.

- Пожароопасность нулевая. Насадки нет.

На территории СНГ и РФ работают десятки безнасадочных вентиляторных градирен. В основном на производствах минудобрений и тяжелом оргсинтезе, металлургии, машиностроении, легкой промышленности.

Как мы установили выше динамический объем расплывленной воды внутри градирни способен к интенсивному охлаждению воды при условии принудительного отвода тепла из зоны тепло-массообмена потоком воздуха, создаваемого вентилятором. Все эти положения в полной мере применимы к башенным градирням. Безнасадочная башенная градирня охлаждает воду до 6—8оС выше температуры смоченного термометра. Что позволяет на ТЭЦ экономить до 3% топлива.



## ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

**М**еталлургическая отрасль в Советском Союзе никогда не была отстающей. После его распада металлургическое производство упорно вырабатывало свои ресурсы. Некоторые заводы в течение последних двадцати лет занимались исключительно эксплуатацией оборудования, без каких-то существенных вложений.

Достойное место среди развитых стран Россия может занять при значительном увеличении внутреннего валового продукта. Намеченное увеличение ВВП в два раза к 2010 году должно стать первым шагом в этом направлении. В тоже время, практически все производственные и энергетические мощности РФ находятся в эксплуатации 30—40 и более лет. При столь длительных сроках эксплуатации, в общем случае, ставится вопрос о замене оборудования в связи с физическим износом по формальным признакам (длительный срок службы, превышающий период амортизации). В этих условиях увеличение ВВП на действующем оборудовании является весьма важной задачей. Для успешного выполнения этой задачи необходимо обеспечить продление ресурса и модернизацию металлургических производств для дальнейшей надежной работы оборудования как при существующих режимах эксплуатации, так и при интенсификации этих режимов за счет увеличения производительности и рабочих усилий.

Целям увеличения производительности оборудования и повышения его ресурса и, в конечном итоге, уменьше-

ния себестоимости продукции служат автоматизированные системы пуска и управления электродвигателями.

Со времени появления первых электрических двигателей ведется поиск способа, позволяющего избежать резких рывков, сопровождающих их запуск.

Прямой пуск двигателей — это проблема, которая ежегодно обходится промышленности в миллионы долларов. Изо дня в день на заводах и фабриках всего мира бесчисленные машины с приводами переменного тока, предназначенные для приведения в движение вентиляторов, дробилок, мешалок, насосов, транспортеров и т.д., испытывают совершенно нежелательные и излишние перегрузки.

В случае прямого пуска двигателей переменного тока возникает ряд проблем:

- Проблемы электротехнического характера обусловлены переходными процессами по напряжению и току, возникающими как при прямом пуске двигателя, так и при пуске с переключением со схемы звезды на схему треугольника. Такие переходные процессы могут вызывать перегрузки в местной сети энергоснабжения и приводить к слишком большим перепадам напряжения, способным неблагоприятно отражаться на другом электрическом оборудовании, включенном в ту же сеть.

- Механические проблемы связаны с сильными перегрузками во всей цепи привода, включая приводимое им в движение оборудование.

- Эксплуатационные проблемы — гидравлический удар в трубопроводах, приводящие к повреждению изделий на конвейерах или, скажем, к неприятным ощущениям у пассажиров на эскалаторах.

Все это вызывает серьезные финансовые последствия, поскольку любая техническая проблема приводит либо к снижению производительности, либо к останову и дальнейшему ремонту оборудования. В промышленности, как правило, преобладающее значение имеют именно потери производительности.

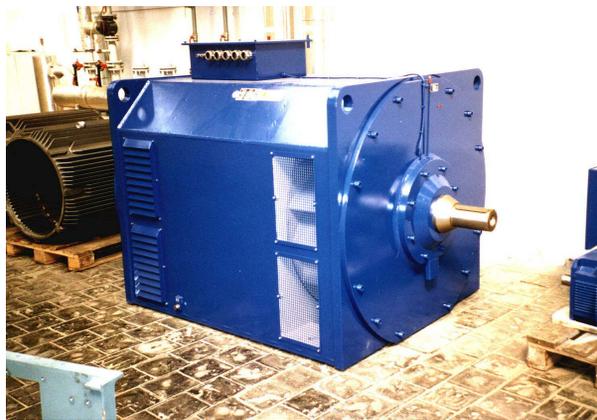
Поскольку с этой проблемой приходится сталкиваться на протяжении длительного времени, для ее решения был предложен и опробован целый ряд технических идей. Так были созданы: пускатель с переключением со схемы звезды на схему треугольника, асинхронный двигатель с контактными кольцами (двигатель с фазным ротором), устройство плавного пуска (УПП), преобразователь частоты (ПЧ).

## Устройство плавного пуска

В конце 1970-х — начале 1980-х годов прошлого века появился плавный пускатель. Так же, как и преобразователь частоты, пускатель является электронным и основан на использовании тиристоров. По своим функциональным возможностям и цене он заполняет нишу между пускателями с переключением со звезды на треугольник и преобразователями частоты. УПП позволяют регулировать напряжение на двигателе таким образом, чтобы при пуске оно постепенно повышалось, что естественным образом ограничивает пусковой ток. Это означает, что двигатель плавно набирает обороты, а механические и электрические перегрузки в нем сводятся к минимуму. Дополнительным достоинством такого пускателя является возможность его использования также и для плавной остановки двигателя.

Благодаря электронным элементам в схеме пускателя его базовую функцию можно без особого труда пополнить различными средствами индикации безопасности и отказов, что повышает степень защиты двигателя и упрощает поиск неисправностей. В качестве примеров можно назвать защиту от расфазировки, бросков тока и выхода температуры за допустимые пределы, а также возможность индикации нормального режима работы, наличие на двигателе полного номинального напряжения и возможность индикации определенных видов отказов. Все необходимые уставки параметров (крутизну повышения напряжения, начальные значения напряжения и т.д.) можно легко задавать с панели управления.

УПП выполняет самое главное — плавный пуск электродвигателя и одновременно открывает дополнительные преимущества: высокую надежность, резкое снижение объема требуемых ремонтно-профилактических мероприятий, высокую степень защиты двигателей, простоту установки штатных значений параметров. Недостатком плавного пускателя является то, что его не всегда возможно использовать в приводных двигателях, требующих с самого начала развития большого крутящего момента. Объясняется это



**Высоковольтный электродвигатель**

тем, что принцип работы этого пускателя основан на плавном повышении подаваемого на двигатель напряжения до максимального уровня (а при отключении — наоборот, плавное снижение напряжения до заданного уровня, при котором двигатель останавливается). Поскольку крутящий момент пропорционален квадрату напряжения, двигатель в этом случае не может сразу развить полный расчетный момент. В силу этого такой пускатель больше пригоден для электроприводов со сравнительно плавным пуском (насосы, вентиляторы, транспортеры, лифты).

Применяемая электрическая схема отказоустойчива, а в маловероятном случае внутреннего отказа блок производит выключение, что предотвращает повреждение подсоединенного оборудования.

Без плавного пуска включение электродвигателей большой мощности создает множество проблем: большие пусковые токи, перегрев электрических цепей, а также интенсивный износ подключенного оборудования из-за резкого толчка при разгоне ротора. Обычно, чтобы избежать указанных вредных эффектов, стараются как можно меньше отключать (и потом включать) двигатели. Что приводит к большому расходу электроэнергии.

Предлагаемые УПП позволяют отключать и включать насосы, (а также вентиляторы, компрессоры, конвейеры и любое другое технологическое оборудование) в любой момент, когда это необходимо, даже на часовые перерывы. Это позволит существенно снизить расход электроэнергии.

Наиболее целесообразно использовать УПП на синхронных и асинхронных электродвигателях мощностью от 200 до 20000 кВт, где наиболее заметен и ощутим эффект снижения энергопотребления.

Полезные эффекты от применения УПП:

- пусковые токи снижаются в 2—3 раза, либо действуют в течение 3—4 секунд;
- снижается обводнение пневмосистемы;
- исключается недопустимое падение напряжения в сети во время пуска;
- допустимое количество запусков электродвигателей мощностью свыше 1 МВт до капитального ремонта возрастает с 50 до неограниченного количества раз. Интервалы

между включениями — любые, без негативных последствий для запускаемого двигателя.

- увеличиваются межремонтные интервалы;
- совместимость с синхронными и асинхронными двигателями любой мощности;
- возможность автоматизации включения и отключения электродвигателей;
- не требуется специализированного сервисного обслуживания и затрат на ремонт;
- исключаются гармоники, передаваемые в сеть.

Пускатели могут работать с током потребления двигателя от 3 до 1850 А и напряжением питания от 208 до 13800 В. Достоинства плавного пуска электродвигателей очевидны. Сегодня вряд ли существует область промышленного производства, которая в той или иной степени не требовала бы применения приводных двигателей и которая, следовательно, не выиграла бы от их установки. Функциональные возможности и конструктивные особенности плавных пускателей выдвигают их в число устройств, установка которых обязательна для решения целого ряда прикладных задач, с которыми приходится сталкиваться на производстве. УПП используются в приводах:

- механизмов с механическими, ременными и цепными передачами;
- механизмов с высокими моментами инерции: мельниц, прессов, центрифуг;
- конвейеров;
- вентиляторов и компрессоров, дымососов;
- насосов (компенсация перепадов давления, устранение гидравлических ударов);
- других промышленных механизмов.

Применение данных устройств приводит к снижению нагрузки на питающую подстанцию предприятий, уменьшению пусковых токов двигателей, продлению срока службы их обмоток. Плавный разгон двигателей обеспечивает постепенный выбор зазоров в механических передачах, что существенно увеличивает их срок службы за счет резкого снижения ударных нагрузок. Применение УПП позволяет полностью устранить или существенно уменьшить проблемы, возникающие при тяжелых пусках двигателей. Простота конструкции УПП и простота обслуживания обеспечивает их надежную работу даже в самых тяжелых условиях. Применяя УПП, Вы получаете:

- снижение нагрузки на привод при пуске;
- настройку пускового момента;
- снижение износа трансмиссий;
- снижение усталостного износа механических частей привода;
- защиту от перегрузок; уменьшение износа контактов за счет бестоковой коммутации;
- отсутствие бросков напряжения питающей сети.

Что не может УПП?

- регулировать частоту вращения двигателя в установленном режиме;
- реверсировать направление вращения;
- увеличить пусковой момент относительно номинального;

- снизить пусковой ток до значений меньших, чем требуется для вращения ротора в момент старта.

## Пусковой удар по электродвигателю

Крупными потребителями электроэнергии на промышленных предприятиях являются механизмы с так называемой вентиляторной нагрузочной характеристикой. Это компрессоры, насосы, воздухоудвки, дымососы и т.д. Мощные механизмы приводятся во вращение высоковольтными (6—10 кВ) синхронными или асинхронными электродвигателями, количество пусков которых за срок службы ограничено.

Это связано с тем, что пуск электродвигателей осуществляется прямым подключением к сети с помощью высоковольтных выключателей. При этом пусковые токи в 5—7 раз превышают номинальные, вследствие чего в обмотках двигателей возникают большие электродинамические усилия, приводящие к смещению проводников друг относительно друга, ослаблению клиньев, трению изоляции и, как следствие, к ее пробое. Кроме того, большие просадки напряжения во время пуска, особенно в длинных линиях и в автономных системах с ограниченной мощностью, приводят к нарушению нормального функционирования электрооборудования.

Необходимо отметить, что как для высоковольтного электродвигателя, так и для приводного механизма очень большое значение имеют ударные токи и моменты, возникающие после включения в первые несколько полупериодов питающей сети. Их значение зависит от момента замыкания контактов высоковольтного выключателя. В самом неблагоприятном случае при замыкании контактов в начале синусоиды суммарный момент (помимо свободной составляющей возникает вынужденная составляющая электромагнитного момента) может в 3—4 раза превысить каталожный критический момент электродвигателя:

$$Mn_{max} = Mn (1 + 1/2Sk),$$

где

$Mn_{max}$  — максимальный электромагнитный момент электродвигателя;

$Mn$  — каталожный пусковой момент электродвигателя;

$Sk$  — критическое скольжение.

Большие пусковые динамические удары отрицательно сказываются как на самом электродвигателе, так и на механизмах, особенно на редукторах, подшипниках, крепящих узлах и т.д. Вероятность возникновения подобных ситуаций достаточно велика. Поэтому стремление эксплуатационного персонала останавливать такие энергоемкие механизмы, например, в ночное время, может привести к сокращению сроков службы агрегатов и выходу их из строя.

Исключаются все неблагоприятные явления, перечисленные выше, характерные для прямого пуска электродвигателя от сети. В результате пуск мощного высоковольтного электродвигателя с помощью устройства плавного пуска переходит из разряда сложных электродинамических процессов в обычное включение высоковольтного устройства. Это позволяет снять ограничения на количество пусков

высоковольтных двигателей и отключать их во внерабочее время для экономии электроэнергии.

## Преобразователь частоты

По статистике около 70% износа электродвигателя приходится на моменты пуска. Во время запуска приводного механизма возникают пусковые токи, которые в 4—7 раз превышают номинальный ток двигателя, что приводит к преждевременному износу двигателя, повреждениям самого механизма, перегружает систему питания и коммутационные устройства. Существует еще одна проблема, связанная уже с технологией: сложность управления частотой вращения электрического двигателя.

Мы предлагаем решение этих задач: частотный преобразователь плавно, с заданным темпом запускает и останавливает двигатель, а также изменяет частоту его вращения, управляя технологическими процессами заказчика.

Применяя преобразователь частоты, вы получаете:

- снижение нагрузки на привод при пуске
- настройку пускового момента;
- снижение усталостного износа механических частей привода;
- защиту от перегрузок;
- уменьшение износа контактов за счет бестоковой коммутации.

Частотные преобразователи обладают следующими возможностями:

- обводная защита для снижения потерь в тиристорах;
- контроль обрыва фазы;
- применение совместно с электрическим тормозом;
- регулирование частоты вращения двигателя в установившемся режиме;
- реверсирование направление вращения;
- увеличение пусковой момент относительно номинального;
- снижение пускового тока до значений меньших, чем требуется для вращения ротора в момент старта.

Применение опции контроля тока позволяет производить:

- пуск с ограничением пускового тока двигателя;
- контроль мощности;
- улучшение cosφ при неполной загрузке привода;
- компенсацию колебаний нагрузки приводов (насосы);
- экономию электроэнергии в зоне слабой загрузки привода.

Приобретая частотные преобразователи, Вы обеспечиваете экономичную эксплуатацию, долгий и безаварийный срок службы Вашего привода.

## Применение

Устройства плавного пуска и преобразователи частоты могут применяться на всех стадиях — от рудоподготовки до металлообработки и выполнять следующие задачи.

Подготовка сырья:

- управление производительностью дробилок и грохотов в зависимости от загрузки, состава и физических свойств руды, условий окружающей среды;

- циклическое изменение скорости вращения мельниц при изменении производительности;

- автоматизация и оптимизация работы сырьевых конвейеров;
- автоматизация и оптимизация работы дисковых грохотов;
- автоматизация и оптимизация работы скиповых подъемников;
- высокая точность дозирования и подачи руды, агломерата, флюсов и других материалов;

Плавка металлов:

- автоматическое управление производительностью насосных агрегатов для поддержания технологических параметров: давления (разрежения), расхода, уровня, температуры и т.п.;
- управление работой вакуум-насосов и эксгаустеров;
- управление продувкой воздуха в конвертерах;
- управление работой газодинамических экономайзеров и механизмов перемещения электродов в дуговых печах;
- управление процессом рафинирования меди, алюминия;
- управление процессом дегазации инертным газом (азотом, хлором), оптимизация подачи сорбента в титано-магниево-производстве;
- управление работой кантовальной лебедки и разливочной машины;
- высокая точность наклона конвертеров и дуговых печей как для выпуска металла, так и для спуска шлака;
- управление работой вакуум-насосов разлива алюминия.

Металлообработка:

- управление работой прокатных станов во всех переделах — закалка, отпуск, очистка, охлаждение;
- оптимизация центробежного способа литья.

Кроме этого, во всех переделах металлургических производств, устройства плавного пуска и преобразователи частоты выполняют следующие задачи:

- замена прямых пусков электродвигателей плавным частотным пуском;
- мгновенное автоматическое ограничение мощности при перегрузках, защита электродвигателей;
- исключение гидравлических ударов в трубопроводных системах;
- повышение точности и быстродействия работы запорно-регулирующей арматуры;
- автоматическая компенсация падения напряжения в длинных питающих и выходных кабелях, оптимальное использование электродвигателей и другого электрооборудования;
- повышение производительности: увеличение межремонтных циклов и срока службы оборудования;
- существенное снижение энергопотребления оборудования, энергосбережение;
- замена электроприводов постоянного тока с коллекторным электродвигателем.

<< 59

троцитового оборудования: возможность выпускать изделия по лицензии от General Electric, высокое качество, удобство монтажа и другие преимущества — все это обращает на себя внимание самых требовательных потребителей и клиентов.

Энергетикам продукция General Electric известна давно по паровым и газовым турбинам, теперь же у них появилась возможность начать работу с высококачественным низковольтным оборудованием великого бренда. Предприятия, которые уже начали работу с компанией «Джи И Индастри», отмечают повышенный интерес со стороны конечных потребителей.

Особое внимание компания уделяет работе с проектными институтами: регулярно проводятся семинары, как в офисе компании, так и за его пределами по заранее согласованным темам, актуальным при проектировании, предоставляется вся необходимая техническая и справочная литература, программное обеспечение, оказывается консультационная поддержка.

Компания «Джи И Индастри» предлагает своим партнерам не просто товар, в виде автоматических выключателей и контакторов, а системный бизнес под эгидой мирового бренда. Только такая постановка вопроса, позволяет достичь успеха и процветания на высококонкурентном электротехническом рынке.

Избранная стратегия работы на российском рынке позволяет компании «Джи И Индастри» с уверенностью смотреть в будущее, а клиентам быть уверенным в новом партнере по бизнесу и продавать: много, выгодно и часто!

ООО «Джи И Индастри»

### ЯЧЕЕК НА ВСЕХ ХВАТИТ

**В Татарстане начал работать завод Schneider Electric по выпуску распределительных устройств низкого и среднего напряжения.**

Церемония открытия нового производства состоялась 3 июля 2008 г. в Казани. Завод, который стал чет-

80 >>

### Компрессоры, турбины, насосы металлургических производств

В материалах Международного бюро труда по «Предупреждению крупных аварий» перечислены следующие причины повреждения оборудования и типичные неисправности, нарушающие условия его нормальной эксплуатации и безопасной работы:

- механические разрушения сосудов, трубопроводов и конструкций при перепадах внутреннего давления, действия внешних сил, коррозии и изменения температуры;
- поломки таких узлов, как насосы, компрессоры, вентиляторы, вентиляторы и перемешиватели;
- неисправности в системе контроля (датчики давления и температуры, индикаторы уровня, расходомеры, приборы управления);
- неисправности в системе безопасности (предохранительные клапаны, система сброса давления, системы нейтрализации);
- нарушения сварных швов и соединительных фланцев.

Анализ аварийных ситуаций в трубопроводных системах различного назначения показывает, что практически каждое из этих событий, способных вызвать крупную аварию, может быть следствием изменений режима давления из-за волновых и ударных процессов.

Рабочая среда — теплоноситель — в трубопроводах энергетических установок имеет ряд особенностей: высокие температуры и температурные градиенты, значительные скорости потока, высокие давления. В наиболее узких сечениях скорость жидкого теплоносителя достигает 14 м/с, газообразного 100—150 м/с, давление 16 МПа, температура 400—500 °С. Процессы в главных циркуляционных трубопроводах характеризуются значительными нестационарными расходами теплоносителя и интенсивными волновыми и вибрационными нагрузками.

Вибрации могут стать причиной усталостных разрушений трубопроводов, элементов энергетических установок, в результате которых нарушается проектная степень герметичности проточных трактов и появляются значительные течи теплоносителя.

Основными источниками вибрации трубопроводов в большинстве случаев являются динамические нагрузки вращающихся неуравновешенных роторов насосов и турбоагрегатов, а также пульсирующий поток теплоносителя.

Особую опасность в такой ситуации представляет случай, когда в процессе разгона ротора происходит переход через резонансную частоту трубопровода. Резонанс характеризуется максимальными амплитудами колебаний, при которых трубопровод может разрушиться.

Для предотвращения появления резонансных частот автоматические регуляторы частоты имеют функцию, позволяющую вырезать из рабочего диапазона эти частоты.

Вследствие пульсации давления перекачиваемой среды снижается пропускная способность трубопроводов, а гидравлическое сопротивление и внутреннее трение при этом значительно возрастают из-за больших мгновенных скоростей потока. При колебаниях давления в нагнетательной сети поршневых компрессоров в межступенчатых коммуникациях теряется до 40 % индикаторной мощности, повышается температура нагнетания, ухудшаются условия работы клапанов, увеличиваются нагрузки на детали цилиндров и механизм движения, нарушается герметичность предохранительных клапанов, искажаются показания расходомеров и манометров. Колебания давления в сети вызывают крайне неблагоприятную вибрацию трубопроводов, которая ведет к генерации шумов, повреждению аппаратов и арматуры, нарушению герметичности уплотнений, что особенно опасно при работе с токсичными, взрывоопасными и воспламеняющимися веществами. Устранению этого недостатка, а также оперативную «вырезку» резонансных частот могут обеспечить автоматические регуляторы частоты, у которых предусмотрено до трех скачкообразных изменения частоты, минуя резонансные.

Таким образом, вышеприведенный анализ показывает, что оснащение трубопроводных систем эффективными средствами гашения вынужденных колебаний давления и гидравлических ударов имеет важное значение для обеспечения пределов и условий их безопасной эксплуатации.

## Промышленное водо- и теплоснабжение

Поскольку металлургия с полным технологическим циклом служит важным районообразующим фактором, кроме многочисленных производств, возникающих на основе утилизации разного рода отходов при выплавке металла и коксовании угля, она притягивает к себе сопутствующие отрасли.

К наиболее типичным спутникам металлургии относятся тепловая электроэнергетика, прежде всего установки, которые входят в состав металлургических комбинатов и могут работать на побочном топливе; металлоемкое машиностроение (металлургическое и горное оборудование, тяжелые станки, металлоконструкции и др.).

Все вышеперечисленные производства, также как и основное металлургическое, имеют развитую систему трубопроводных систем, на их территориях уложены многие сотни километров различных труб, служащих как для выполнения технологических задач, так и для водо- и теплоснабжения самих предприятий и инфраструктуры. Поэтому вопрос безаварийной работы данных систем заслуживает особого внимания.

Аварийные ситуации в работе трубопроводных систем водоснабжения возникают при запуске насосных станций на закрытую задвижку, срабатывании обратных клапанов, включении и выключении задвижек в линейной части трубопроводной системы, аварийном отключении электропитания, вызывающем остановку насосных станций. Исследование причин аварий показало, что 83% аварий (разрывов трубопроводов или арматуры) произошли из-за гидравлических ударов и лишь 17% — от всех прочих причин (просадки грунта, высокие нагрузки на трубы и пр.), причем обследования водоводов свидетельствовали, что гидравлические удары в них возникают в основном вследствие внезапного выключения насосов из работы при перерыве в подаче электропитания.

Автоматический преобразователь частоты позволяет запомнить частоту вращения электродвигателя насоса и, при кратковременном пропадании питания в электросети, произвести рестарт двигателя на той же самой частоте, т.е. воспрепятствовать образованию гидроудара.

Явление гидравлического удара может происходить и в других случаях перемены в работе насосов: при аварии сцепления валов двигателя и насоса или разрыве передачи между ними; при внезапном включении крупного потребителя воды. Этих негативных процессов можно избежать при применении частотного регулирования привода насосов. В случае разрыва передачи между двигателем и насосом автоматический преобразователь частоты самостоятельно отключит аварийный привод и приведет в действие резервный и сможет поддерживать давление в трубопроводе независимо от расхода.

В системах теплоснабжения рабочая среда перекачивается по замкнутому контуру, поэтому авария на одной насосной станции служит причиной распространения гидроудара по всей трубопроводной сети. Особенно подвержены вибрационным разрушениям канализационные системы, изготовленные из чугунных труб, не выдерживающих знакопеременных нагрузок. Вибрационные нагрузки увеличивают темпы износа инженерных сетей, и в настоящее время их ветхость служит причиной каждой второй аварии на объектах теплоснабжения и каждой третьей на объектах водоснабжения и канализации.

Волновым процессам сопутствуют и другие негативные явления: снижение ресурса, мощности и КПД гидросистем, поломки элементов и узлов арматуры. В частности, пульсации давления существенно сокращают срок эксплуатации манометров и расходомеров.

В целом на водопроводных сетях ежегодно происходит около 75 тыс. прорывов, отключений и аварий, что сопровождается потерями воды в объеме до 10—20%. Износ действующих в России систем водоснабжения превышает 60% и нарастает с каждым годом — более 1/3 всех водопроводных сетей требует полной замены.

В программу поставок Группы Компаний «Стинс Коман», сертифицированного партнера в России и СНГ израильской компании Солкон (SOLCON), финской компании Вакон (VACON), входят несколько типов устройств, позволяющих осуществлять электронный плавный пуск и останов как асинхронных, так и синхронных электродвигателей, управление ими и их защиту. Мы предлагаем к поставке полный спектр устройств управления и контроля работы двигателя мощностью от 0,4 до 20000 кВт, как для низкого, так и для высокого напряжений от 0,2 до 13,8 кВ. Также мы готовы предложить комплексные решения УПП и ЧРП для электродвигателей как большой, так и малой мощностей.

## Энергосбережение

За последние годы энергоемкость внутреннего валового продукта в Российской Федерации увеличилась на 15—16%, электроемкость — на 30—32%. Учитывая это, планируется при ожидаемом увеличении объема произведенного ВВП к 2010 году на 87%), обеспечить рост внутреннего потребления топливно-энергетических ресурсов всего на 10%. Такой огромный разрыв в темпах роста ВВП и потреблении ТЭР предлагается покрыть снижением энергоемкости ВВП к 2010 на 70%.

В соответствии с Федеральной целевой Программой «Энергосбережение России» должно быть сэкономлено 285-370 млрд кВтч электрической и 340—425 Гкал тепловой энергии, 205—275 млн т. у. т. за счет решения следующих основных экономических и организационных задач:

- повышения технического уровня промышленности (проведения эффективного перевооружения и реконструкции действующих предприятий и строительство новых на базе современных технологий),
- снижения расхода энергии на технологические нужды и потерь при транспорте электрической и тепловой энергии;

● повышения экономичности действующего оборудования.

В результате неуклонного роста издержек на энергоснабжение и мощнейшего государственного давления на потребителей ТЭР предприятия вынуждены принимать срочные меры по повышению энергетической эффективности производств.

Как известно, наибольшее количество энергии, расходуемой электроприводами в промышленности, приходится на насосные, компрессорные и вентиляторные установки, основной функцией которых является поддержание заданного давления (разрежения), причем расход переносимой среды, как правило, может существенно изменяться в зависимости от конкретных условий. Все эти установки рассчитываются по максимальному расходу, который может возникнуть в экстремальной ситуации.

Кроме этого, значительный расход ТЭР наблюдается в помольных переделах, где осуществляется «прямой пуск» двигателей дробилок, грохотов, мельниц, при котором происходит «жесткий удар», существенно сокращающий срок службы всего механизма в целом. Также, в результате больших пусковых токов имеет место нарушения в питающей сети, броски напряжения, перекосы фаз и т.д., приходится проектировать всю систему электроснабжения с большим запасом, что в конечном итоге ведет к большим финансовым затратам.

Существенный рост стоимости электроэнергии приводит к необходимости поисков технических решений для снижения энергетической составляющей в цене выпускаемого предприятием изделия.

Электронные устройства, обеспечивающие плавный пуск и останов электродвигателей, позволят Вашему предприятию сократить затраты на механическую трансмиссию, техническое обслуживание и ремонт; а также уменьшить пусковой ток, что позволит сократить электрические нагрузки на двигатель и добиться экономии энергоресурсов. Что же касается экономической эффективности, то необходимо учитывать не только прямую экономию электроэнергии, достигающую 54—56%, но также и экономию переносимой среды (или, что актуально в металлургии, недопущение попадания агрессивной переносимой среды в окружающее пространство), тепла, ресурс оборудования и пр.

## Как экономить более 10 миллионов рублей в год при эксплуатации высоковольтных электродвигателей

Как обычно устраняют разрушительные эффекты быстрого старта электродвигателя:

Для решения проблемы применяют два способа.

● Первый способ: двигатель оставляют работать на холостом ходу в нерабочие смены и выходные дни, чтобы его не нужно было заново включать.

Недостаток первого способа:

● незначительно увеличиваются затраты электроэнергии, что выливается в сумму 5—15 млн руб. в год дополнительных финансовых затрат на каждый двигатель.

● Второй способ: двигатель подключают через устройство плавного пуска.

Недостаток второго способа:

● относительно высокая стоимость УПП для высокомоментных двигателей.

Если вы используете электродвигатель большой мощности (200—20 000 кВт), возможно вы «выбрасываете на ветер» по 10 млн руб. каждый год, оплачивая дополнительную электроэнергию из-за неоптимального запуска ваших электродвигателей.

## Примерный расчет экономической эффективности

На предприятии имеется электродвигатель мощностью 3500 кВт, скорость вращения 600 об./мин.

Стоимость электроэнергии — 1,25 руб./кВтч

Стоимость технологической воды — 4 руб./м<sup>3</sup>

Из-за больших пусковых токов мощный электродвигатель не отключался и работал вхолостую: в будние дни — ночью 8 часов 247 дней в году, в выходные и праздники — 24 часа 118 дней в году.

Средний коэффициент загрузки электродвигателя в режиме глубокого дросселирования во внерабочее время — 0,35.

После внедрения УПП возникла возможность отключать электродвигатель.

Годовой экономический эффект:

● экономия электроэнергии в будние дни:

$3500 \text{ кВт} \times 0,35 \times 8 \text{ ч} \times 247 \text{ дн.} \times 1,25 \text{ руб./кВтч} = 3025750 \text{ руб.}$

● экономия в выходные и праздничные дни

$3500 \text{ кВт} \times 0,35 \times 24 \text{ ч} \times 118 \text{ дн.} \times 1,25 \text{ руб./кВтч} = 4336500 \text{ руб.}$

● экономия технологической воды:

$[(8 \times 247) + (24 \times 118)] \times 195 \text{ м}^3/\text{ч} \times 4 \text{ руб.} = 3750240 \text{ руб.}$

Итого экономия в год: 11112490 руб. (в среднем 30450 руб./день).

Стоимость УПП — 2890000 руб. (цена зависит от параметров оборудования и комплектации УПП). Срок окупаемости УПП в данном случае составил 95 дней.

Экономический эффект от внедрения — 5000000—15000000 руб. в год.

Срок окупаемости — 1—4 месяца.

Дополнительные преимущества:

● продление срока службы электродвигателей на пять лет;

● не требуется специализированного сервисного обслуживания;

● значительно снижаются расходы на обслуживание и ремонт оборудования;

● допустимое количество запусков электродвигателей мощностью свыше 1 мВт до капитального ремонта возрастает с 50 до неограниченного количества раз;

● возможность автоматизации включения и отключения электродвигателей.

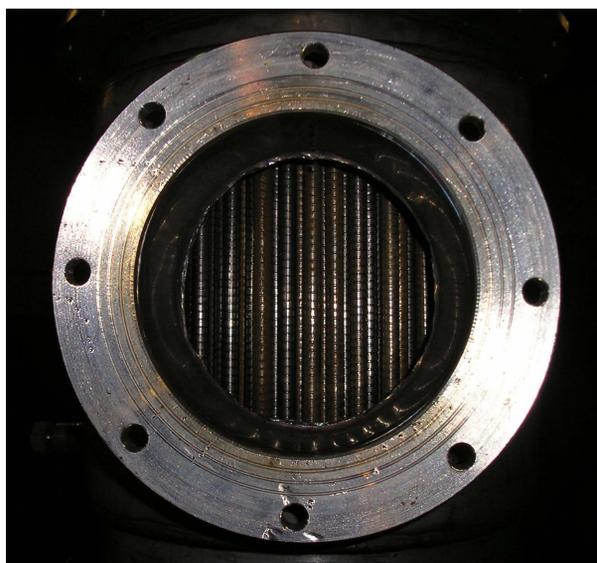


**П. И. Бажан,**  
д-р техн. наук,  
Научный консультант  
ЗАО «ЦЭЭВТ»

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ НА НИЖЕГОРОДСКОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ

**Б**олее 50 крупных российских предприятий входит сегодня в состав государственного концерна ПВО «Алмаз-Антей». Нижегородский машиностроительный завод по праву называют в числе первых. Решая самые разнообразные задачи, связанные с созданием и серийным производством сложной наукоемкой продукции, год за годом в течение 75 лет с основания он укреплял свои позиции на российском и международном рынке. Специализация предприятия — производство военной и гражданской техники, аналогов которой порой нет за рубежом.

Выпускают эту продукцию и организывают производство в 50 цехах и службах, разбросанных по всей заводской территории. Для того, чтобы обеспечить их снабжение горячей водой для нужд водоснабжения и отопления нужен свой мощный паросиловый цех. Таковой на предприятии имеется. Он оснащен пятью паровыми и тремя водогрейными котлами. В день все это хозяйство вырабатывает более 1 ГКал. теплоты. Это немало! Кроме того, цех подает горячую воду для нужд



**Трубки с накаткой внутри кожуха ВВПИ**

<< 76

вертым по счету предприятием компании в России, занимает площадь около 8000 м<sup>2</sup> на территории логистического комплекса Q-Парк недалеко от казанского аэропорта. Инвестиции Schneider Electric в первую очередь проекта составили более 5 млн евро.

В течение первого года работы здесь намечено выпустить около 1000 ячеек SM6. В планах на 2009 год — увеличение производственной мощности нового завода на 20% и выпуск ячеек Nexima и OKKEN. Компания рассчитывает на спрос в первую очередь со стороны компаний, входящих в структуру «Татэнерго», и региональных предприятий нефтехимии и нефтепереработки.

Если Schneider Electric выиграет тендер на поставку ячеек для комплекса нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов, который строится в Нижнекамске, объемы производства нового завода, открытого в Казани, могут увеличиться в десятки раз.

В тот же день в Казанском государственном энергетическом университете был открыт новый Центр обучения, созданный совместно КГЭУ, Schneider Electric и Татэнерго.

<http://news.elteh.ru>

### БЕТОНКИ ОСТАНУТСЯ В ПИТЕРЕ

**Компания «ПО Элтехника» сообщила об открытии завода по производству бетонных подстанций в поселке Федоровское Ленинградской области.**

Предприятие «Энергомодуль» — совместный проект петербургского ОАО «ПО Элтехника» и московского ООО «ЭЗОИС». Инвестиции в строительство завода составили более 100 млн рублей.

На площадях в 2600 м<sup>2</sup> планируется выпускать 480 бетонных модулей трансформаторных подстанций в год.

Новое производство рассчитано в основном на региональный рынок, то есть на заказчиков из Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

<http://news.elteh.ru>



Теплообменники ВВПИ 2200Х4

водоснабжения и отопления двум сторонним организациям, расположенным за пределами завода.

В последний месяц лета в паросиловом цехе Нижегородского машиностроительного завода, как и на других предприятиях города, аврал, полным ходом идет подготовка к зиме. Времени до начала отопительного сезона осталось не так уж и много, поэтому здесь стараются не выбиться от намеченного заранее графика.

Смонтировали новый шестой по счету паровой котел ДКВР, обшит снаружи металлическими листами, осталось врезать газопровод и сдать котел под наладку фирме, с которой заранее был заключен договор. В этом году новый котел обязательно должен быть запущен.

Весной этого года предприятие купило для своих нужд у ЗАО «ЦЭЭВТ» три теплообменника для подогрева питательной воды. По словам заместителя начальника цеха Валерия Дюбанова, теперь они и горя не знают. Старые разборные пластинчатые теплообменники импортного производства доставляли им немало хлопот. Они часто выходили из строя, требовали к себе особо «нежного» отношения — перед каждым отопительным сезоном нужно было произвести их тщательную разборку, механическую очистку пластин специальным инструментом и последующую сборку часто с заменой дорогостоящих резиновых уплотняющих элементов. Как правило, на эту операцию бригада специалистов тратила две недели, а иногда и больше.

Процесс был не только трудоемким, но и достаточно затратным, к тому же если заменить разборку, механическую очистку пластин и сборку аппарата его химической промывкой, то для этого нужны дорогие промывочные растворы и специальные устройства, при этом полная очистка поверхностей не гарантируется. Если же в течение отопительного сезона не проводить очистку пластин разборных пластинчатых теплообменников, то на их теплообменной поверхности нарастает слой накипи, снижающий коэффициент теплопередачи почти в три раза. Кстати, когда специалисты разбирают отработавшие свой срок пластинчатые теплообменники, то обнаруживают буквально наросты накипи, несмотря на то, что их чистку проводили перед последним отопительным сезоном. Не удивительно, что по всей России в системе газоводоснабжения предприятий в течение двух последних лет было заменено 30 разборных пластинчатых аппаратов.

Сегодня, оценивая работу трех новых водоводяных подогревателей, заместитель начальника паросилового цеха Валерий Николаевич Дюбанов, не уставая нахваливать их, перечисляет дополнительные достоинства. Во-первых, в отличие от старых теплообменников они менее громоздки, в котельной места занимают в три раза меньше, во-вторых, теплопроизводительность этих аппаратов в два раза выше. В-третьих, они не так дороги, их цена заводу по карману.

Естественно, прежде чем приобрести новые теплообменники, руководство цеха внимательно изучило рынок этой техники, ознакомились с изделиями разных фирм. Продукция ЗАО «ЦЭЭВТ» привлекла внимание тем, что она по техническим характеристикам значительно превосходит другие, а цена ее существенно ниже, чем у их конкурентов.

Да и само предприятие внушает доверие. За 15 лет работы на рынке ЗАО «ЦЭЭВТ» заняло и «обустроило» свою нишу, имеет сегодня современную проектную, теоретическую и производственную базу, изготавливает с высоким качеством кожухотрубные теплообменные аппараты не только для объектов теплоснабжения, но и для судов речного и морского флота, стационарных объектов энергетики. Кроме того, организация недавно успешно справилась с очень сложным заказом ФГУП «Росморпорт», которому поставила охладители воды для ледокола «Капитан Крутов». За 15 лет работы организация выпустила 1200 единиц теплообменной продукции. Сегодня ее теплообменники успешно работают в городах и поселках не только Нижегородской, но и Ростовской, Тверской, Томской, Пермской и других областях. Отзывы о них самые положительные.

Теперь о технических данных изделий ЗАО «ЦЭЭВТ».

Рабочие элементы теплообменников изготавливаются из нержавеющей стали, которая практически не корродирует в сетевой и котельной воде. Для работы котельных это очень важно. Водоводяные подогреватели воды имеют очень простую конструкцию, в межтрубном пространстве у них только одна продольная перегородка. Благодаря проектным решениям они мало чувствительны к резким скачкам температуры и давления.

Есть еще одна инженерная находка. На внешней поверхности труб накатаны плавноочерченные кольцевые канавки. Это позволяет, во-первых, снизить загрязнение трубного пространства аппарата, во-вторых, в два раза увеличить теплоотдачу в трубах.

Сегодня специалисты паросилового цеха спешно «подбирают концы», к началу отопительного сезона все его хозяйство должно быть в идеальном порядке и работать без перебоев. На оборонном предприятии аварий и сбоев в теплоснабжении быть не должно. Работающие как часы котлы в сочетании с новыми теплообменниками позволят успешно решить эту задачу. На следующий

год Нижегородский машиностроительный завод планирует купить у фирмы «ЦЭЭВТ» еще пять водоводяных подогревателей.

Износ инженерного оборудования для нужд горячего водоснабжения и отопления в стране достиг 73%, инженерных сетей — 65%. При таком изношенном оборудовании количество аварий и нарушений в работе объектов теплоснабжения в последние 10 лет выросло в 5 раз.

Чтобы решить проблемы увеличения поставок теплообменной аппаратуры взамен изношенной, нужна мощная производственная база, на которой, кроме высокопроизводительного оборудования, должны работать профессионалы своего дела. Сегодня ЗАО «ЦЭЭВТ» с перспективой на будущее расширяет свое производство, строит еще один участок механической обработки, который будет оснащен самым современным оборудованием. Научный и кадровый потенциал фирмы таков, что она вполне может рассчитывать на участие в программах, названных правительством Российской Федерации в числе основных. Отмеченная различными дипломами, сертификатами и свидетельствами организация зарекомендовала себя как надежный и успешный партнер работников жилищно-коммунального хозяйства.



**ЦЭЭВТ**  
надежные технологии для энергетики

15 лет  
ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

**ЗАО «ЦЭЭВТ» производит:**  
**Кожухотрубные теплообменники**  
**нового поколения,**  
**мощностью**  
**20 - 10000 кВт.**  
**Водо-водяные,**  
**пароводяные**  
**подогреватели.**

603053 г. Нижний Новгород,  
пр. Бусыгина, д. 1а  
тел/факс: (831) 253-57-44, 253-78-38  
www.ceevt.ru, info@ceevt.ru



## IT В ЭНЕРГЕТИКЕ: ЭВОЛЮЦИЯ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

*Развитие АСУТП в энергетике идет семимильными шагами. В отличие от традиционных СКУ они обеспечивают максимальный уровень автоматизации котла, турбины или энергоблока, не говоря уже о вспомогательном оборудовании.*

*Практики связывают перспективу развития данной сферы с дальнейшей эволюцией промышленных контроллеров, SCADA-систем, разработкой прикладного ПО.*

### **Контроллеры: естественный отбор**

Любая АСУ основывается на сборе данных, который обеспечивают контроллеры. Создано множество типов логических устройств, предназначенных для контроля, в т.ч. энергетических процессов и оборудования.

На рынке контроллеров сохраняется тенденция к росту применения PC-технологий в классических PLC, сеть Ethernet уже стала стандартом взаимодействия между контроллерами и ПК. А производительные процессоры,

### **Критерии оценки промышленных контроллеров**

Разработчик ПК	Производитель ПК	Проектант АСУ на базе ПК (проектный институт, сист. интегратор)	Конечный пользователь ПК (завод, отдел АСУ)
Оригинальность аппаратно-программных решений	Спрос, получаемая прибыль	Альбом типовых применений, проектных шаблонов и т.п.	Надежность функционирования
Специальные характеристики (объем памяти процессора, КЭШ, тактовая частота и т.п.)	Удобство тиражирования и т.п.	Консультации разработчиков и производителей (горячая линия и т.п.)	Удобство эксплуатации
Программирование на С и т.п.	Минимизация номенклатуры комплектующих изделий	Удобство интеграции с другими системами	Возможность модернизации системы своими силами
Надежные средства разработки ПО	Простота наладки и тестирования (при сдаче ОТК)	Удобство монтажа и пусконаладки системы и т.п.	Наличие языков программирования по МЭК 61131 (технологические языки программирования)
Наличие ОС РВ	Надежность при транспортировке и т.п.	Взаимодействие со SCADA-системами	Комплексность аппаратных, программных и методических средств под задачи пользователя

увеличение емкости памяти в контроллерах, USB, сменные flash-карты и универсальное ПО постепенно превращают PLC из изолированного управляющего устройства в полноценный компонент информационной системы предприятия.

Сегодня в российских предприятиях применяют отечественные промышленные контроллеры: «Текон», «Эмикон», «МСТ Торнадо», ЗЭИМ, «Электроприбор», «ЭЛЕСИ», «ВОЛМАГ» — 7,4%; зарубежные — Foxboro, General Electric, Honeywell, Siemens — 29,6%, зарубежные и отечественные — 59,3% и вообще не применяют — 3,7% (по данным [www.asucontrol.ru](http://www.asucontrol.ru))

## SCADA для распределительных сетей

Одним из наиболее эффективных инструментов контроля энергетических процессов являются автоматизированные системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ, или **Scada-системы**). В энергетике они распространены наиболее широко. Оперативное управление энергообъектами не столько служит повышению эффективности производственного процесса, сколько является главным средством обеспечения скоординированной и безаварийной работы единой энергосистемы.

Применение АСОДУ особо актуально для крупных потребителей и поставщиков электроэнергии в связи с принятием регламента допуска субъектов оптового рынка электроэнергии к торговой системе, предъявляющего жесткие требования к техническому обеспечению систем диспетчерского управления всех участников рынка. Так, в регламенте явно оговаривается необходимость соответствия протоколов передачи телеинформации требованиям МЭК, система телеметрии должна служить резервным источником информации по всем точкам коммерческого учета, и объем передаваемой системному оператору телеинформации должен полностью обеспечивать оперативный контроль электрической сети и регистрацию качества электрической энергии.

## Софт для ремонта энергооборудования.

Согласно исследованию компании «РосБизнесКонсалтинг» российского рынка энергоремонтных услуг, в настоящее время удельные затраты на ремонты в электроэнергетике почти вдвое выше, чем в смежных отраслях. Значительная часть основных средств энергокомпаний в критическом состоянии. Решение проблем технического обслуживания и ремонта путем автоматизации процессов позволяет снизить затраты на обслуживание производственных активов, поддерживать их максимальную готовность и работоспособность, сократить расходы на техобслуживание и в итоге добиться дополнительных конкурентных преимуществ. На Западе уже около 30 лет существует целый класс информационных систем для автоматизации управления процессами ТОиР (системы **EAM** и **CMMS**).

По материалам журнала «ТехСовет»

### Михаил Казанков, технический директор ООО ЦКИТ «ИнфоПро» (Самара):

— Данный сегмент рынка еще только формируется. Компанией «ИнфоПро» разработана информационная система «Планирование и анализ ремонтного фонда — PRF» для автоматизации ремонтной кампании генерирующих и сетевых энергопредприятий. Программный комплекс предназначен для планирования и анализа затрат на ремонт, по всем стадиям ремонтной кампании, позволяет проводить ее корректировку, автоматизировать отчетность и консолидировать данные с подразделений в различных разрезах. Функциональность системы дает возможность осуществлять перспективное и текущее планирование затрат на ремонт оборудования, корректировку плана затрат и контроль за его исполнением, ведение договоров с подрядчиками, отслеживание оплат подрядным организациям, планирование и контроль исполнения графиков ремонтов.

В настоящий момент система успешно внедрена в эксплуатацию в ОАО «Волжская ТГК» и на предприятиях электрических сетей Самарского региона ОАО «Волжская МРК».

### Николай Корнилков, исполнительный директор ООО «УралПроектАвтоматика» (Пермь):

— Сегодня невозможно опираться на элементную базу одного производителя: ни одна элементная база не позволяет решить полный комплекс задач, поэтому гибридная система — неизбежность.

Все основные элементные базы примерно сопоставимы друг с другом, отличия незначительны. При выборе производителя контроллеров на первом плане: наличие технической поддержки (подготовка персонала, логистика), ну и, разумеется, ценовые преимущества. В последнее время большую привлекательность получают средства фирмы *Shneider*.

В крупных компаниях большой энергетики разнородная автоматика вызывает раздражение, тем не менее и там возможна реализация стандартных решений.

На объектах малой энергетики используются зачастую не менее 3—4 видов элементной базы, каждая из которых предъявляет свои требования по технологии обслуживания. В такой ситуации выбор поставщика, который дополнительно оказывает сервисные услуги, становится естественной необходимостью.

### Дмитрий Дмитриев, директор НТК «Интерфейс» (Екатеринбург):

— Внедрение АСДУ в сетевом хозяйстве обеспечивает наблюдаемость процессов, а стало быть, повышает надежность электроснабжения. Если раньше диспетчер мог ориентироваться на состояние сетей только по тревожным звонкам потребителей о неисправностях, то при использовании диспетчеризации на низовом уровне распределения возможно постоянно отслеживать состояние оборудования, уровень нагрузок, дистанционно отключить или возобновить схемы электроснабжения.

К примеру, разработанный нами комплекс программных и аппаратных средств «ОИК Диспетчер» удобен для диспетчерского управления энергообъектами в нормальном и аварийном режимах, обработки, документирования и архивирования режимных параметров и данных технологического процесса, позволяет осуществлять дистанционное управление сетью.



## СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА

**М.: Изд-во «КОЛОС», 2007. — 464 с.**

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

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

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

В первом разделе содержатся общетехнические сведения и справочные материалы по электрооборудованию напряжением до и выше 1 кВ: силовым трансформаторам, КТП и КРУ, высоковольтным выключателям, плавким предохранителям, конденсаторным установкам для компенсации реактивной мощности, счетчикам электроэнергии, автоматическим выключателям, контакторам, магнитным пускателям, вакуумным дугогасительным камерам, кабельным и воздушным линиям, электродвигателям. В этот раздел включены также сведения по современным диагностическим средствам для электрооборудования и освещению

производственных помещений. Новый для справочника материал содержится в главе «Шинопроводы в системах электроснабжения предприятий, зданий и сооружений».

Во втором разделе помещены таблицы физических величин, единиц и констант, обозначений электрических схем, необходимые для работы каждому электрику сведения об электрических материалах и электрических измерениях, температурных режимах работы и степенях защиты электрооборудования, режимах работы нейтрали. Здесь же приведены примеры расчета сечений проводов и жил кабелей до и выше 1 кВ, рекомендации по выбору плавких предохранителей и автоматических выключателей, сечений проводов и жил кабелей.

В книге 464 стр., выпущена она в твердом переплете. Приобрести ее можно по адресу:

107996, Москва, Садовая-Спаская, 18, Издательство «Колос», тел. 607-22-95,

тел./факс отдела реализации: 975-55-27, 607-19-45.

E-mail: koloc1918@mail.ru

### **ОАО «Центрэлектроремонт» предлагает справочники**

1. Двигатели асинхронные трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из круглого провода. Объем — 340 с.

2. Двигатели (генераторы) трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из прямоугольного провода. Объем — 160 с.

3. Двигатели (генераторы) постоянного тока напряжением до 460 В с обмоткой якоря из круглого провода. Объем — 478 с.

4. Роторы фазные с волновой стержневой обмоткой. Обмоточные данные, схемы, цена ремонта. Объем — 112 с.

5. Роторы синхронные с явно выраженными полюсами. Обмоточные данные, материалы, трудоемкость и цена ремонта. Объем — 90 с.

Справки по тел.: (499) 264-85-20.

**РОЩИН В. А.**

## СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Производственно-практическое пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2007—112 с.



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

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

**ОСИКА Л. К.**

## ОПЕРАТОРЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

### ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Производственно-практическое пособие. М.: ЭНАС, 2007. — 192 с.



В книге рассмотрены возможности организации бизнеса в сфере коммерческого учета электроэнергии на современном этапе рыночных преобразований в отечественной энергетике. Проведен анализ законодательной базы и практики регулирования рыночных отношений в сфере коммерческого учета. Исследован предмет бизнеса операторов коммерческого учета (ОКУ) с точки зрения его эффективности и востребованности рыночным сообществом.

Приведены доступные автору материалы, связанные с деятельностью ОКУ в зарубежных странах, прежде всего, в Великобритании.

Даны примеры развития бизнеса российских ОКУ в регионах и в общенациональном масштабе.

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

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

**Отдел реализации:**

Тел./факс: (495) 913-66-20 (21)

115114, Москва, Дербеневская набережная, 11.

E-mail: [adres@enas.ru](mailto:adres@enas.ru), [www.enas.ru](http://www.enas.ru)

**Склад-магазин:**

115201, Москва, Каширский проезд, 9, стр. 1.

Метро «Варшавская».

Тел.: 8-499-610-0910.

**РЯБОВ С. С.**

## **ПРАВИЛА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ: В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ**

**Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний. М.: ЭНАС, 2007. 112 стр.**



Рассмотрены основные положения Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям, утвержденных постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2004 г. № 861, в виде вопросов и ответов.

Пособие поможет специалистам в изучении Правил при поступлении на работу и при подготовке к проверке профессиональных знаний, а руководителям организаций — в оценке квалификации персонала и принятии кадровых решений.

Для специалистов электросетевых и энергосбытовых компаний, региональных диспетчерских управлений, операторов коммерческого учета электроэнергии, организаций — потребителей электроэнергии.

Может быть полезно студентам и аспирантам энергетических и экономических специальностей.

## НОВОСТИ

### **ОМСКИЕ ГАЗОВЫЕ СЧЕТЧИКИ БУДУТ ПОСТАВЛЯТЬСЯ В КИТАЙ**

ОмПО «Радиозавод им. А. С. Попова» и компания «Кедах Электроникс Инжиниринг» (Зеленоград, Московская область) подписали соглашение о партнёрстве и взаимодействии в области разработки и производства высокотехнологичных автоматизированных систем комплексного учёта энергоресурсов (АСКУЭР), сообщает «БК55».

Соглашение подписано в рамках 11-й международной специализированной выставки «Энергетика. Электротехника. Энергосбережение — 2008» в г. Пермь. Предметом соглашения является сотрудничество в области разработки и производства АСКУЭР, ориентированных на рынки России и Китайской Народной Республики.

Основой будущей разработки послужит бытовой счетчик, выпускаемый в настоящее время омским заводом. Повысить конкурентоспособность прибора предполагается за счет удешевления так называемой надбавки за интеллектуальность технологий, другими словами, за счет более дешевых программных решений. По оценкам специалистов, омичи смогут занять своими газовыми счетчиками до 5% китайского рынка, что можно оценить в 300 млн долларов в год.

Совместное технологическое решение ОмПО «Радиозавод им. А. С. Попова» и компании «Кедах Электроникс Инжиниринг» будет представлено в Томске на 8-й Межрегиональной специализированной выставке-ярмарке «Газификация — 2008».

[www.bk55.ru](http://www.bk55.ru)



**Евгений Хрусталеv,  
газета «Энергетика  
и промышленность России»**

## ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

**НА ВОПРОСЫ ОТВЕЧАЕТ ИНЖЕНЕР ИГОРЬ АФОНИЧЕВ, КОМПАНИЯ «КЛИМАТ-СЕРВИС»**

### **Не могут ли тепловые насосы негативно повлиять на геологические свойства земли?**

Тепловые насосы совершенно не влияют на геологию земли и для — грунта они не вредны. К нам часто обращаются по другим проблемам, связанным с применением тепловых насосов, в том числе и экологическим. Это понятно — продукция сравнительно недавно появилась на рынке и, разумеется, вызывает интерес. На сайтах некоторых компаний, работающих в нашей области, есть перечень наиболее часто задаваемых посетителями вопросов, там же опубликованы ответы на них. Есть такой список и у нас. Я думаю, читателям газеты будет интересно с ним ознакомиться.

### **Каков принцип действия теплового насоса?**

Тепловой насос — это устройство, которое температуру окружающей — среды (земли, воды, воздуха) преобразует в высокую температуру, используемую для отопления и производства горячей воды. Тепло забирается из земли через пластиковый трубопровод. В трубах циркулирует незамерзающая жидкость, которая передает собранное тепло в испаритель теплового насоса. В испарителе незамерзающая жидкость отдает свою энергию фреону, который преобразуется в пар и сжимается в компрессоре. Из-за резкого увеличения давления температура паров фреона резко поднимается. Далее горячие пары попадают в конденсатор, где передают тепло в тепловую систему. Остывшая незамерзающая жидкость по трубам возвращается в грунт,



**Тепловой насос**

где снова собирает тепло. Энергия используется только для переноса тепла, поэтому этот способ обогрева является одним из самых дешевых. По такому же принципу работает холодильник, только здесь тепло забирается изнутри и передается в окружающую среду через решетки, находящиеся на задней стенке холодильника.

## **Какая жидкость циркулирует в коллекторе?**

В коллекторе циркулирует незамерзающая жидкость. Основной жидкости — может быть этанол или гликоль. Основное требование к жидкости: температура замерзания должна быть не выше — 16° С.

## **Какая труба используется для коллектора?**

Для коллектора используется полиэтиленовая труба, которая не — ржавеет, не гниет — и поэтому долговечна. Диаметр трубы — 40 миллиметров.

## **На какую глубину закапывается коллектор?**

Производители рекомендуют закапывать коллектор на один метр. На — такой глубине тепла достаточно в течение всего года, и тепловой насос работает эффективно. Таким образом обеспечивается нормальная температура работы коллектора, необходимая для работы теплового насоса (от — 5° С до +20° С).

## **Что лучше — скважина или горизонтальный коллектор?**

Большинство тепловых насосов монтируются с горизонтальным — коллектором. Из-за высокой цены скважина как источник тепла используется лишь там, где недостаточно места для установки горизонтального коллектора.

## **От чего зависит длина коллектора или глубина скважины?**

Длина коллектора или глубина скважины зависит от тепловых — особенностей отапливаемого помещения — теплопотерь, внутренней системы отопления, мощности выбранного теплонасоса и особенностей грунта.

## **Сколько места занимает котельная с тепловым насосом?**

Для установки теплового насоса достаточно небольшого помещения, — например, для наиболее популярного Fighter 1220 с трубами достаточно нескольких квадратных метров. Если выбран тепловой насос с отдельным бойлером, необходима несколько большая квадратура (примерно 4—6 м<sup>2</sup>, в зависимости от конфигурации котельной).

## **Какая площадь участка требуется для укладки коллектора?**

Обычный горизонтальный коллектор занимает площадь в 2—3 раза больше отапливаемой площади.

## **Можно ли использовать одну и ту же скважину и для теплового насоса, и для питьевой воды?**

Для теплового насоса и для питьевой воды необходимы разные — скважины, так как их оборудуют по разным принципам. Тепловой насос охлаждает скважину, и нерационально нагревать ту же самую воду.

## **Какие требования предъявляются к котельной?**

Никаких специальных требований нет.

## **Громко ли работает тепловой насос?**

Конструкция тепловых насосов Nibe Fighter такова, что компрессор — и холодильная часть находятся в отдельном корпусе. Это означает, что компрессор теплового насоса помещен в двойном корпусе, что обеспечивает низкий уровень шума.

## **Какое напряжение необходимо для теплового насоса?**

Тепловому насосу требуется трехфазный электрический привод, однако некоторые модели могут использовать напряжение в 220 В.

## **Что происходит с тепловым насосом при перепаде напряжения?**

При исчезновении, а затем при появлении напряжения тепловые — насосы Nibe включатся и далее будут работать в том же режиме, как и ранее. Все ранее заданные параметры сохраняются.

## **Какую площадь можно отапливать при помощи тепловых насосов?**

Тепловые насосы выпускают различной мощности, поэтому ими можно — отапливать помещения различных размеров — от маленьких частных домов до промышленных зданий. Соединив, например, Fighter 1320 в цепь до 9 штук, можно отапливать огромную площадь.

## **Можно ли отапливать одним тепловым насосом несколько помещений?**

Технически это возможно, но нельзя будет обчитать использованное отдельными помещениями тепло, так как затраты на тепло зависят не только от площади отапливаемого помещения, но и от термических характеристик — отопительной системы, поддерживаемой в комнатах температуры, использования горячей воды.

## **Какой максимальной температуры в отопительной системе может достигнуть тепловой насос?**

Максимальная температура, достигаемая с помощью компрессора в — отопительной системе — 55—70° С, в зависимости от модели теплового насоса.

## **Что такое коэффициент полезного действия теплового насоса COP?**

Коэффициент полезного действия COP (Coefficient of Performance) — определяет эффективность теплового насоса. Он показывает, сколько тепла kWh при установленных условиях произведено на затрату 1 kWh электроэнергии. Чем больше коэффициент, тем эффективнее

тепловой насос и тем дешевле производимое тепло. По стандартам EN 255 эффективность всех тепловых насосов указывается при 0/35° С и 0/50° С. Первое число показывает температуру жидкости, входящую из земли, второе число показывает температуру жидкости, подаваемую в систему отопления.

## **Какую отопительную систему лучше выбрать для дома, используя тепловой насос?**

Так как эффективность теплового насоса зависит от температуры, — подаваемой в отопительную систему, и от температуры, получаемой из грунта, лучше выбирать низкотемпературную отопительную систему. Наиболее эффективно тепловой насос работает, если в доме установлена напольная система отопления.

## **Готовят ли тепловые насосы горячую воду?**

Тепловые насосы отапливают помещения и готовят — горячую воду. Например, тепловой насос Fighter 1220 имеет встроенный бойлер на 160 литров, с оболочкой на 45 литров.

## **Какова максимальная температура горячей воды?**

Максимальная температура горячей воды, производимой тепловым насосом, составляет 65° С, — при помощи смонтированного электрического тэна ее можно повысить до 80° С.

## **Требуется ли техническое обслуживание и сколько оно стоит?**

Никакого специального обслуживания тепловой насос не требует, поэтому никаких дополнительных расходов с этим не связано.

## **Сколько времени будет служить тепловой насос?**

Срок службы теплового насоса рассчитан на продолжительную работу — без проблем он должен прослужить не менее 20 лет.

## **Возможно ли с тепловыми насосами использование более дешевого ночного тарифа электроэнергии?**

Параметры установок теплового насоса можно изменять в течение — суток, недели, обеспечивая таким образом максимальный комфорт и использование более дешевого ночного тарифа электроэнергии.

## **Можно ли тепловыми насосами комбинировать вентиляционную систему?**

С тепловыми насосами Nibe можно — использовать вентиляционный модуль Nibe FLM 30 или FLM 40. Такой модуль выполняет не только функцию проветривания помещения, но и возвращает часть тепла, выходящего с воздухом на улицу.

## **Можно ли управлять тепловыми насосами на расстоянии?**

Смонтировав дополнительное устройство, тепловыми насосами можно — управлять через Интернет и GSM. Это особенно актуально, если высокая температура нужна редко.

## **Может быть, лучше выбрать более мощный тепловой насос?**

Тепловой насос нужно подбирать в зависимости от отапливаемой — площади помещения. Более мощный насос будет работать неэффективно, кроме того, установка более мощного насоса повлечет дополнительные финансовые затраты.

## **Можно ли самому смонтировать тепловой насос?**

Да. Специалисты бесплатно предоставят все необходимые схемы, — проконсультируют, помогут запустить тепловой насос, а также предоставят гарантию. Не менее любопытную информацию автор обнаружил на сайте ООО «Терминал столица». Вот некоторые из вопросов, на которые отвечали сотрудники этой компании.

## **Эффективно ли использовать тепловой насос в промышленности?**

Промышленное теплоснабжение с тепловыми насосами может осуществляться за счет собственного тепла предприятия, выделяющегося от технологических процессов, которое в отсутствие условий регенерации тепла тратится попросту. Тепловой насос дает реальную возможность регенерации этого тепла в тепловые сети данного предприятия, а также в сети горячего водоснабжения, что помогает решить проблему промышленного теплоснабжения. Он наряду с промышленным теплоснабжением может выполнять функцию охлаждения технологического оборудования, а также поддержания требуемых режимов охлаждения. Выработанное при этом тепло может передаваться в сеть промышленного теплоснабжения предприятия. Тепловой насос, работающий на сточных водах предприятия, может решить все проблемы отопления и горячего водоснабжения.

## **Какова область применения тепловых насосов?**

По данным Министерства энергетики РФ, применение теплового насоса — в 1,2—2,5 раза выгоднее самой эффективной (газовой) котельной. Применение теплового насоса целесообразно в качестве системы автономного обогрева и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений, для теплоснабжения и горячего водоснабжения индивидуального жилья. Применение теплового насоса целесообразно для охлаждения помещений любого рода: для охлаждения и кондиционирования загородных домов, для охлаждения кладовок, хранилищ, погребов, охлаждения производственных помещений и технологического оборудования.



## БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ

*Количество травм у рабочих, связанных с котельным оборудованием, возрастает. Большинство из зарегистрированных травм можно объяснить низким уровнем воды, плохим техническим обслуживанием или ошибкой оператора. Соблюдая определенные критерии, можно эффективно повысить общую безопасность предприятия и исключить травмы у сотрудников.*

### **Непосредственные (прямые) показатели оборудования**

Размеры уровней воды предлагаются с предписывающими показателями и конкретными показателями. Существуют очень специфические минимальные требования для энергетических паровых котлов, эксплуатируемых с рабочим давлением до 2,75 МПа и с рабочим давлением, превышающим 2,75 МПа. Считается, что любая эксплуатируемая котельная с давлением до 2,75 МПа должна иметь, по крайней мере, один считывающий прибор показателя воды. Котлы с эксплуатацией давления, превышающие 2,75 МПа, должны иметь либо два считывающих прибора в эксплуатации, или одно форменное стекло (в исправном состоянии) только в том случае, если есть два автономных прибора с показателями, которые постоянно доступны операторам.

Среди потребителей, а именно, инженеров и ограниченного количества людей, часто возникает замешательство между различными видами инструкций к аппаратуре и минимальных эксплуатационных требований для каждого. Чрезвычайно важно устранить любые недоразумения и неправильные толкования инструкций и требований аппаратуры для обеспечения безопасной и бесперебойной работы. Изготовитель оборудования должен предоставить

помощь, обеспечить информацией и ответами на любые вопросы, имеющие отношение к оборудованию и его специфическим требованиям.

Вопреки тому, что некоторые потребители используют только считывающие приборы — размерные стекла, где отображается уровень воды для оператора. Используются разные виды стекла: цилиндрическое, призматическое, листовое, плоское и переносное. Цилиндрическое стекло предназначено для устройств с давлением до 1,7 МПа и отображает уровень воды. Призматическое используется для давления 2,4 МПа и отображает черный цвет до уровня воды и белый — выше уровня.

Листовое стекло (также известное как прозрачное) используется для давлений вплоть до 13,8 МПа. Оно показывает уровень воды. При использовании плоского стекла вода внизу и пар выше уровня оба появляются ясно по цвету. Именно поэтому требуются датчики с несколькими секциями, чтобы частично покрыть минимумом одного работающего. Это предотвращает потерю видимости фактического уровня воды.

Показатели датчиков дисплея показывают зеленым цветом воду и красным — пар. Эти устройства работают при помощи использования принципа преломления цвета, представляя два цветных источника в стеклянных дисках, которые выдерживают температуру 160 °С. Согласно инструкции, арматура должна быть установлена таким образом, что различие между показателями для воды и пара были явно очевидными.

Непосредственное считывание показателей арматуры предоставляет возможность оператору рассмотреть фактический уровень воды без механизмов или датчиков, которые могли исказить фактический уровень котла. Важно



отметить, что из-за промышленных стандартов для толщины стекла, цилиндрическое стекло обеспечивает наименьшую безопасность. С другой стороны, призматическое и плоское стекло обеспечивают соотношение приблизительно 3 к 1 между толщиной и шириной.

Важно помнить о том, что фактический уровень воды в котле, возможно, немного выше, чем уровень, видимый в обзорное стекло, применяемое для высокого давления. Причиной этого несоответствия являются незначительные изменения плотности воды в стекле при увеличении температуры воды в барабане парового котла.

## Косвенные показатели оборудования

Есть несколько «косвенных» видов измеряющих приборов, в том числе датчики электропроводимости, перепада давления, горизонтальные индикаторы, магнитные показатели, условные радары волн.

Наиболее точно установлены показатели и индикаторы электропроводимости и давления. Показатели давления обеспечивают прекрасное решение для управления уровнем воды в барабане приведением клапана в действие, в то время как электропроводимость обеспечивают датчики в специальных месторасположениях. Эта конфигурация обеспечивает надежный уровень гарантии бесперебойной работы.

Уровень магнитных показателей основан на технологии колебания с магнитным соединением индикатора. Этот тип инструментов дает возможность для дистанционного управления производством. Есть предел максимального давления в 6,2 МПа.

Рассматривая этот вид оборудования, потребители должны иметь в виду качество воды в паровом котле. Высокое содержания железа в воде парового котла может вызывать неточности, если большое количество сыпучих конструкций оседает на дне. Как правило, использование экологически чистой воды для обогревателей служит гарантией их надежной эксплуатации.

Несколько потребителей несознательно нарушают инструкции по эксплуатации, заменяя стекло для измерения воды магнитными уровневыми приборами. Хотя это является общепринятой практикой в нефтехимической промышленности, на каждый энергетический паровой котел с определенной мощностью, который производится, чтобы отвечать предусмотренным нормам и стандартам, устанавливается соответствующее техническим характеристикам стекло. Принятие решения об отказе в использовании смотровых стекол является грубейшим нарушением.

Управляемый радар колебаний — новейшая и наиболее передовая технология, но она пока широко не применяется в промышленности. Это может быть связано с постоянной нерегулярностью среди различных изготовителей, областью применения, программными требованиями и негативными восприятиями оборудования, которое вычисляет уровень воды, основываясь на интерпретации данных. Чтобы сделать осознанный выбор оборудования, необходимо понимать технологию и принцип работы.

## Заключение

Выбор правильного оборудования, которое соответствует специфическим требованиям и придерживается основных стандартов, — только первый шаг. Как только оборудование установлено, надлежащие процедуры обслуживания, которые определены изготовителем комплексного оборудования, должны соблюдаться. Выполняя все технические требования, операторы могут обеспечить эффективную эксплуатацию оборудования инструмента и поддерживать любые стандарты и нормы.

Внедрение некачественных компонентов и неправильный ремонт может иметь негативный эффект на уровень показателей оборудования. Обучение персонала может значительно сократить возможность ошибок в обслуживании и производственных травм.

Чтобы достичь оптимальной безопасности для функционирования парового котла и персонала организации, любой рабочий, ответственный за выбор, спецификацию и замену уровня оборудования, должен иметь четкое представление об арматуре, которая используется на предприятии, а также полное понимание всех соответствующих технических норм и стандартов.

Иногда требуется дополнительная аппаратура для обеспечения безопасной работы. В этом случае, необходимо проконсультироваться со специалистами, чтобы были выполнены все требования по безопасности.

Необходимо регулярно выполнять профилактическое обслуживание оборудования на уровне барабана. В то время, как много организаций поддерживают оборудование в надлежащей форме, другие позволяют оборудованию портиться, что приводит к плохому состоянию. Своевременное обследование котла, консультации с операторами могут помочь выявить и вовремя устранить проблемы. Надлежащая профилактика и регулярный анализ оборудования — это путь к более безопасной эксплуатации котельной.

*По материалам компании «ИВИК»*



Номер госрегистрации: В9301966  
Акт № 50  
Дата принятия: 15.10.96 г.  
Комитет по муниципальному хозяйству.  
Рекомендация.

Утверждены  
Приказом Комитета  
Российской Федерации  
по муниципальному хозяйству  
от 15.10.93 № 50

(Продолжение, начало в №№10, 11, 12 (2007), 1, 2, 6, 7, 9 (2008))

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМИРОВАНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ЖИЛИЩНОГО, ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВ

Приложение № 1

### ПЕРЕЧЕНЬ РАЙОНОВ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗОН ПО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Наименование областей, краев и республик	Температурные зоны
<b>РФ</b>	
Алтайский край	5
Амурская область, южнее линии Ерофей Павлович Невер — Баладек (исключительно)	5
севернее линии Ерофей Павлович Невер — Баладек (исключительно)	6
Архангельская область: западнее 60 меридиана и восточнее линии Мезень — Вожгора (включительно)	5
восточнее 60 меридиана	6
остальная часть	4
Башкортостан	4
<b>Бурятия</b>	
юго-западнее линии Сосновка — Мухомор — Кондуй (исключительно)	5
северо-восточнее Сосновка — Мухор — Кондуй (включительно)	5
Вологодская область	4
Нижегородская область	4
<b>Иркутская область</b>	
южнее линии Кондратьево — Братск — Баяндай — Коса (исключительно)	5
южнее 62 параллели и севернее линии Кондратьево — Братск — Баяндай — Коса (исключительно)	6

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Кемеровская область	5
Кировская область	4
<b>Республика Коми</b>	
южнее линии Вожгора — Нижняя Вочь (исключительно)	4
западнее 60 меридиана и севернее линии Вожгора — Нижняя Вочь (включительно)	5
восточнее 60 меридиана	6
Костромская область, за исключением Костромы	4
<b>Красноярский край</b>	
южнее линии Максимкин — Яр — Подтесово — Мотыгино — Чунояр (исключительно)	5
севернее линии Максимкин — Яр — Подтесово — Мотыгино — Чунояр (включительно)	6
Самарская область	4
Курганская область	4
Марийская Республика	4
Мордовская Республика	4
Новосибирская область	5
Омская область	5
Оренбургская область	4
Пензенская область	4
<b>Пермская область</b>	
юго-западнее линии Керчевский — Березники — Губаха — Усьва — Чусовая — Лысьева (исключительно)	4
северо-восточнее линии Керчевский — Березники — Губаха — Усьва — Чусовая — Лысьева (включительно)	5
<b>Приморский край</b>	
севернее линии Находка — Тетюхе (исключительно)	4
Свердловская область	5
Татарстан	4
Томская область	5
Республика Тува	5
<b>Тюменская область</b>	
южнее линии Саранпауль — Хангокорт — Ханты-Мансийск — Таурово — Лорломкины (исключительно)	5
севернее линии Саранпауль — Хангокорт — Ханты-Мансийск — Таурово — Лорломкины (включительно)	6
Удмуртия	4
Ульяновская область	4
<b>Хабаровский край</b>	
южнее линии Облучье — Комсомольск-на-Амуре — Мариинские (исключительно)	4
южнее линии Баладек — Усолгин — Маго (исключительно) и севернее линии Облучье — Комсомольск-на-Амуре — Мариинские (включительно)	5
южнее 60 параллели и севернее линии Баладек — Маго (включительно)	6
Челябинская область	4
<b>Читинская область</b>	
южнее линии Мухор — Кондуй — Букачача — Ксеньевка — Амазар (исключительно)	5
севернее линии Мухор — Кондуй — Букачача — Ксеньевка — Амазар (включительно)	6
Чувашия	4

## ПЕРЕЧЕНЬ РАЙОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И МЕСТНОСТЕЙ, ПРИРАВНЕННЫХ К РАЙОНАМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Районы Крайнего Севера	
<b>Все острова Северного Ледовитого океана и его морей, а также острова Берингова и Охотского морей.</b>	
Мурманская область	— за исключением города Кандалакши с территорией, находящейся в административном подчинении Кандалакшского горсовета народных депутатов
Архангельская область	— Ненецкий автономный округ и город Северодвинск с территорией, находящейся в административном подчинении Северодвинского горсовета народных депутатов
Республика Коми	— города Воркута и Инта с территориями, находящимися в административном подчинении их городских Советов народных депутатов и Усинский район, за исключением Усть — Лыжинского сельсовета
Тюменская область	— Ямало — Ненецкий округ
Красноярский край	— Таймырский (Долгано — Ненецкий) и Эвенкийский округа, города Игарка и Норильск с территориями, находящимися в административном подчинении их горсоветов. Туруханский и Северо — Енисейский районы
Иркутская область	— Катангский район
Якутская область	
Магаданская область	
Камчатская область	
Хабаровский край	— Аяно — Майский и Охотский районы
Сахалинская область	— районы: Курильский, Ногликский, Охинский, Северо — Курильский и Южно — Курильский, город Оха
<b>Местности, приравненные к районам Крайнего Севера</b>	
Мурманская область	— город Кандалакши с территорией, находящейся в административном подчинении Кандалакшского горсовета народных депутатов
Архангельская область	— районы: Лешуконский, Мезенский и Пинежский
Республика Коми	— районы: Ижемский, Вуктыльский, Печорский, Сосногорский, Троицко — Печорский, Удорский, Усть-Цилемский, г. г. Печора, Ухта с территорией, находящейся в административном подчинении Ухтинского городского совета народных депутатов, Усть — Лыжинский сельсовет Усинского района
Тюменская область	— Ханты — Мансийский округ
Томская область	— районы: Александровский, Бакчарский, Верхнекетский, Каргасокский, Колпашевский, Кривошинский, Молчановский, Парабельский и Чаинский, города Колпашево и Стрежевой
Красноярский край	— районы: Богучанский, Кежемский, Енисейский, Мотыгинский, города Енисейск и Лесосибирск с территорией, находящейся в административном подчинении Лесосибирского городского совета народных депутатов
Иркутская область	— районы: Бодайбинский, Братский, Казачинско — Ленский, Киренский, Мамско — Чуйский и Усть — Кутский, города Усть — Илимск, Бодайбо, Усть-Кут и город Братск с территорией, находящейся в административном подчинении Братского городского совета народных депутатов
Бурятия	— Баунтовский и Северо — Байкальский районы
Читинская область	— районы: Каларский, Тунгиро — Олекминский и Тунгокоченский
Амурская область	— районы: Зейский и Селемджинский, города Зeya и Тынды с территориями, находящимися в административном подчинении Тындинского горсовета народных депутатов
Приморский край	— районы: Кавалеровский, Ольгинский, Тернейский и Дальнегорский, рп Восток Красноармейского района с территорией, находящейся в административном подчинении Востокского поселкового Совета депутатов, Богуславецкий, Вострцовский, Дальнекутский, Измайловский, Мельничный, Роцинский и Таежнинский сельсоветы Красноармейского района

Хабаровский край	— районы: Ванинский, Верхнебуреинский, Комсомольский, Николаевский, им. Полины Осипенко, Советско — Гаванский, Солнечный Тугуро — Чуликанский и Ульчский; города: Амурск, Советская гавань и Николаевск — на — Амуре, Комсомольск — на — Амуре, рп «Эльбан» Амурского района с территорией, находящейся в административном подчинении Эльбанского поселкового Совета народных депутатов, Вознесенский и Надалинский сельсоветы Амурского района
Сахалинская область	— все местности, за исключением местностей, перечисленных в перечне районов Крайнего Севера

## ЧАСТЬ II

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПЛАТЕ ТРУДА (В СООТВЕТСТВИИ С ЕДИНОЙ ТАРИФНОЙ СЕТКОЙ ПО ОПЛАТЕ ТРУДА РАБОТНИКОВ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ)

#### 1. Общая часть

1.1. Настоящие Рекомендации призваны оказать помощь предприятиям и организациям в организации оплаты труда на основе Постановления Правительства Российской Федерации от 14 октября 1992 г. N 785 «О дифференциации в уровне оплаты труда работников бюджетной сферы на основе Единой тарифной сетки»

1.2. Рекомендуемая модель оплаты труда осуществляется на принципиально новой основе и призвана усилить стимулирующую роль заработной платы

1.3. Рекомендации имеют межотраслевой характер и могут быть использованы на всех предприятиях и в организациях жилищно — коммунального хозяйства независимо от их организационно — правовых форм.

#### 2. Цель, принципы и основная направленность совершенствования оплаты труда

2.1. Совершенствование оплаты труда имеет целью упорядочить тарифные условия оплаты труда, установить обоснованные соотношения в уровне заработной платы различных профессионально — квалификационных групп работников в зависимости от сложности труда и квалификации на основе применения Единой тарифной сетки

Реализация принципов организации оплаты труда на основе Постановления Правительства Российской Федерации от 14 октября 1992 г. N 785 создает необходимые условия для наиболее последовательного выполнения требований ст. 2 Кодекса законов о труде Российской Федерации: «Каждый работник имеет право на равное вознаграждение за равный труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного Законом минимального размера»

2.2. Единая тарифная сетка (ЕТС) призвана обеспечивать равный подход к оценке квалификации всех категорий работников (сложности выполняемых ими работ) с учетом существующих особенностей. ЕТС представляет собой единую шкалу тарификации и поразрядной оплаты руководителей, специалистов, служащих и рабочих (Приложение N 1) с дифференциацией оплаты по 18 разрядам

2.3. Каждый работник предприятия в пределах Единой тарифной сетки имеет свой тарифный коэффициент, который соотносится к тарифному коэффициенту первого разряда, принятому за единицу

2.4. Величина тарифной ставки (оклада) первого разряда не может быть меньше минимального размера оплаты труда, установленного законом Российской Федерации. Максимальный размер ставки (оклада) первого разряда не ограничен и зависит от наличия у предприятия собственных средств на эти цели

2.5. Ставки (оклады) работников остальных разрядов Единой тарифной сетки устанавливаются путем умножения тарифной ставки (оклада) первого разряда на тарифный коэффициент по соответствующему разряду оплаты труда

2.6. Организация оплаты труда на основе Единой тарифной сетки призвана обеспечить упрощение структуры заработной платы на предприятии путем исключения из нее элементов, с помощью которых нередко заработки искусственно завышаются.

#### 3. Общие принципы тарификации руководителей, специалистов и служащих и порядок установления разрядов оплаты труда

3.1. Тарификация должностей руководителей, специалистов и служащих по разрядам (Приложения 2, 3, 4) является сквозной по предприятиям и организациям жилищно — коммунального хозяйства

Так, для экономистов различных специальностей и наименований, где бы ни работали, предусмотрена тарификация в диапазоне 6—11 разрядов, для главных специалистов — 13—17 разрядов и т. д

3.2. Распределение должностей по разрядам Единой тарифной сетки произведено на основании Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих. М., Экономика, 1989 год с учетом изменений и дополнений; отраслевых Квалификационных характеристик должностей руководителей, специалистов и служащих, М., ЦНИС, 1991 год

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

3.3. Тарификация первых лиц — руководителей предусмотрена в диапазонах, что позволяет учесть объемные показатели (масштаб руководимого объекта) предприятий и подразделений. Заместители руководителя по Единой тарифной сетке квалифицируются на один разряд ниже разряда соответствующего руководителя

3.4. Диапазон в тарификации специалистов и служащих предусматривает квалификационное категорирование. Для большинства должностей специалистов предусмотрены двойные разряды в рамках соответствующей квалификационной категории. Например: экономист 6—7 разрядов, экономист II категории — 8—9 разрядов; экономист I категории 9—10 разрядов; ведущий экономист 10—11 разрядов. При таком подходе представляется возможность учитывать сложность должностных обязанностей конкретных специалистов

3.5. Соблюдение предусматриваемых Единой тарифной сеткой соотношений в оплате руководителей, специалистов и служащих достигается посредством их тарификации, которая осуществляется в процессе аттестации.

## 4. Тарификация и присвоение разрядов рабочим при введении Единой тарифной сетки

4.1. Тарификация рабочих, не имеющих квалификационные разряды по Единому тарифно — квалификационному справочнику работ и профессий рабочих (ЕТКС), осуществляется по Приложению 5

4.2. Тарификация рабочих, имеющих квалификационные разряды, должна осуществляться в диапазоне 1—8 ЕТС и в соответствии с требованиями ЕТКС работ и профессий рабочих, который сохраняет роль нормативного документа для предприятий любой организационно — правовой формы

4.3. Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 14 октября 1992 г. N 785 высококвалифицированным рабочим, занятым на важных и ответственных работах и на особо важных и особо ответственных работах, могут устанавливаться тарифные ставки и оклады исходя из 9—12 разрядов ЕТС. Эту норму следует трактовать не как возможность тарификации соответствующих профессий рабочих 9—12 разрядами, а только как возможность их оплаты по ставкам этих разрядов, причем оплаты, не обязательно носящей постоянный характер. Основанием для оплаты по указанным разрядам служат перечни важных и ответственных работ, утвержденные министерствами и ведомствами Российской Федерации.

## 5. Практика применения доплат, надбавок и поощрений работников при введении Единой тарифной сетки

5.1. Основное направление применения доплат, надбавок и поощрений работников предприятий — это их ориентация на учет индивидуальных качеств работника, обеспечивающих высокую личную результативность его работы. При этом, разумеется, должны быть сохранены те виды доплат и надбавок, которые связаны с различиями в интенсивности и загрузке работников при равном должностном наименовании (например, доплаты за выполнение функций, не входящих в должностные обязанности). Должны быть во всех случаях сохранены надбавки к зарплате, выплачиваемые за вредные, тяжелые и опасные условия труда; компенсационные выплаты, предусмотренные законодательством (за сверхурочное и ночное время, праздничные и выходные дни и т.п.)

5.2. В условиях напряженности с необходимыми средствами на оплату труда на предприятии целесообразно все виды стимулирующих доплат, надбавок и поощрений устанавливать на определенный срок (3—6 месяцев). Такой подход к тому же имеет смысл с позиций постоянного поддержания у работника стремления не только сохранять достигнутые результаты, но и повышать их. Размеры доплат, надбавок и поощрений должны быть увязаны с величиной средств по фонду заработной платы и степени превышения личных результатов по сравнению с теми, которые характерны для большинства работников

5.3. Введение надбавок за высокую результативность работы необходимо сопровождать установлением показателей, с помощью которых эта результативность должна быть измерена. Среди этих показателей могут быть, например, степень повышения нормируемого объема работ, успешное выполнение наиболее сложных работ (заданий), высокое качество выполняемой работы, систематическое досрочное выполнение работы с проявлением определенного риска и инициативы, определенный выход за рамки должностных обязанностей и т. п

5.4. У рабочих могут достаточно широко применяться надбавки за профессиональное мастерство. Их целесообразно выплачивать работникам, обладающим высокими деловыми качествами, владеющими передовыми приемами и методами труда, имеющим высокий уровень профессиональной подготовки и устойчиво высокую производительность.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Приложение 1

## ЕДИНАЯ ТАРИФНАЯ СЕТКА ПО ОПЛАТЕ ТРУДА

Разряды оплаты труда	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Тарифные коэффициенты	1,0	1,3	1,69	1,91	2,16	2,44	2,76	3,12	3,53	3,99	4,51	5,10	5,76	6,51	7,36	8,17	9,07	10,07

Приложение 2

## РАЗРЯДЫ ОПЛАТЫ ТРУДА ЕДИНОЙ ТАРИФНОЙ СЕТКИ ПО ДОЛЖНОСТЯМ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

Наименование должностей	Диапазон разрядов
Директор (генеральный директор, начальник, управляющий) предприятия	14—18
Главный бухгалтер	13—17
Главный инженер	13—17
Главный специалист	13—17
Заведующий машинописным бюро	4—5
Заведующий канцелярией	4—5
Заведующий складом	4—6
Заведующий хозяйством	3—4
Мастер участка (включая старшего)	6—11
Начальник отдела	11—14
Начальник хозяйственного отдела	7—8
Начальник участка (смены)	7—12
Начальник цеха	11—14
Производитель работ (включая старшего)	8—11

Приложение 3

## РАЗРЯДЫ ОПЛАТЫ ТРУДА ЕДИНОЙ ТАРИФНОЙ СЕТКИ ПО ДОЛЖНОСТЯМ СПЕЦИАЛИСТОВ

Наименование должностей	Диапазон разрядов
Бухгалтер	5—11
Бухгалтер — ревизор	7—11
Инженеры различных специальностей и наименований	6—11
Инспектор (включая старшего)	4—5
Лаборант (включая старшего)	4—5
Переводчик	6—11
Программист	6—13
Психолог	6—11
Техники различных специальностей и наименований	4—8

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Товаровед	6—11
Художник	6—11
Экономисты различных специальностей и наименований	6—11
Юрисконсульт	6—11
Электроник	6—13

Приложение 4

## РАЗРЯДЫ ОПЛАТЫ ТРУДА ЕДИНОЙ ТАРИФНОЙ СЕТКИ ПО ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ

Наименование должностей	Диапазон разрядов
Агент по снабжению	3
Делопроизводитель	3
Кассир (включая старшего)	3—4
Машинистка	3—4
Секретарь-машинистка	3
Секретарь-стенографистка	4—5
Табельщик	2
Экспедитор по перевозке грузов	2

Приложение 5

## РАЗРЯДЫ ОПЛАТЫ ТРУДА ЕДИНОЙ ТАРИФНОЙ СЕТКИ ПО ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ (НЕ ИМЕЮЩИХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАЗРЯДОВ)

Наименование должностей	Диапазон разрядов
Водитель автомобиля	4—7
Гардеробщик	1
Грузчик	1—2
дворник	1
Истопник	1
Кастелянша	1—2
Кладовщик	1—2
Курьер	1
Лифтер	1—2
Оператор копировальных, множительных машин	2—3
Переплетчик документов	2—4
Садовник	1—2
Стеклопротирщик	1—2
Сторож	1—2
Уборщик мусопроводов	1—2
Уборщик производственных и служебных помещений	1—2
Уборщик территорий	1

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАСТОЯЩИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

### I. Жилищное хозяйство

1. Типовые укрупненные нормы обслуживания на работы по санитарному содержанию домовладений, изд. 1986 года
2. Нормы обслуживания для рабочих, занятых на работах по санитарному содержанию домовладений, изд. 1991 года
3. Укрупненные нормативы трудоемкости, заработной платы и нормативы численности рабочих, занятых эксплуатацией, техническим обслуживанием и текущим ремонтом жилищного фонда, изд. 1990 года.
4. Нормативы численности инженерно-технических работников и служащих жилищно-эксплуатационных контор, изд. 1980 года
5. Нормативы численности руководителей, специалистов и рабочих аварийно-ремонтной службы жилищного хозяйства, изд. 1990 года.

### II. Водопроводно-канализационное хозяйство

1. Нормативы численности рабочих, занятых на работах по эксплуатации сетей, очистных сооружений и насосных станций водопровода и канализации, изд. 1990 года
2. Нормативы численности руководителей, специалистов и служащих производственных объединений водопроводно-канализационного хозяйства и их структурных подразделений, часть I, часть II, часть III, изд. 1988 года.

### III. Теплоэнергетическое хозяйство

1. Нормативы численности рабочих котельных установок и тепловых сетей, изд. 1992 года
2. Нормативы численности руководителей, специалистов и служащих предприятий тепловых сетей и самостоятельных коммунальных котельных, изд. 1988 года.

### IV. Электроэнергетическое хозяйство

1. Укрупненные нормативы численности рабочих, занятых ремонтно-эксплуатационным обслуживанием оборудования и сооружений коммунальных электрических сетей, наружного освещения и дизельных электростанций, изд. 1991 года
2. Нормативы численности руководителей, специалистов и служащих предприятий, электрических сетей наружного освещения и дизельных электростанций, изд. 1988 года.

## НОВОСТИ

### НОВИНКА ОТ КОМПАНИИ НПК «РЭЛСИБ»

Компания НПК «Рэлсиб» (Новосибирск) выпустила преобразователь аналоговых сигналов ПАС-01. Прибор предназначен для подключения различных датчиков к стандартной сети передачи данных RS485 (MODBUS). Он снабжен универсальным входом и цифровым выходом.

Компанией НПК «Рэлсиб» (Новосибирск) начато производство преобразователей аналоговых сигналов ПАС-01. Преобразователь предназначен для подключения различных датчиков к стандартной сети передачи данных RS485 по протоколу (MODBUS). Изготовлен в малогабаритном пластмассовом корпусе с креплением на DIN-рейку. С прибором поставляется программа — конфигуратор, позволяющая задать прибору свой адрес, период опроса, параметры фильтрации, установить тип датчика, масштаб и разрядность измеряемых величин, а также произвести калибровку датчика. Устройство работает с любыми системами сбора данных, использующих интерфейсы RS485 и протокол MODBUS.

Основными преимуществами преобразователя являются: цифровая фильтрация измеренных параметров от импульсных помех; коррекция измеренных параметров для устранения погрешностей первичных преобразователей; формирование аварийного сигнала при обнаружении неисправности первичных преобразователей; передача информации о значениях измеренных датчиками величин или значений, полученных после преобразования этих величин в компьютер; изменение значений программируемых параметров с помощью программы конфигурирования; сохранение параметров в энергонезависимой памяти при пропадании напряжения питания. Высокая точность измерения, удобство в работе, небольшие габариты и стоимость позволяют использовать прибор в системах сбора данных с рассредоточенных или удаленных объектов.

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



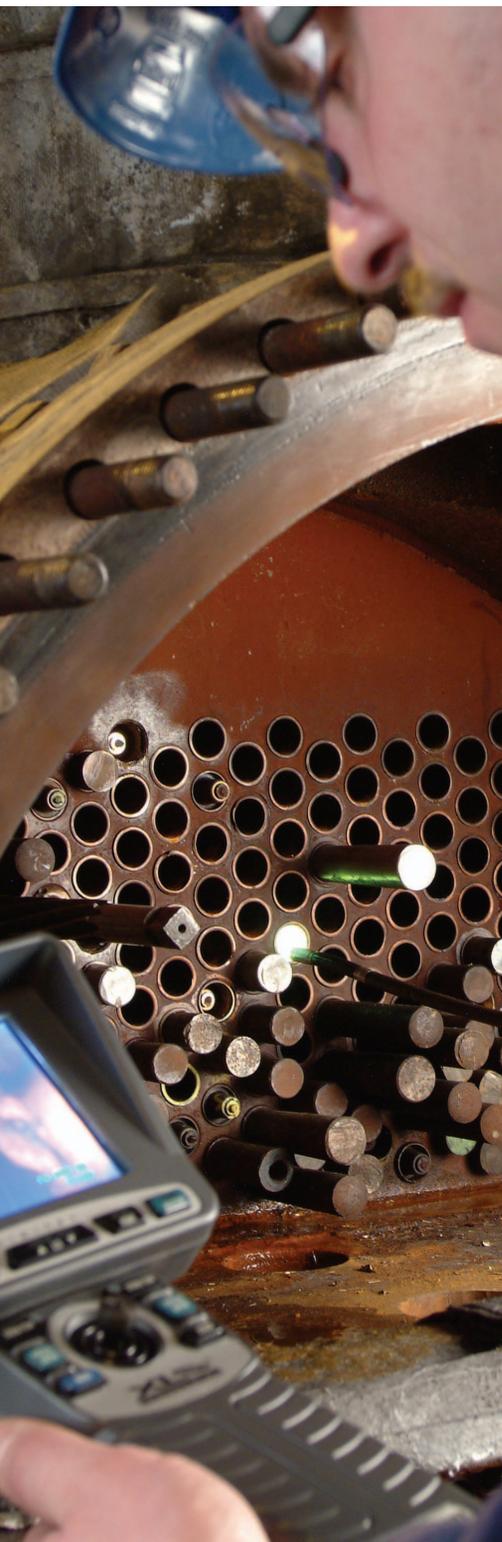
ХОЛДИНГОВАЯ КОМПАНИЯ

**ЗАО «СПЕКТР КСК»**

КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ

[www.spektr-ksk.ru](http://www.spektr-ksk.ru)

**ЗАО «СПЕКТР КСК» – официальный дистрибьютор GE Inspection Technologies**



## Видеоэндоскоп серии VideoProbe XL Pro Plus



Современный и в то же время очень простой в эксплуатации портативный прибор компании GE для оптико-визуального контроля деталей в труднодоступных местах механизмов, машин и оборудования.

### Особенности:

- CCD цветная видеокамера (разрешение 440 тыс. пикселей) обеспечивает высокое качество изображения
- источник света Welch Allyn Solarc™ 50 Вт с ресурсом лампы 1500 ч. Режим длительной экспозиции для осмотра затемненных объектов
- запатентованная технология высокоточных измерений
- система разделения экрана позволяет сравнивать текущее изображение с ранее архивированными
- видеозонды XL-PRO Plus с диаметрами зонда 7,3 и 6,2 мм имеют внутренний инструментальный канал для захвата посторонних мелких объектов в зоне контроля
- видеозонды XL-PRO Plus с диаметрами 3,9 и 5 мм решают задачи контроля, ранее невыполнимые для других видеоэндоскопов

Специализированные зонды: летающий с воздушными соплами, промышленный, для скрытого наблюдения с возможностью отключения источника света и понижения скорости вращения вентилятора, для инспекции кольцевых сварных швов.

### Дополнительные возможности:

- Запись видеоизображений на карты памяти CF до 4 Гб
- Вывод потокового видео на персональный компьютер (USB)
- Встроенный датчик опасной температуры в зоне контроля



Обследование газовой трубы



Обследование теплообменника на нефтеперерабатывающем заводе



Обследование электроэнергетической установки экономайзера высокого давления

Центральный офис:

107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, д. 52  
Тел./ факс: (495) 782-1421, 225-7557 (многоканальные)  
E-mail: [mail@silvertown.ru](mailto:mail@silvertown.ru)

Региональные представительства:

Республика Башкортостан, г. Уфа  
Тел./ факс: (347) 240-19-22,  
+7(917) 357-35-81

Саратовская область, г. Балаково  
Тел./ факс: (8453) 44-34-50, 44-66-46

г. Санкт-Петербург  
Тел./ факс: (812) 332-71-67

г. Сочи – открытие офиса в 2008 г.

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ  
**Агентства «Роспечать»**

Ф. СП-1

<b>АБОНЕМЕНТ</b> на журнал		82717	
(наименование издания)		Индекс издания	
<b>Главный энергетик</b>		Количество комплектов	

**на 2009 год по месяцам**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**Куда** \_\_\_\_\_ (почтовый индекс) \_\_\_\_\_ (адрес)

**Кому** \_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

---

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**  
 на журнал **82717**  
 (индекс издания)

ПВ	место	ли-тер

**Главный энергетик**  
 (наименование издания)

Стоимость	подписки	--- руб.	Количество комплектов
	Перед-ресошки	--- руб.	
		--- коп.	

**на 2009 год по месяцам**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**Куда** \_\_\_\_\_ (почтовый индекс) \_\_\_\_\_ (адрес)

**Кому** \_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ  
**«Почта России»**

Ф. СП-1

<b>АБОНЕМЕНТ</b> на журнал		16579	
(наименование издания)		Индекс издания	
<b>Главный энергетик</b>		Количество комплектов	

**на 2009 год по месяцам**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**Куда** \_\_\_\_\_ (почтовый индекс) \_\_\_\_\_ (адрес)

**Кому** \_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

---

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**  
 на журнал **16579**  
 (индекс издания)

ПВ	место	ли-тер

**Главный энергетик**  
 (наименование издания)

Стоимость	подписки	--- руб.	Количество комплектов
	Перед-ресошки	--- руб.	
		--- коп.	

**на 2009 год по месяцам**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**Куда** \_\_\_\_\_ (почтовый индекс) \_\_\_\_\_ (адрес)

**Кому** \_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ  
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переедресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переедресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переедресовки издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в подписных каталогах. Заполнение месячных клеток при переедресовки 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 (переедресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переедресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переедресовки издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в подписных каталогах. Заполнение месячных клеток при переедресовки издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится работниками предприятий связи и подписных агентств.

# ЗАО «Независимая тиражная служба»

Почтовый адрес: 107031, г. Москва, а/я 49

## Образец заполнения платежного поручения

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

ДОСТАВКА ИЗДАНИЙ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО ПОЧТЕ 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 № 1Ж9 от \_\_\_\_ \_\_\_\_ 2008 г.

Покупатель:

Расчетный счет №:

Адрес:

№№ п/п	Предмет счета (наименование издания)	Кол-во экз.	Цена за 1 экз.	Сумма	НДС, %	Всего
1	«Главный энергетик» Подписка на 1 п.г. 2009 г.	6	535	3210	Не обл.	3210
<b>ИТОГО:</b>						

**ВСЕГО К ОПЛАТЕ:**

Генеральный директор



*К.А. Москаленко*

К.А. Москаленко

Главный бухгалтер

*Л.В. 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.