

# ПОДПИСКА



# 2010

I ПОЛУГОДИЕ

**ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ! МЫ ПРЕДЛАГАЕМ ВАМ РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПАНОРАМА»**

## 1 ПОДПИСКА НА ПОЧТЕ



### ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ РОССИИ

Для этого нужно правильно и внимательно заполнить бланк абонемента (бланк прилагается). Бланки абонементов находятся также в любом почтовом отделении России или на сайте ИД «Панорама» – [www.panor.ru](http://www.panor.ru).

Подписные индексы и цены наших изданий для заполнения абонемента на подписку есть в каталоге «Газеты и журналы» Агентства «Роспечать» и каталоге российской прессы «Почта России». Цены в каталогах даны с учетом почтовой доставки.

Подписные цены, указанные в данном журнале, применяются при подписке в любом почтовом отделении России.



## 2 ПОДПИСКА В РЕДАКЦИИ



Подписаться на журнал можно непосредственно в Издательстве с любого номера и на любой срок, доставка – за счет Издательства. Для оформления подписки необходимо получить счет на оплату, прислав заявку по электронному адресу [podpiska@panor.ru](mailto:podpiska@panor.ru) или по факсу (495) 250-7524, а также позвонив по телефонам: (495) 749-2164, 211-5418, 749-4273.

Внимательно ознакомьтесь с образцом заполнения платежного поручения и заполните все необходимые данные (в платежном поручении, в графе «Назначение платежа», обязательно укажите: «За подписку на журнал» (название журнала), период подписки, а также точный почтовый адрес (с индексом), по которому мы должны отправить журнал).

Оплата должна быть произведена до 15-го числа предподписного месяца.

### РЕКВИЗИТЫ ДЛЯ ОПЛАТЫ ПОДПИСКИ

**Получатель:** ООО Издательство «Профессиональная Литература».  
**ИНН 7718766370 / КПП 771801001, р/сч. № 40702810438180001886**  
**Банк получателя:** Вернадское ОСБ №7970, г. Москва  
**Сбербанк России ОАО, г. Москва.**  
**БИК 044525225, к/сч. № 30101810400000000225**

Образец платежного поручения

## 3 ПОДПИСКА В СБЕРБАНКЕ



### ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ОТДЕЛЕНИИ СБЕРБАНКА РОССИИ

Частные лица могут оформить подписку в любом отделении Сбербанка России (окно «Прием платежей»), заполнив и оплатив квитанцию (форма ПД-4) на перевод денег по указанным реквизитам ООО Издательство «Профессиональная Литература» по льготной цене подписки через редакцию, указанную в настоящем журнале.

В графе «Вид платежа» необходимо указать издание, на которое вы подписываетесь, и период подписки, например 6 месяцев.

Не забудьте указать на бланке ваши Ф.И.О. и подробный адрес доставки.

## 4 ПОДПИСКА НА САЙТЕ



### ПОДПИСКА НА САЙТЕ [www.panor.ru](http://www.panor.ru)

На все вопросы, связанные с подпиской, вам судовольствием ответят по телефону (495) 211-5418, 922-1768.

На правах рекламы

Поступл. в банк плат.		Списано со сч. плат.		XXXXXXX	
ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №			Дата	электронно Вид платежа	
Сумма прописью	ИНН	КПП	Сумма		
Плательщик			Сч. №		
Банк плательщика			БИК	044525225	
Сбербанк России ОАО, г. Москва			Сч. №	30101810400000000225	
Банк получателя			Сч. №	40702810438180001886	
ИНН 7718766370			КПП 771801001		
ООО Издательство «Профессиональная Литература»			Вид оп.	01	Срок плат.
Вернадское ОСБ №7970, г. Москва			Наз. пл.		Очер. плат. 6
Получатель			Код		Рез. поле
Оплата за подписку на журнал _____ (___ экз.)					
на _____ месяцев, в том числе НДС (0%) _____					
Адрес доставки: индекс _____, город _____,					
ул. _____, дом _____, корп. _____, офис _____					
телефон _____					
Назначение платежа			Подписи	Отметки банка	
М.П.			_____	_____	

# СОДЕРЖАНИЕ

ЖУРНАЛ  
«ГЛАВНЫЙ  
ЭНЕРГЕТИК» № 9

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

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

ISSN 2074-7489

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

Почтовый адрес:  
125040, Москва, а/я 1 (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;  
922-37-58

Журнал распространяется по подписке  
во всех отделениях связи РФ по каталогам:  
ОАО «Агентство «Роспечать» —  
индекс 82717;

«Почта России» — индекс 16579,  
а также с помощью подписки в редакции:  
тел.: (495) 250-75-24  
[podpiska@panor.ru](mailto:podpiska@panor.ru)



ГИЛЬДИЯ ИЗДАТЕЛЕЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

Формат 60x88/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 13.

**НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ** 6

**ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА** 11

«Одна из существенных проблем – получение технических условий и дополнительных мощностей от энергоснабжающих организаций» 11

**ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ** 14

Повышение эффективности диагностики электрооборудования 14

**ОБЗОР РЫНКА** 17

Рынок трансформаторов: три фазы кризиса? 17

**ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО** 21

Кабели высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена: требования экономичности, надежности, экологичности 21

*Применение в кабелях высокого напряжения (ВН) СПЭ-изоляции (ее также называют пластмассовой, соответственно, кабели с такой изоляцией – КПИ) дает определенные преимущества по сравнению с маслonaполненными кабелями среднего и высокого давления.*

Выбор измерительных трансформаторов 26

Частотные преобразователи: критерии выбора 29

*Преобразователи частоты активно завоевывают рынок, поэтому сейчас крайне актуально повышение квалификации инженерно-технического персонала. Автор статьи не ставит перед собой цель изложить тему полностью, однако постарается помочь разработчикам оборудования лучше сориентироваться в вопросах выбора и применения преобразователей в повседневной практике.*

Аппараты для испытаний изоляции кабелей 33

**ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ** 37

Приборный учет тепла: проблемы тарифного регулирования 37

*С каждым днем процесс перехода к приборному учету тепла все больше набирает обороты. Однако отсутствие грамотной тарифной политики делает рынок теплоснабжения нестабильным. Непредсказуемость объемов потребления, а значит, и объемов реализации услуги чревата для теплосетей серьезными финансовыми проблемами. Именно поэтому руководство многих теплоснабжающих организаций, понимая необходимость повсеместного учета, не торопится переходить к его внедрению на практике.*

Блочные индивидуальные тепловые пункты: преимущества и недостатки 40

Анализ эффективности различных типов тепловых насосов 43

Свойства теплоизоляционных материалов для ограждений холодильных сооружений 48

<b>ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ</b>	<b>55</b>
<b>Особенности процессов в установках адсорбционного разделения воздуха</b>	<b>55</b>
<i>Адсорбционные генераторы кислорода и азота, использующие метод короткоцикл-ловой безнагревной адсорбции, обладают присущими только им специфическими особенностями. Некоторые из них освещены в настоящей статье. Анализируется влияние влаги в исходном воздухе на работу генераторов. Отмечается, что при работе генератора кислорода наблюдаются значительные неизотермические эффекты. Рассматриваются причины их проявления.</i>	
<b>Шум при работе компрессоров и его снижение</b>	<b>59</b>
<b>Счетчики газа. Принципы выбора</b>	<b>62</b>
<b>ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>66</b>
<b>Тепловой контроль в энергетике</b>	<b>66</b>
<b>Методика проверки работоспособности устройства защитного отключения</b>	<b>69</b>
<b>ВОПРОС – ОТВЕТ</b>	<b>78</b>
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ</b>	<b>81</b>
<b>Ремонтный норматив потребления энергоресурсов</b>	<b>81</b>
<i>Прогнозирование потребления энергоресурсов в период капитального ремонта предприятия осуществляется, как правило, на основе статистических данных за прошедшие периоды. Это было бы оправдано, если бы перечень проводимых работ был аналогичным предыдущему периоду. В противном случае прогноз потребления энергоресурсов на основе данных за прошедшие периоды является не совсем точным.</i>	
<b>НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ</b>	<b>83</b>
<b>Повышение конкурентоспособности ремонтных предприятий в электроэнергетике</b>	<b>83</b>
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	<b>90</b>
<b>Коммерческий учет сточных вод – проблемы и особенности</b>	<b>90</b>
<b>ОХРАНА ТРУДА</b>	<b>93</b>
<b>О выборе спецодежды для защиты от воздействия электрической дуги</b>	<b>93</b>
<b>НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ</b>	<b>96</b>
<b>Приказ от 7 апреля 2008 г. № 212 «Об утверждении порядка организации работ по выдаче разрешений на допуск в эксплуатацию энергоустановок»</b>	<b>96</b>
<b>Правила предоставления статей для публикаций в научно-практическом журнале «Главный энергетик»</b>	<b>100</b>

## ПОЗДРАВЛЯЕМ!

*Издательский Дом «Панорама»  
и редакция журнала поздравляет  
главного ректора журнала  
«Электрооборудование: эксплуатация и ремонт»,  
Кирееву Эльвиру Александровну  
с Днем рождения и юбилеем!*

*Желаем здоровья, благополучия, творческих  
успехов, и всего самого наилучшего!*



# CONTENT № 9 2009

<b>NEWS IN POWER-ENGINEERING</b>	<b>6</b>
<b>FROM THE FIRST PERSON</b>	<b>11</b>
«One of the vital problems is getting of technical conditions and additional powers from energy supplying organizations»	11
<b>PROBLEMS AND SOLUTIONS</b>	<b>14</b>
Increasing of efficiency of equipment diagnostics	14
<b>MARKET OVERVIEW</b>	<b>17</b>
Market of transformers: three phases of crisis?	17
<b>ELECTRICAL FACILITIES</b>	<b>21</b>
High-voltage cables with cross-linked polyethylene insulation: cost effectiveness, reliability, environmental friendliness requirements	21
<i>Application of cross-linked polyethylene insulation in high-voltage cables (also called plastic insulation, thus cables with such insulation are called XLPE insulated cables) gives certain advantages comparing to medium and high pressure oil-filled cables.</i>	
Choosing measuring transformers	26
Frequency converters: selection criterions	29
<i>Frequency converters actively conquer the market and it is extremely topical today to increase qualification of technicians and engineers. An author of the article doesn't aim to clarify the topic fully but tries to help equipment developers to orientate themselves better when choosing and applying frequency converters in everyday practice.</i>	
Equipment for cables' insulation testing	33
<b>HEAT SUPPLY</b>	<b>37</b>
Instrumental heat recording: problems of tariff regulation	37
<i>With every passing day the process of changing to instrumental heat recording gathers pace. However absence of competent tariff policy makes the market of heat supply unstable. Unpredictability of consumption volumes which means volumes of service realization could cause serious financial problems to heat supply system. That is why the management of many heat supply organizations which understand the necessity of countrywide recording doesn't rush to implement it in practice.</i>	
Modular individual heating units: advantages and disadvantages	40
Effectiveness analyses of heat pump units of different types	43
Features of heat-insulating materials used in enclosures for refrigerant systems	48
<b>AIR SUPPLY AND TECHNICAL GASES</b>	<b>55</b>
Processes peculiarities in adsorptive air separation units	55

*Adsorptive generators of oxygen and nitrogen which use the method of pressure swing adsorption, have their own peculiar characteristics. Some of them are highlighted in this article. The article analyses the influence of humidity in initial air on generators operation. It is noted that during oxygen generator operation there are significant nonisothermal effects. An article considers the reasons of their occurrence.*

## «GLAVNYY ENERGETIK» («THE CHIEF POWER ENGINEER»)

Noise with the compressors operating and its reduction	59
Gas meters. Selection principles.	62
<b>DIAGNOSTICS AND TESTING</b>	<b>66</b>
Heat control in power-engineering	66
Technique of check of working capacity of the device of protective switching-off	69
<b>QUESTION – ANSWER</b>	<b>78</b>
<b>ORGANIZATION AND MANAGEMENT</b>	<b>81</b>
Repairing standard for energy consumption	81
<i>Forecasting of energy consumption during the period of enterprise capital repair is made as a rule on the basis of statistical data of previous periods. It would be reasonable if the list of conducted works had been analogous to the previous period. Otherwise the forecast of energy consumption based on data for previous periods is not completely accurate.</i>	
<b>SCIENTIFIC RESEARCHES</b>	<b>83</b>
Increasing of competitive ability of repair enterprises in electrical energy industry	83
<b>ECOLOGY</b>	<b>90</b>
Commercial account of waste water – problems and features	90
<b>SAFETY PROCEDURE</b>	<b>93</b>
Choosing safety equipment for protection against the effect of electrical arc	93
<b>REGULATORY DOCUMENTS</b>	<b>96</b>
Russian Federation Government Regulation from April 7, 2008 № 212 «About the statement of an order of the organisation of works on delivery of permissions to the admission in operation of power installations»	96
Rules of submission of the articles for publication in research-to-practice magazine «Glavnyy Energetik»	100

## **ММК РЕМОНТИРУЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА КОМБИНАТА (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

В цехах управления главного энергетика ОАО «ММК» идет ремонт основного энергетического оборудования. Как рассказали в управлении информации и общественных связей ОАО «ММК», подобные ремонты проводят ежегодно, в целях надежного энергообеспечения ОАО «ММК» и г. Магнитогорска, повышения объемов выработки тепловой и электрической энергии на электростанциях ОАО «ММК».

По словам сотрудников управления информации и общественных связей ОАО «ММК», нынешний план-график капитальных ремонтов расписан до конца этого года. Работы пройдут на всех трех электростанциях комбината – ТЭЦ, ЦЭС и ПВЭС, а также в цехах водоснабжения, паросиловом и кислородном.

К примеру, на самой «молодой» из электростанций комбината, которой в начале нынешнего года исполнилось 55 лет, будет капитально отремонтировано два котла, в цехе водоснабжения – радиальные отстойники «грязного» оборотного цикла доменного цеха, ЭСПЦ, ЛПЦ № 4. В кислородном цехе пройдет капитальный ремонт воздухооразделительных установок, воздушных компрессоров. На оборудовании электростанций и цехов также будут проведены средние, восстановительные ремонты.

В комплексе антикризисных мероприятий, реализуемых сегодня на ММК, председатель совета директоров предприятия Виктор Рашников выделяет снижение закупки электроэнергии за счет сохранения производства собственной. Сегодня электростанции комбината вырабатывают около

600 МВт электрической мощности и «закрывают» потребности металлургического комплекса на 100%. Собственные мощности полностью обеспечивают потребности предприятия в тепловой энергии в виде тепла и пара и на 60–70% потребности города в тепле.

УралПолит.Ru

## **УЛЬЯНОВСКИЙ «КОНТАКТОР» НАЧНЕТ ВЫПУСКАТЬ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ**

В Ульяновской области открылось новое производство электроустановочной аппаратуры.

«Контактор» начнет выпускать современные выключатели. Сборочное производство позволит организовать до 80 новых рабочих мест для жителей Ульяновской области.

«Для руководства региона важно, что наши специалисты будут трудоустроены. Предприятием сделан вклад в общее благосостояние Ульяновской области, организованы новые рабочие места. Кроме того, открытие нового производственного участка будет способствовать увеличению налоговых отчислений в бюджет. Работа этого предприятия – доказательство того, что и в сегодняшней непростой экономической ситуации есть возможность развивать производство», – подчеркнул глава региона Сергей Морозов.

На ульяновском заводе уже изготовлена пробная партия розеток и выключателей. В первые месяцы планируется выпускать от 100 до 200 тыс. штук. До конца года «Контактор» планирует выйти на уровень свыше 400 тыс. штук в месяц. В целях повышения качества продукции здесь применяются передовые технологии «бережливого производства», которые позволяют постоянно совершенствовать производственный про-

цесс путем использования рационализаторских предложений.

По словам исполнительного директора ОАО «Контактор» Людмилы Некрасовой, сборочное производство открылось в рамках подписанного ранее соглашения об интеграции ульяновского предприятия в группу Legrand (г. Дубна Московской области). Производственные площади занимают 650 м<sup>2</sup>, складские – 260 м<sup>2</sup>. Линия состоит из импортного и отечественного оборудования. В цехе проводится окончательная сборка розеток и выключателей серий Suno, Valena и Cariva для группы Legrand, продукция которой пользуется большим спросом на отечественном электротехническом рынке.

Комсомольская правда

## **ОАО «СЕВКАВЭЛЕКТРОРЕМОНТ» И КОНЦЕРН ОАО «СИЛОВЫЕ МАШИНЫ» ОТКРЫЛИ СОВМЕСТНЫЙ СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

В июне текущего года ОАО «Севкавэлектроремонт», г. Ростов-на-Дону, и Концерн ОАО «Силовые машины», г. Санкт-Петербург, открыли на базе ростовского предприятия совместный сервисный центр по обслуживанию оборудования, изготавливаемого в филиалах «Силовых машин».

В функции центра входит диагностика, ремонт и модернизация оборудования тепловых, гидравлических, газотурбинных электростанций, изготовление и поставка комплектующих и запасных частей для указанного оборудования.

В результате создания сервисного центра для энергопредприятий, входящих в структуру ЮГК-ТГК-8, ТГК-6, а также для Невинномысской ГРЭС, ряда электростанций Башкирэнерго и других

энергообъектов значительно упрощается взаимодействие с ведущим российским производителем турбинного и генераторного оборудования ОАО «Силовые машины» в части ремонта и получения запасных частей.

Стороны намерены постоянно расширять географию услуг, оказываемых сервисным центром.

Также ОАО «Севкавэлектроремонт» и ОАО «Силовые машины» подписали договор о сотрудничестве, в рамках которого специалисты «Силовых машин» будут оперативно оказывать техническую и консультационную поддержку ростовским специалистам при участии в конкурсных торгах и выполнении ремонтов сложного энергетического оборудования.

В ближайшее время стороны намерены провести совместную научно-практическую конференцию, которая может заинтересовать специалистов генерирующих компаний и электростанций.

## ОАО «Севкавэлектроремонт»

### ИЗОЛЯТОРЫ ЮАИЗ ПОБЕДИЛИ В КОНКУРСЕ «20 ЛУЧШИХ ТОВАРОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ»

Два изолятора производства Южноуральского арматурно-изоляционного завода (управляющая компания «Глобал инсулэйтор Групп») стали победителями конкурса «20 лучших товаров Челябинской области».

Министр промышленности и природных ресурсов Челябинской области Евгений Тефтелев, открывая выставку конкурса, отметил возрастающий интерес потребителей к российской продукции. Как сообщила пресс-служба завода, в этом году ЮАИЗ представил на региональный этап программы «100 лучших товаров России» серийный фарфоровый изолятор ШФ 20Г1 и стеклянный изолятор

U120AD (новинка, освоен в 2008 г.). Аэродинамический профиль изоляционной детали делает такой тип стеклянных изоляторов оптимальным для использования в прибрежных и пустынных районах. Все загрязнения легко сдуваются ветром с плоской поверхности.

Изоляторы, участвующие в конкурсе, членам комиссии и участникам выставки представил генеральный директор ЮАИЗ Владимир Кузнецов и технический директор Владимир Головин. Высоко оценил экспозицию ЮАИЗ и в целом работу предприятия государственный инспектор отдела государственного надзора по Челябинской области Уральского межрегионального территориального управления Ростехрегулирования Виктор Водеников. Он отметил: «Ваш завод я знаю давно. Первый раз вы победили в конкурсе «100 лучших товаров» еще в 2001 году – с изолятором ПС 70Е. Затем – в 2008 победителем стал ваш тяжелый изолятор ПСВ 300А. И тогда, и сейчас мне очень понравилось представление вашей продукции. А главное – то, как работает Южноуральский арматурно-изоляционный завод. Вы никогда не стоите на месте. Только что разработали аэродинамический изолятор и тут же создаете следующий – не имеющий аналогов в мире! Хочется, чтобы и дальше ЮАИЗ так работал – хорошо и качественно».

## «Глобал Инсулэйтор Групп»

### ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ НАД ПОДСТАНЦИЕЙ ВПЕРВЫЕ ПРИМЕНЕНЫ GSM-КАНАЛЫ СВЯЗИ

Распределительная подстанция наружного обслуживания в металлическом корпусе РУ 10 кВ на базе шести ячеек КСО «Аврора», предназначенная для электроснабже-

ния п. Пидьма Подпорожского района Ленинградской области, поставлена в конце июня заказчику – ЗАО «ЭФЭСк».

В этом проекте впервые специалистами ПО «Элтехника» была реализована технология передачи телемеханических данных в центральный диспетчерский пункт г. Подпорожье по GSM-каналу связи в режиме GPRS.

Преимущества данного решения заключаются в следующем:

♦ быстрое развертывание системы телемеханики, т.к. не требуется прокладка физического канала передачи данных;

♦ низкая стоимость обслуживания GSM-канала.

Важно отметить, что реальная стоимость обслуживания GSM-канала составила менее 100 руб. в месяц за счет того, что при использовании технологии GPRS сотовые операторы начисляют плату не за время соединения, а только за объем переданной по GSM-каналу информации.

Таким образом, данный проект наглядно показал практическую возможность использования GSM-канала связи для передачи телемеханических данных с энергообъектов городских, районных электросетей и с энергообъектов ЖКХ.

## ОАО «Элтехника»

### ОСТЕРЕГАЙТЕСЬ ПОДДЕЛОК – ПОКУПАЙТЕ ТОЛЬКО У ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕРОВ

Компания ЭЛТЕКО – официальный дилер «Минского электро-технического завода им. В.И. Козлова», сообщает, что в последнее время участились случаи подделки герметичных трансформаторов. Компании представляют трансформаторы с наличием гофробака за герметично исполненные. В то время как для качественного изго-

товления герметичных трансформаторов требуется выполнение обязательных условий, которым данные трансформаторы не соответствуют:

1. Глубокая дегазация трансформаторного масла перед его заливкой.

2. Заливка масла под очень глубоким вакуумом.

Невыполнение этих условий приводит к окислению трансформатора, вызванному разрядом масла и выделенным кислородом при его остывании.

Обеспечение качественного производства требует покупки дорогостоящего оборудования, на котором некоторые производители предпочли сэкономить. В связи с этим наличие гофробака не означает герметичное исполнение трансформатора.

Также информируем, что на рынке появились трансформаторы с поддельными паспортами Минского завода. Остерегайтесь подделок – покупайте оборудование только у официального дилера завода.

Компания «ЭЛТЕКО» – официальный дилер Минского электротехнического завода с опытом поставки силовых трансформаторов более 13 лет. Компания имеет единственный на территории Северо-Западного округа сервисный центр по обслуживанию и ремонту силовых трансформаторов, сертифицированный Минским электротехническим заводом.

## Компания «ЭЛТЕКО»

### **МЭС СИБИРИ ВВЕЛИ В РАБОТУ СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИЯХ 220 КВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

На подстанциях 220 кВ Асино, Вертикос, Володино, Восточная, ГПП, Зональная, Мельниково,

Парабель, Раскино, Советско-Соснинская, Чажемто и Чапаевка было установлено 35 новых микропроцессорных устройств ОМП. В отличие от устаревших аналогов они более надежны и обладают большим набором функций. Новые приборы определяют вид короткого замыкания, дату и время возникновения аварии, а также фиксируют расстояние до поврежденного участка, куда и направляются ремонтные бригады. Кроме того, устройства ОМП позволяют контролировать технические параметры работы сети в предаварийных и послеаварийных режимах.

Работы выполнены в рамках целевой программы, в соответствии с которой с 2008 по 2010 год, приборы ОМП будут заменены на 38 подстанциях 220 кВ МЭС Сибири. Общая стоимость работ составляет 12 млн руб.

От стабильной работы томских подстанций 220 кВ, на которых выполнены работы, зависит надежность электроснабжения части гг. Томска, Северска и Асино, п. Спутник, а также сел Чажемто, Вертикос и Чапаевка. В числе крупных потребителей подстанций – нефтедобывающая компания ООО «ЭнергоНефть-Томск», ОАО «Магистральные нефтепроводы Центральной Сибири», ООО «Газпром трансгаз Томск», ООО «Томскнефтехим» и Томское отделение ОАО «РЖД».

Объекты магистрального сетевого комплекса класса напряжения 220 кВ были приняты на обслуживание МЭС Сибири в 2006 г. В связи с неудовлетворительным состоянием принятых объектов ОАО «ФСК ЕЭС» реализует ряд программ, направленных на их техническое переоснащение.

МЭС Сибири

### **ЮЖНОУРАЛЬСКАЯ ДРЕВЕСИНА МОЖЕТ СТАТЬ ТОПЛИВОМ ДЛЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Южноуральская древесина может стать топливом для теплоэлектростанций. Сейчас один из концернов, владеющий финскими и российскими ТЭЦ, рассматривает вопрос о закупке южноуральских пеньков и веток. Последние наряду с каменным углем будут использоваться в качестве топлива для ТЭЦ.

В настоящее время предприятие передали лесной план Челябинской области, после изучения которого и будет принято решение. Если энергетики согласятся на сделку, им будут продавать неликвидную южноуральскую древесину, т.е. пеньки, сучья и верхушки деревьев, которые и пойдут в топку ТЭЦ. Как отмечают в главном управлении лесами области, такая сделка будет очень выгодной, т.к. сейчас неликвидная древесина практически никуда не идет и просто сгнивает.

Использование же ее в качестве топлива для ТЭЦ даст двойной эффект: ненужная древесина будет продана, при этом ее применение на ТЭЦ улучшит экологию, т.к. сжигание дерева даст меньше выбросов, чем сжигание угля, нефти или газа.

РИА Новый Регион

### **В РОССИИ ПОЯВИЛИСЬ КОНДЕНСАЦИОННЫЕ КОТЛЫ ДЛЯ БОЛЬШИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Компания ARISTON, ведущий мировой производитель отопительного и водонагревательного оборудования, представила российскому рынку новый конденсационный котел Genus Premium HP. Он отличается высокой мощно-



стью и предназначен для обеспечения тепла и горячей воды в помещениях большой площади и жилищных комплексах.

Genus Premium HP представлен моделями на 45 и 65 кВт. Котлы можно устанавливать как отдельно, так и в каскаде (до 4 устройств). Кроме того, благодаря небольшим габаритам данное оборудование позволяет рационализировать пространство котельной. Это позволяет отопить большие жилые комплексы, занимая при этом минимальные площади для размещения оборудования.

Конденсационная технология и система интеллектуального управления котла Genus Premium HP способствуют снижению расхода энергоресурсов на 35%. Оборудование отличается высоким КПД (до 108,2%) и минимальным выбросом загрязняющих веществ (класс NOx 5).

Котел оснащен жидкокристаллическим дисплеем, с помощью которого можно задавать параметры работы. Кроме того, в случае неисправности оборудования сообщение о неполадке высвечивается на ЖК-экране (один код – одна ошибка). Genus Premium HP может совместно работать с накопительным бойлером и солнечными коллекторами.

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

## ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ TESTO С ФУНКЦИЕЙ BLUETOOTH

С 2009 года доступна опция Bluetooth для анализаторов дымовых газов testo 330-1LL/-2LL, testo 327-2.

Газоанализатор Testo 327 предназначен для измерения дымовых газов на всех типах газовых отопительных агрегатов, а также идеален как инструмент при обслуживании и сервисе газовых и дизельных горелок.

Измеряемые параметры: O<sub>2</sub>, CO с H<sub>2</sub> компенсацией (опция), тяга, теплопотери, КПД, давление и температура, расчет CO<sub>2</sub> в дымовых газах.

Инструмент имеет высокое быстродействие, очень надежен в работе. Быстросъемный разъем зонда отбора пробы: все части газового тракта подсоединяются одним движением. Прибор выпускается с меню на русском языке и сертифицирован как средство измерения в РФ.

Измерительный прибор Testo 330 призван стать основным прибором для удобного анализа дымовых газов.

Доступные параметры измерения: O<sub>2</sub>, уровень CO и CO<sub>2</sub>, концентрация CO и CO<sub>2</sub> в воздухе, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, температура, тяга, давление, КПД, теплопотери, поиск мест утечек горючих газов.

Газоанализатор Testo 330 LL – уникальная версия Testo 330, модернизированного не имеющей аналогов технологией Long Life – сенсоров с невероятно долгим сроком службы.

Благодаря новинке 2009 года – функции Bluetooth данные измерений с анализаторов дымовых газов testo 330-1LL/-2LL теперь можно передать на ПО Easyheat (для ПК) и Easyheat Mobile (для КПК), а также получать данные измеренного сажевого числа с цифрового анализатора сажевого числа testo 308.

ООО «Тэсто Рус»

## В РАИФСКИХ КОММУНАЛЬНЫХ СЕТЯХ РАБОТУ КОТЕЛЬНОЙ ОТСЛЕЖИВАЮТ С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНИКОВ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

В ООО «Раифские коммунальные сети», структурном подразделении ОАО «Татсельжилкомхоз», работу котельной отслеживают с

помощью мобильного телефона. Подобные нововведения на объектах жилищно-коммунальных предприятий стали уже привычным явлением, сообщает пресс-служба «Татсельжилкомхоза».

Раифские коммунальные сети, обслуживающие котельные в дер. Бело-Безводное, Большие Ключи, Большие Яки и микрорайоне Загородный, в настоящее время используют импортные котлы, современные технологии и новое ресурсосберегающее оборудование.

Действующая диспетчеризация, осуществляемая в автоматическом режиме, позволяет отслеживать работу котельной с помощью мобильного телефона, что является новинкой для предприятий системы «Татсельжилкомхоз». Автоматика котельной в случае аварии выдает оператору информацию на мобильный телефон в виде SMS-сообщений. Для принятия экстренных решений оператору достаточно лишь отправить обратное сообщение.

ООО «Раифские коммунальные сети» в порядке эксперимента первыми внедрили эту систему. После завершения диспетчеризации оставшихся котельных в 2010 г. на предприятии планируют получить значительную экономию, что скажется, в свою очередь, на заработной плате, которая должна повыситься на 5–7%. Этого работники отрасли достигнут за счет высвобождения рабочих мест. Вместо 5 работников котельную станут эксплуатировать двое. Экономия будет достигнута и за счет уже проведенной реконструкции с заменой мощных котлов на менее мощные.

Всего экономия от внедрения диспетчеризации котельных ООО «Раифские коммунальные сети» позволит добиться экономического эффекта в 10–12% в год. А это немаловажно в условиях кризиса.

Татар-информ

# ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



## «НЕФТЕГАЗ-ИНТЕХЭКО-2009»

1–2 декабря 2009 г., г. Москва, ГК «ИЗМАЙЛОВО»

### ГЕОГРАФИЯ КОМПАНИЙ ДОКЛАДЧИКОВ:



Одна из основных задач конференции – интеграция усилий государства, науки и промышленности по модернизации и реконструкции предприятий, внедрение новейших разработок для повышения эффективности, экологической и промышленной безопасности нефтегазовой и химической отраслей.

### ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

**Инновационные технологии и оборудование для модернизации предприятий:**  
 первоочередные мероприятия по модернизации предприятий в условиях экономического кризиса; реконструкция технологического и печного оборудования; технологии и решения для оптимизации расходов; новейшее горелочное оборудование; активированные угли и катализаторы; АСУТП, приборы КИП; промышленные насосы, компрессоры, арматура.

**Экологический инжиниринг. Технологии и оборудование газоочистки и водоочистки:**  
 утилизация попутных газов нефтяных и газовых месторождений; новейшие технологии газоочистки; очистка газов от кислых компонентов [H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, RSH (меркаптаны), HF, SO<sub>2</sub>, HCl]; современное оборудование для установок производства серы и серной кислоты; водоподготовка и водоочистка; переработка отходов; технологии рециклинга.

**Вопросы промышленной безопасности. Антикоррозийная и химическая защита:**  
 современные технологии и решения для повышения безопасности промышленных производств; усиление и восстановление зданий и сооружений; технологии и материалы антикоррозийной защиты; экспертиза промышленной безопасности; системы пожаротушения и химической защиты.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

Журналы: Водоочистка, Менеджер Эколог, Главный инженер, Территория НЕФТЕГАЗ, Лакокрасочная промышленность, СФЕРА Нефтегаз, Химическое и нефтегазовое машиностроение, МурманшельфИнфо, Деловой экологический журнал, Химическая техника, Экология производства, Компрессорная техника и пневматика, Газ. Нефть. Бизнес Татарстана, Control Engineering Россия, Современное машиностроение, Безопасность в нефтегазовом комплексе, интернет-порталы: Зеленые страницы, KIPINFO.ru, SAFEPROM.RU, Всероссийский экологический портал.

### **ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ НА САЙТЕ:**

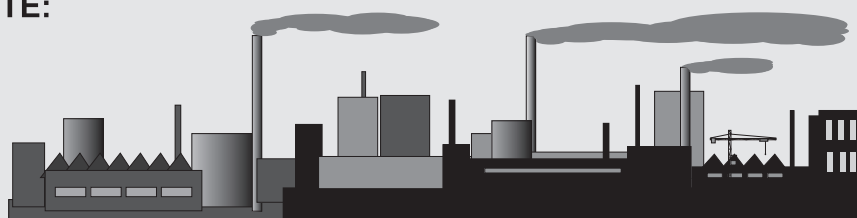
[www.neftegaz.intecheco.ru](http://www.neftegaz.intecheco.ru)

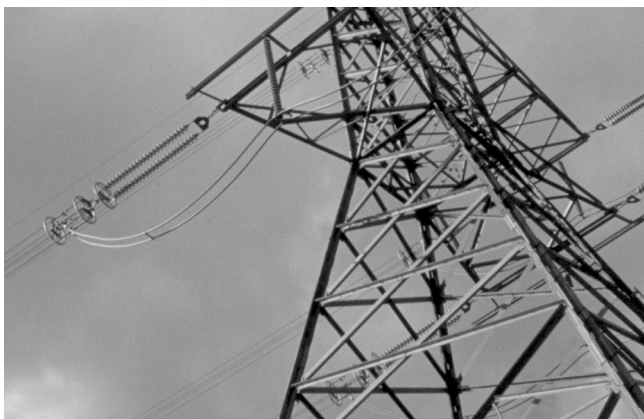
Ермаков Алексей Владимирович

тел.: (905) 567-8767

тел./факс: (495) 737-7079

e-mail: [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)





# «ОДНА ИЗ СУЩЕСТВЕННЫХ ПРОБЛЕМ – ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МОЩНОСТЕЙ ОТ ЭНЕРГОСНАБЖАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ»

*ОАО «Выксунский металлургический завод» – крупнейший трубный завод России. ВМЗ имеет одно из самых современных и высоко технологичных трубных производств. Основная продукция предприятия – электросварные стальные трубы диаметром от 15 до 1420 мм и толстостенные трубы большого диаметра для подводных трубопроводов. О работе энергослужбы предприятия нашему журналу рассказал главный инженер завода Дмитрий Растунин.*

**Журнал «Главный энергетик» («ГЭ»):** ВМЗ – старейший завод, расскажите, пожалуйста, как и на каких принципах создавалась система обеспечения производства энергоресурсами? Каково ее нынешнее состояние? Какая модернизация проводилась в последнее время?

**Дмитрий Растунин (Д.Р.):** История энергетики на ВМЗ началась в 1766 году, когда было построено первое гидроэнергетическое сооружение – плотина



*Главный инженер ОАО «Выксунский металлургический завод» Дмитрий Растунин*

## ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

Верхне-Выксунского пруда. Основные механизмы Выксунских заводов первоначально приводились в движение водяными колесами. Через столетие их сменили паровые машины. В 1909 году на заводе была построена первая котельная, в 1913 году появилось электричество.

В 1963 году на ВМЗ был подведен природный газ, что дало возможность построить новые мощные котельные. В 1970-х годах заводская энергетика бурно развивалась в связи со строительством колесопрокатного цеха и новых трубных цехов. В 1971 году была построена первая главная понизительная подстанция (ГПП), затем – еще три.

Новый рост потребности в энергоносителях произошел в начале нынешнего тысячелетия в связи с начавшейся реконструкцией основного производства. В 2004 году была построена пятая ГПП для электрообеспечения новой электропечи мартеновского цеха и введены несколько новых распределительных подстанций в цехе по производству труб большого диаметра. В 2005 году создана автоматизированная система диспетчеризации и учета энергоносителей на базе аппаратных средств ABB Mcr. SCADA. Она осуществляет сбор, обработку, архивирование и передачу информации по основным видам энергоносителей, что позволяет оперативно управлять работой энергооборудования и реагировать на возникающие проблемные ситуации.

Сегодня энергетика ВМЗ представляет собой отлаженный работоспособный механизм с эффективной системой управления, квалифицированным персоналом и современным оборудованием. Она обеспечивает производство электроэнергии, природным газом, тепловой энергией, водой, сжатым воздухом и другими энергоресурсами. По мере реконструкции основного производства постоянно модернизируется действующее энергетическое оборудование и вводится новое. Проводится реконструкция системы оборотного водоснабжения, расширение кислородной станции для увеличения выработки кислорода и получения азота высокой частоты для мартеновского производства. Идет замена котлов-утилизаторов за мартеновской печью № 6, что позволяет повысить выработку пара при утилизации отходящих газов. Ведется замена высоковольтных масляных выключателей на современные вакуумные и элегазовые, замена кабелей с бумажной изоляцией на кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.

**«ГЭ»:** *Как организовано техническое обслуживание и ремонт оборудования, в том числе энергетического? Привлекаются ли при этом сторонние организации и для каких работ?*

**Д.Р.:** На ВМЗ действует Стандарт предприятия, в котором сформулированы принципы проведения ремонтных работ и порядок оформления необходимой документации. В его основу положено сочетание сов-

ременных подходов к системе технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО), которые предусматривают все методы ремонтов в зависимости от значимости оборудования: профилактическое (или планово-предупредительное) обслуживание, прогнозирующее обслуживание (по фактическому состоянию) и обслуживание до отказа (реактивное ТО).

Техническое обслуживание и ремонт оборудования ВМЗ выполняет дочернее предприятие ООО «ВМЗ-Сервис». Сторонние организации привлекаются только для выполнения специфических работ, требующих применения уникального инструмента.

**«ГЭ»:** *Как проводится диагностика и мониторинг состояния оборудования. Какие приборы для этого используются?*

**Д.Р.:** На базе ООО «ВМЗ-Сервис» создана лаборатория технической диагностики (ЛТД), которая аттестована по ISO9001\_2001 и применяет самые передовые методы диагностирования оборудования с помощью современного парка приборов. ЛТД в соответствии с утвержденными перечнями оборудования и графиком диагностирования осуществляет техническую диагностику методами неразрушающего контроля наиболее важного для обеспечения технологического процесса оборудования – электрического, энергетического, гидравлического и механического.

Лаборатория выполняет входной контроль подшипников и анализ масел, центровку по полумуфтам, юстировку по шкивам, балансировку роторных механизмов в собственных опорах после ремонта и во время эксплуатации оборудования, вибродиагностику роторного оборудования, тепловизионный контроль оборудования, акустоэмиссионный контроль, позволяющий определить надежность гидроаппаратуры по уровню шумов от перетечек в гидросистемах, УЗК тензометрию, которая используется при контроле степени затяжки резьбовых соединений наиболее ответственного оборудования.

**«ГЭ»:** *Есть ли на предприятии программа по энергосбережению? Какие инструменты используются для снижения энергозатрат?*

**Д.Р.:** Программа по энергосбережению ВМЗ включает три основных направления: экономия и оптимизация затрат на покупные и вырабатываемые энергоресурсы; совершенствование средств и методов учета потребления энергоресурсов; снижение потерь энергоресурсов на этапах выработки, передачи и преобразования. Целью программы является не только снижение затрат и повышение эффективности производства, но и повышение его энергетической безопасности, а также улучшение экологической обстановки.

**«ГЭ»:** *Как обстоят дела с экологической обстановкой? Какие меры по защите окружающей среды вы предпринимаете?*

**Д.Р.:** В соответствии с природоохранным законодательством собственная аккредитованная эколого-аналитическая лаборатория ВМЗ осуществляет наблюдение за состоянием атмосферного воздуха и почв в санитарно-защитной зоне предприятия и городской застройке, контроль соответствия установленных нормативов промышленных выбросов, контроль сточных вод, сбрасываемых в р. Железница, наблюдение за состоянием этой реки в контрольных створах до и после водовыпусков.

На ВМЗ и его дочерних предприятиях эксплуатируется 102 газопылеулавливающие установки: циклоны, кассетные фильтры, рукавные фильтры, мокрые пылеулавливатели, установки дожигания. Производятся регулярный контроль эффективности газопылеулавливающих установок, своевременная очистка бункеров фильтров от уловленной пыли и замена фильтрующих элементов.

В целях соблюдения установленных нормативов промышленных выбросов и сбросов сточных вод в водоемы на ВМЗ проводятся природоохранные мероприятия. Разработан проект установки газоочистки за мартеновскими печами. Построена и пущена в эксплуатацию совершенная система очистки сточных вод гальванического производства в трубоэлектросварочном цехе № 5 с переводом очищенных стоков в замкнутую систему. Реализуется проект по очистке промливневых стоков на водовыпуске № 5. Модернизированы технологические линии по переработке шлака. Организована переработка полиэтиленовых отходов с участка антикоррозионных покрытий комплекса производства труб большого диаметра (ТЭСК ТБД) в дочернем предприятии ООО «ВМЗ-Техно» с целью изготовления деталей к трубам и отходов флюса из ТЭСК ТБД для производства колесной стали. Все вновь вводимые производственные участки оснащаются современными системами очистки.

**«ГЭ»:** С какими основными проблемами приходится сталкиваться и в чем Вы видите резервы для повышения эффективности работы службы главного энергетика?

**Д.Р.:** Для ВМЗ, как и для большинства промышленных предприятий, основными проблемами, влияющими на качество и надежность энергоснабжения, являются довольно высокий процент износа энергооборудования, кабельного и трубопроводного хозяйства, отсутствие полной информации об аварийных процессах и объективных показателях износа оборудования. Все это приводит к неправильным или неполным выводам о причинах повреждений и методах их устранения, а также недостаточной автоматизации оперативного управления производством и распределением энергии. Эти проблемы решаются в ходе выполнения программы развития инфраструктуры ВМЗ, проведения качественного ремонта и технического обслуживания энергооборудования. При строительстве новых и реконструкции действующих производств одной из существенных проблем является получение технических условий и дополнительных мощностей от энергоснабжающих организаций. Тем не менее в ходе переговоров с руководством ОАО «Газпром» и ОАО «Федеральная сетевая компания» достигаются соглашения и решаются вопросы технологического присоединения.

## Наша справка

ОАО «Выксунский металлургический завод» – крупнейший трубный завод России, основан в 1757 году, является одним из исторических центров российской металлургии. Потенциальная мощность предприятия – более 2 млн т труб в год. Основная продукция предприятия – электросварные стальные трубы диаметром от 15 до 1420 мм с толщиной стенки до 48 мм для транспортировки нефти, газа и воды, а также обсадные трубы для обустройства нефтяных и газовых месторождений и профильные трубы. ВМЗ – единственный в России производитель толстостенных труб большого диаметра для подводных трубопроводов. Трубы выпускаются с двух- и трехслойным антикоррозионным полиэтиленовым покрытием. Технология и оборудование завода соответствуют самым высоким международным стандартам. ВМЗ – крупнейший в России производитель железнодорожных колес. Железнодорожные колеса с маркой ОМК поставляются во многие страны мира. Основным покупателем в России является ОАО «Российские Железные Дороги».

Подготовил Сергей Леонов

ОАО «Выксунский металлургический завод»





**М. Женихов,**  
главный инженер проекта ЭНПРО

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**В** настоящее время в российской электроэнергетике происходит бурное внедрение компьютерных технологий. В первую очередь это автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии, системы регистрации аварийных событий, микропроцессорные релейные защиты, системы телемеханики. Делаются попытки интеграции данных систем между собой, но в большинстве случаев системы функционируют независимо друг от друга.

В каждой системе заложен достаточно серьезный потенциал (большое количество измеряемых параметров, локальные вычислительные сети, серверное оборудование), использование которого представляется возможным не только для интеграции систем между собой, но и создания дополнительных систем. В статье будут описаны возможные методы применения данных из указанных автоматизированных систем в качестве основы для создания автоматизированных систем диагностики электрооборудования.

В целом в российской электроэнергетике внедряются специализированные системы диагностики состояния электрооборудования, но стоимость таких решений не всегда приемлема для небольших предприятий. При этом на предприятиях электроэнергетики, как указывалось выше, уже внедрен ряд автоматизированных систем в качестве обязательных

(например, для генерирующих станций это автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии, системы телемеханики, системы регистрации аварийных событий). Представляется возможным использование их данных для дальнейшего анализа в системе диагностики, которая в данном случае может представлять из себя программную среду либо иметь в своем составе дополнительные датчики (например, температуры и давления).

На рис. 1 приведена блок-схема реализации системы диагностики с использованием трех автоматизированных систем и установки дополнительных датчиков. Интеграция той или иной автоматизированной системы в систему диагностики определяется, во-первых, наличием данной системы на предприятии вообще и, во-вторых, наличием в данной системе необходимых для диагностики датчиков. Установка дополнительных датчиков определяется отсутствием уже установленных подобных датчиков в других системах и необходимостью проводить диагностику с использованием параметров с данных датчиков.

Система диагностики может провести предварительный анализ поступающих данных, систематизировать их, провести предварительную оценку и предоставить результаты в удобном виде для дальнейшей экспертной оценки состояния оборудования (текущие параметры, параметры за период, тенден-

# ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

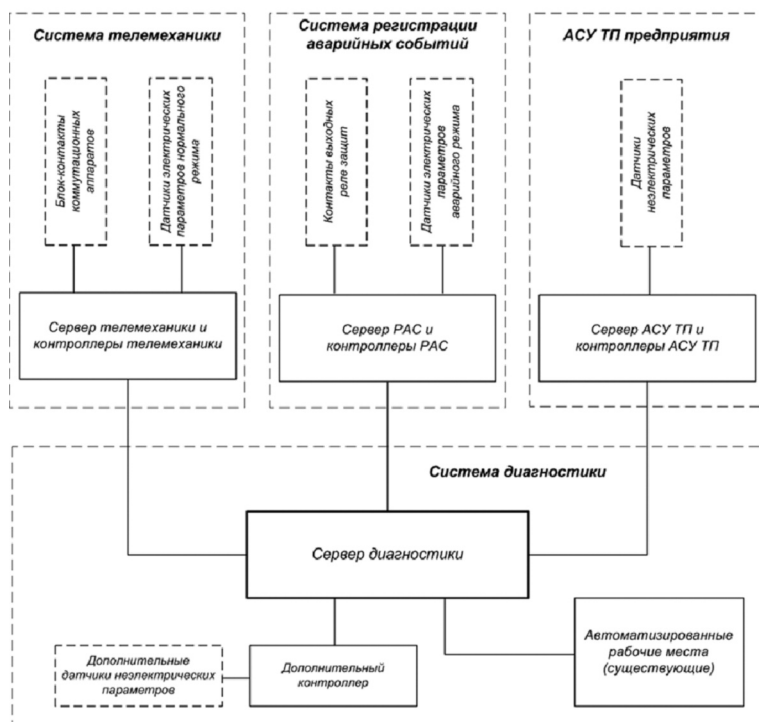


Рис. 1. Блок-схема системы диагностики технического состояния электрооборудования на предприятии электроэнергетики

цию изменения и т.п.). Последнее более актуально для сложного оборудования и более «развернутых» систем, включающих дополнительные датчики, либо интегрированных в автоматизированную систему, имеющую множество датчиков.

Основные задачи, которые необходимо решить при построении данной системы:

- ◆ Стыковка создаваемой системы диагностики с существующими автоматизированными системами.
- ◆ Выбор математической модели, описывающей состояния оборудования.
- ◆ Разработка программной среды для обработки и отображения информации.

Стыковка в настоящее время не является сложной проблемой. Все системы имеют возможность выдавать информацию в стандартизированном виде – OPC-сервер, протоколы Modbus, МЭК 870-5-101/104, формат осциллограмм Comtrade и т.п. Описанные механизмы передачи информации являются открытыми (имеются описания принципов передачи данных) и могут быть использованы для передачи информации в базу данных системы диагностики.

Для большинства типов электрооборудования разработаны математические модели их состояния. Необходимо адаптировать их для использования в системе диагностики с учетом количества параметров, которые может получать система диагностики и с учетом принципа функционирования самой системы.

Программная среда должна в первую очередь предоставлять все необходимые данные в удобном для пользователя виде и иметь возможность осуществлять ввод исходной и дополнительной информации (корректировки данных после проведения ремонтов оборудования и т.п.).

Рассмотрим алгоритм работы программы по диагностике технического состояния высоковольтных выключателей.

При разработке прототипа программы диагностики высоковольтных выключателей используется математический пакет MathCad. Это позволяет отработать основные операции по обработке данных без затрат на создание специализированного программного продукта, который целесообразно создавать уже на основании отлаженных алгоритмов функционирования.

Принято, что основными воздействующими факторами, влияющими на техническое состояние высоковольтных выключателей, являются коммутируемый ток и количество коммутаций. В нормальном режиме работы, при отсутствии коммутаций, электрические параметры, как правило, не превышают установленных заводом-изготовителем номинальных параметров и остаточный ресурс не уменьшается. В данном случае предполагается использование данных с двух автоматизированных систем – системы телемеханики (подсчет количества коммутаций) и системы регистрации аварийных событий (определение коммутируемого тока).

Запуск регистратора аварийных событий не обязательно является следствием отключения конкретного диагностируемого выключателя, вследствие чего количество осциллограмм не совпадает с количеством реальных отключений. Поэтому каждое включение/отключение фиксируется именно системой телемеханики (дискретные входы контроллеров телемеханики подключаются к блок-контактам выключателя), и на основании времени события выбирается соответствующая осциллограмма тока на выключателе. Полученные данные из каждой осциллограммы в указанном прототипе программы импортируются в матрицу значений в программе MathCAD, в которой происходит выделение переходного процесса, усреднение мгновенных значений токов и расчет сработанного и остаточного ресурсов.

Методы расчета остаточного ресурса выключателей приводятся в [1, 2]. Для выключателей, у которых функции отключения и включения выполняются различными контактными системами, коммутационный ресурс определяется как количеством отключений, так и количеством включений. Далее будет рассмотрена методика для выключателей, у которых отклю-

# ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

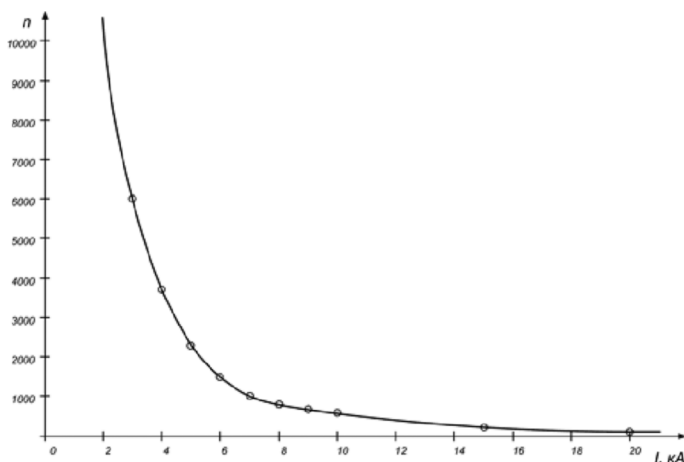


Рис. 2. Зависимости допустимого количества отключений выключателя ВВ/TEL-10-20/1000 от коммутируемого тока

чения и включения выполняются одними и теми же контактами (как правило, расход коммутационного ресурса при включении существенно меньше, чем при отключении). Кривые зависимости допустимого количества отключений (включений) от тока строятся на основании данных предприятий-изготовителей, приводимых в инструкциях по эксплуатации. На рис. 2 приведена зависимость количества отключений для выключателя ВВ/TEL-10-20/1000 [3].

В данном случае для получения по исходным точкам самой математической функции допустимого количества отключений применена кубическая сплайн-интерполяция.

Расход коммутационного ресурса за одно отключение тока  $I$  равен величине, обратной допустимому количеству отключений при данном токе:

$$\rho_{0I} = \frac{1}{n_{0I}},$$

где  $\rho_{0I}$  – расход коммутационного ресурса при токе  $I$ ;  $n_{0I}$  – допустимое количество отключений при токе  $I$ .

После каждой коммутации из остаточного ресурса выключателя  $R_{ост}$  вычитается величина расхода коммутационного ресурса за одно отключение и таким образом определяется текущий остаточный ресурс выключателя:

$$R_{ост.т} = R_{ост} - \rho_{0I},$$

где  $R_{ост.т}$  – текущий остаточный ресурс выключателя (с учетом рассматриваемого отключения);

$R_{ост}$  – остаточный ресурс выключателя (до рассматриваемого отключения).

Условие вывода выключателя в ремонт:

$$R_{ост.т} < \frac{1}{n_{0\text{мин}}},$$

где  $n_{0\text{мин}}$  – допустимое количество отключений при наибольшем токе, возможном в месте установки выключателя.

Учет остаточного ресурса рассчитывается для каждого из полюсов высоковольтного выключателя.

На основании статистики отключений (количество циклов включения/отключения, токов отключений), которая ведется в программе диагностики, можно осуществлять прогноз и рекомендации по сроку проведения очередного ремонта.

Следует также отметить, что у одного из производителей регистраторов аварийных событий в России в программном обеспечении имеется функция «Определение расхода коммутационного ресурса выключателей».

Таким образом в настоящее время существует возможность с минимальными затратами создавать на предприятиях электроэнергетики системы диагностики электрооборудования (от самых простых до достаточно серьезных систем контроля состояния трансформаторов и генераторов). Системы для «простого» оборудования в большей степени способны сами производить прогноз, системы для сложного оборудования менее точны в области прогнозирования, но могут предоставлять информацию для дальнейшего экспертного анализа о состоянии электрооборудования.

## Литература

1. Назарычев А.Н. Методы и модели оптимизации ремонта электрооборудования объектов энергетики с учетом технического состояния. – Иваново: ИЭК Минэнерго РФ, 2002. – 168 с.
2. Методические указания по определению расхода коммутационного ресурса выключателей при эксплуатации // НИЦ ВВА, 1991. – 9 с.
3. Выключатели вакуумные серии ВВ/TEL (коммутационный модуль). Руководство по эксплуатации ТШАГ674152.003 РЭ.
4. Гук Ю.Б., Довжик Л.Б., Мессерман Г.Т., Никифорова Ф.В. Прогнозирование надежности высоковольтных выключателей с помощью математической модели отказов // Электричество. — 1969. — № 11. — С. 5–10.





## РЫНОК ТРАНСФОРМАТОРОВ: ТРИ ФАЗЫ КРИЗИСА?

**Р**азличные сегменты трансформаторного рынка по-разному реагируют на кризис. Менее других уязвима группа масляных трансформаторов 6(10)/0,4 кВ. Девальвация российской валюты активизировала процессы вытеснения импортного оборудования и комплектующих отечественными аналогами. Девять поставщиков трансформаторной продукции комментируют ситуацию на рынке.

Несколько предкризисных лет стали периодом активного развития отечественного рынка трансформаторной продукции. Динамике способствовал общий экономический подъем и растущий спрос на оборудование со стороны энерго- и электросетевых, промышленных и ресурсодобывающих компаний, сферы ЖКХ. С одной стороны, на российский рынок активно «заходили» иностранные производители, с другой – отечественные компании стремились не только удовлетворить внутренний спрос, но и расширять экспортные поставки. Этот процесс хорошо иллюстрирует ситуация, сложившаяся в Уральском регионе – одном из российских лидеров по производству трансформаторов. Общий объем трансформаторного экспорта (в основном – в страны ближнего зарубежья) в 2007 – I кв. 2008 гг. по Уралу в денежном выражении превысил 16,5 млн долл. США (табл. 1).

Финансово-экономический кризис, начавшийся во второй половине прошлого года, по всей видимости, серьезно подкорректирует производственные про-

граммы и планы российских энергомашиностроителей, в том числе и компаний, выпускающих трансформаторы.

В конце 2008 – начале 2009 г. возникли предпосылки снижения спроса на трансформаторы. Крупнейшие российские энергокомпании сокращают инвестиционные программы. Так, ФСК почти в 2 раза уменьшит расходы на реконструкцию действующих и строительство новых объектов. Инвестпрограмма МРСК может «похудеть» на 30%. Пересматриваются планы ввода новых энерго мощностей и на промышленных предприятиях.

Пока нет «кризисной» статистики производства и продаж трансформаторов российскими компаниями, а мнения экспертов довольно противоречивы. Многие говорят о снижении спроса и даже стагнации трансформаторного рынка. Другие отмечают, что рынок продолжает развиваться, но иначе, чем до кризиса. Количество отгрузок снизилось незначительно, но более высокая цена обеспечивает рост – не в количественном, а в денежном выражении. Подорожание трансформаторов обусловлено тем, что российские производители используют импортные комплектующие. Маркетинговое исследование, проведенное одной из российских компаний, отмечает изменения в структуре спроса на трансформаторы. В частности, по данным компании, наблюдается повышение спроса на импортные трансформаторы высокой мощности. На

Таблица 1

Рейтинг основных экспортеров (производителей) трансформаторов Уральского региона.  
Период 2007 – I кв. 2008 г.

Предприятие	Общий объем поставок, тыс. долл. США	Доля в общем объеме продаж, тыс. долл. США	Общий объем поставок в ед. товара	Доля в общем объеме продаж в ед. товара
Свердловский завод трансформаторов тока	6986,75	42,17	44865	85,93
Уралэлектротяжмаш-Уралгидромаш	4795,47	28,95	61,00	0,12
Росэнерготранс	683,05	4,12	10	0,02
Уралтермосвар	320,17	1,93	572	1,10
АБВ Электроинжиниринг	288,60	1,74	12	0,02
Курганский электромеханический завод	192,26	1,16	28	0,05
Завод сварочного оборудования «Искра»	164,38	0,99	322	0,62
Уралэлектротяжмаш	117,33	0,71	9	0,02
Прочие	3019,12	18,22	6333	12,13
<b>Итого</b>	<b>16567,14</b>			

Источник: ИАК «ВладВнешСервис».

«кризисом» российском рынке трансформаторной продукции идут противоречивые процессы. С одной стороны, увеличение потребности в мощных и дорогих импортных трансформаторах, с другой – недоступность дорожающего оборудования для многих потребителей. Крупные компании, в меньшей степени пострадавшие от кризиса, продолжают реализовывать проекты, требующие, в том числе, дорогостоящего электрооборудования. Компании же, в большей степени подверженные кризисным явлениям, вынуждены либо отказываться от проектов, либо вести их, снижая финансовые вложения, т.е., закупая менее дорогое и, как следствие, менее качественное оборудование.

Чтобы детальнее разобраться в кризисных тенденциях и посткризисных перспективах рынка, редакция [www.energyland.info](http://www.energyland.info) попросила прокомментировать ситуацию ведущих российских поставщиков трансформаторной продукции.

**Александр Смирнов**, ведущий менеджер отдела маркетинга ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» (г. Екатеринбург):

– С ноября 2008 года на СЗТТ снизились объемы продаж, однако уже в феврале-марте 2009 года наметилась тенденция роста. Большинство организаций сейчас ограничивает закупки, временно заморозив средства. Заказчики стали более осторожными в расходовании денег.

Цены на продукцию СЗТТ сейчас держатся на уровне декабря 2007 года. И хотя за последние месяцы мы неоднократно сталкивались с просьбами потребителей снизить цены, анализ ситуации на рынке подсказывает, что реальных оснований для этого нет. Да, в период кризиса подешевели некоторые материалы, например медь, но в то же время подорожала электротехническая сталь. Кроме того, мы используем импортное оборудование и запчасти, а также импортные материалы, которые закупает в Европе, цены на которые привязаны к евро или доллару. Спрос на электротехническую продукцию в ближайшие годы будет восстанавливаться. Возможны скачки, многие проекты будут разморожены еще не скоро, но завод не останавливает работу. Наши прогнозы исключительно положительные.

**Сергей Рузанов**, заместитель директора по продажам силовых трансформаторов ООО «Управляющая Компания «Электроцит» Самара»:

– Снижение спроса на рынке силовых трансформаторов в I квартале 2009 года безусловно наблюдается. В первую очередь это связано с сокращением инвестиционных программ крупнейших компаний электроэнергетической отрасли.

Мы провели тщательный анализ всех сегментов рынка, по результатам которого было принято решение максимально уделить внимание нескольким отраслям, в которых снижение объемов закупок сило-

вых трансформаторов наблюдается в меньшей степени. А по отношению к остальным секторам – повысить степень ответственности перед заказчиками и максимально удовлетворить их потребность.

Поведение основных заказчиков в условиях сложившейся экономической ситуации однозначно меняется. Практически все закупки осуществляются посредством конкурсов, основные требования которых – наиболее выгодные условия поставок. Оценив рынок комплектующих и материалов, наши специалисты выполнили расчет эффекта дохода и эффекта замещения при изменении спроса на импорт в результате изменения обменных курсов валют. Вывод: импортозамещение – один из основных факторов в период кризиса.

**Александр Багуцкий**, руководитель отдела комплектации ООО «Компания Энергон» (г. Москва):

– Спрос на силовые трансформаторы, например типа ТМГ, не изменился, и это связано в первую очередь с высоким уровнем износа основных фондов энергосетевых компаний. Утверждены планы их обновления, ведь даже в кризисное время электроэнергетика не может останавливаться. Это дает нам основание сделать прогноз о том, что в ближайшие 2–3 года спрос на трансформаторы не изменится, несмотря на кризис.

Ситуация с комплектными трансформаторными подстанциями несколько иная. Мы можем отметить увеличение потребности крупнейших компаний сырьевого сектора в КТП. У них имеются четкие программы закупок и по ним ситуация кардинально не поменялась. Конечно, возникли сложности с формой оплаты, сроками проведения платежей. Конкурсы проводятся, а оплата или запуск производства по результатам конкурса начинается с опозданием. Стала обычной практикой поставка оборудования на условиях предпоставки, когда предприятие за счет собственных средств производит КТП и затем доставляет заказчику.

Нет тенденции применения более дешевых комплектующих или оборудования вторичного рынка (б/у трансформаторов) с целью снижения стоимости КТП – для крупных предприятий это неприемлемо.

Хотя январь и февраль не показательны (на эти месяцы приходится самый низкий уровень продаж в году), но если сравнивать с январем-февралем прошлого года, то можно отметить, что количество запросов на КТП, приходящих от прямых заказчиков, уменьшилось на 20–30%. Сетевым компаниям и небольшим производственным предприятиям, которым требовалось расширение и дополнительные мощности, пришлось пересматривать свои планы и приостановить некоторые проекты по реконструкции.

**Дмитрий Журавлев**, директор по маркетингу и продажам компании «БалтЭнергоМаш» (г. Москва):

– В сегменте трансформаторов большой мощности на напряжение 110/35/10 кВ наблюдается серьез-

ное сокращение объемов продаж. Урезание многих инвестиционных программ в промышленности, строительстве, госсекторе повлекло за собой сокращение потребностей в мощностях, как следствие, многие сетевые компании сократили программы перспективного развития в разы. Основным удар пришелся на реконструкцию и строительство ПС 110(35).

Сейчас ситуация напоминает ту, что была лет пять назад. Тогда основными потребителями трансформаторов большой мощности были «Газпром», нефтяные компании и предприятия сырьевого сектора. Но и здесь наблюдаются проблемы с финансированием инвестиционных программ 2009 года.

Менее всего кризис затронул сегмент масляных трансформаторов 6(10)/0,4 кВ, т.к. до 70% оборудования этой группы идет на капитальный ремонт и техническое перевооружение. Сокращение – до 20–25 %.

Наконец, в сегменте сухих трансформаторов 6(10)/0,4 кВ наиболее уязвима продукция иностранных производителей, т.к. большинство российских потребителей нацелено сейчас на сокращение издержек. В тех случаях, когда это разрешается Ростехнадзором и существующим законодательством, они стараются приобретать вместо сухих трансформаторов масляные.

**Сергей Гриднев**, коммерческий директор ООО «Бетранс» (г. С.-Петербург):

– Рынок трансформаторов как часть электротехнического рынка не постоянен, его динамика зависит от многих факторов. В первую очередь – от темпов развития, строительства и модернизации объектов энергетики, промышленности и ЖКХ. Сейчас, в связи с общим экономическим кризисом, отсутствием финансирования, закрытием многих инвестиционных программ и, как следствие, снижением темпов развития экономики, общий объем спроса на силовые трансформаторы снизился. Уменьшение спроса заставляет производителей снижать цены. Например, «Укрэлектроаппарат», «МЭТЗ им. В.И. Козлова», Алтайский и Самарский трансформаторные заводы, чтобы поддержать производство и сохранить рабочие места, прибегли к снижению отпускных цен в среднем на 5–10% от уровня прошлого года.

Скорее всего, в ближайшее время ситуация останется без изменений. Но если при поддержке Правительства РФ будет реализован комплекс антикризисных мер в области строительства и энергетики, спрос на рынке трансформаторов в течение 2–3 лет может вернуться к объемам 2008 года.

**Валерий Щукин**, начальник отдела маркетинга ООО «Элеком» (г. Екатеринбург):

– Учитывая динамику изменения прогнозов электропотребления (временный фактор), с одной стороны, и степень физического износа трансформаторного парка – с другой (постоянно возрастающая составляющая), можно сделать вывод, что в ближай-

шие годы возникнет острая необходимость ретрофита (реконструкции) или замещения большого количества подстанций новыми.

Предпосылки:

♦ значительная часть парка трансформаторов имеет длительный срок эксплуатации, это усугубляется недостатками конструкций трансформаторов выпуска до 1978 года, имеющих динамически неустойчивые обмотки;

♦ трансформаторы выпуска до 1965 года имеют магнитопроводы из горячекатаной стали с повышенными активными потерями;

♦ ежегодно выходят из строя с повреждением обмоток около 1% трансформаторов, 50% из них списываются;

♦ плановая замена изношенных трансформаторов не производится;

♦ отдельной острой проблемой трансформаторов является техническое состояние высоковольтных вводов.

Поэтому спрос на трансформаторы в ближайшей и долгосрочной перспективе будет только повышаться.

**Мария Андреева, руководитель отдела трансформаторного оборудования ООО «РОСПОЛЬ-ЭЛЕКТРО» (г. С.-Петербург):**

– Начиная с 2002 г., в России резко увеличился спрос на сухие трансформаторы с литой изоляцией. Это объясняется в первую очередь их экологичностью и пожаробезопасностью, простотой монтажа и обслуживания, малыми эксплуатационными расходами. Благодаря компактным размерам и низкому уровню шума данный тип оборудования находит все большее применение при реконструкции существующих подстанций, а также во встроенных подстанциях в жилищном строительстве и на объектах соцкультбыта.

Мировые экономические тенденции последнего времени повлекли за собой приостановку финансирования строительства новых объектов и реконструкции существующих. В сложившихся условиях ужесточилась конкуренция среди поставщиков.

Если в середине 2008 года выбор оборудования был обусловлен соотношением цена/качество, то сегодня, стараясь минимизировать затраты, заказчики руководствуются прежде всего стоимостью.

Согласно статистике последних лет, ежегодный прирост рынка сухих трансформаторов составлял около 25%. Несмотря на сложившуюся экономическую ситуацию, объем рынка сухих трансформаторов остается на уровне 2005 года.

**Ирина Дубровская, старший менеджер отдела продаж ЗАО «Электронмаш» (г. С.-Петербург):**

– Несмотря на кризис, спрос на трансформаторы стабилен и продолжает расти. По нашим данным, темп роста рынка трансформаторов составил за последние несколько лет 20–25%.

Основные заказчики не потеряли устойчивых позиций, это относится в первую очередь к предприятиям нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслей, объектам ТЭЦ и энергетическому сектору. Износ оборудования в энергетическом секторе значителен, и поэтому спрос на трансформаторы не снижается.

Изменения коснутся в первую очередь соотношения долей трансформаторов отечественного и зарубежного производства. Стоимость продукции становится основным фактором, влияющим на решение заказчика, а поскольку по известным причинам импортные трансформаторы значительно возросли в цене, то отечественная продукция занимает все более выгодные позиции.

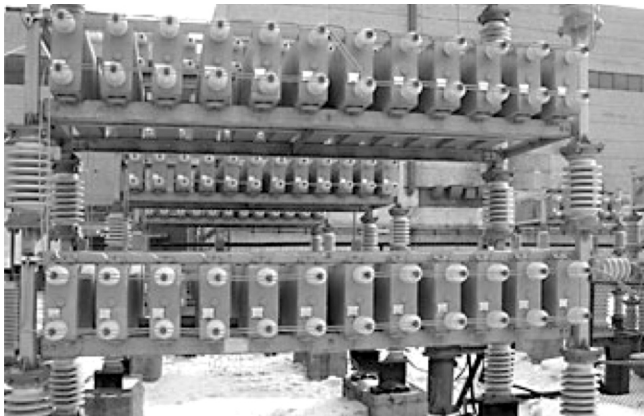
**Виктор Румянцев, заместитель генерального директора ЗАО «Эйч Ди Энерго» – официальный дистрибьютор Hyundai Heavy Industries/ Electro Electric Systems (г. Москва):**

– На фоне падения рубля стоимость оборудования зарубежных производителей растет, а для российского потребителя нередко цена – определяющий фактор выбора. Азиатские компании (Корея, КНР) находятся в более выгодном положении, чем европейские, но, конечно, увереннее всего себя чувствуют украинские и российские производители, ведущие расчеты в рублях, использующие комплектующие в основном российского или соответственно украинского производства.

При снижении спроса на трансформаторное оборудование в России возможно снижение объемов производства, но скачка цен в сторону повышения или понижения пока не предвидится.

Некоторые европейские компании, чтобы остаться на российском рынке, идут на снижение прибыли. Но одновременно работают на пределе рентабельности никто не будет, даже для того, чтобы удержаться на занятой ранее позиции. Тем не менее, надеюсь, что основные российские потребители трансформаторного оборудования не пойдут на то, чтобы отказаться от продукции зарубежных производителей.

**Константин Литвиненко. Energyland**



Ю. Лавров, канд. техн. наук,  
зав. кафедрой ТЭВН  
Новосибирского государственного  
технического университета

## КАБЕЛИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА: ТРЕБОВАНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ, ЭКОЛОГИЧНОСТИ

*Применение в кабелях высокого напряжения (ВН) СПЭ-изоляции (ее также называют пластмассовой, соответственно, кабели с такой изоляцией – КПИ) дает определенные преимущества по сравнению с маслонаполненными кабелями среднего и высокого давления.*

**К** основным преимуществам кабелей нового поколения следует прежде всего отнести более высокие значения пропускной способности, легкость монтажа, сниженные эксплуатационные затраты и отсутствие жидких компонентов. Однако относительно высокая стоимость КПИ ВН требует как на стадии выбора конструкции кабеля и проектирования кабельных линий (КЛ), так и на стадии их эксплуатации системного подхода, при котором необходимо по возможности учесть все факторы, влияющие на экономичность, эксплуатационную надежность, а в ряде случаев и экологичность КЛ (рис. 1).

Ранее в [1–3] были рассмотрены особенности проектирования и эксплуатации КПИ в распределительных

кабельных сетях среднего напряжения (РКС СН). В настоящей статье из-за ограниченного формата рассмотрим кратко для КПИ ВН некоторые факторы матрицы, представленной на рис. 1. Поскольку эти факторы взаимосвязаны (иногда с отрицательной обратной связью), то наряду с оптимальным выбором конструкции кабеля (адаптированного к конкретному проекту) для принятия рациональных проектных решений следует находить некоторый компромисс между отдельными факторами.

### **ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Основная задача проектировщика и эксплуатирующей организации заключается в нахождении золотой середины, когда спроектированная КЛ ВН будет иметь требуемую надежность эксплуатации, а также фактическую наработку не меньше регламентированного срока службы кабеля при минимальных стоимостных показателях КЛ, обусловленных себестоимостью и эксплуатационными издержками.

# ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

В процессе эксплуатации изоляционная конструкция КПИ ВН подвергается воздействию теплового поля (в нормальном режиме и в режимах перегрузки), а также электрического поля промышленной частоты и высокочастотных перенапряжений.

Уровень и форма последних зависят от схем применения КПИ, которые условно можно разделить на следующие группы:

- ♦ использование КПИ 110–220 кВ в качестве кабельной вставки между ВЛ и КРУЭ (ОРУ) с длиной КЛ от 0,5 до 3,0 км (рис. 2, а) с последующим электроснабжением потребителей посредством РКС СН;
- ♦ применение КПИ 220–500 кВ длиной в единицы километров для глубокого ввода мощности в города-мегаполисы с последующим электроснабжением потребителей через РКС ВН и СН (рис. 2, б);
- ♦ применение КПИ 220–500 кВ длиной 1–2 км для вывода мощности на ГЭС со стороны нижнего бьефа на КРУЭ 220–500 кВ, расположенного на верхнем бьефе станции (рис. 2, в);
- ♦ при пересечении ВЛ 500 кВ коридора, в котором проходят несколько цепей ВЛ 110–220 кВ, вместо применения высоких переходных опор в месте пересечения используется кабельная вставка длиной 0,3–0,5 км (рис. 2, г);

♦ применение в городских РКС ВН кабельных линий 110–220 кВ длиной 5–15 км, осуществляющих связь между генерирующими источниками (ТЭС, ТЭЦ) и КРУЭ (рис. 2, д).

## ГРОЗОУПОРНОСТЬ

Технико-экономическая координация изоляции КПИ ВН, связанная с приведением изоляции к норме, должна осуществляться с учетом современных концепций оценки грозоупорности объектов электроэнергетики.

В частности, для правильного выбора защитных характеристик ОПН необходимо принимать во внимание:

- ♦ расстояние от места грозового поражения ВЛ до кабельной вставки;
- ♦ схему применения КПИ;
- ♦ случайный характер ориентировки канала лидера разряда молнии в системе «грозотрос – провод ВЛ – земля»;
- ♦ реальную форму волны тока молнии;
- ♦ динамические свойства вольт-амперной характеристики ОПН при воздействии крутых волн.

Следует отметить, что для повышения эксплуатационной надежности и срока службы КПИ ВН наряду

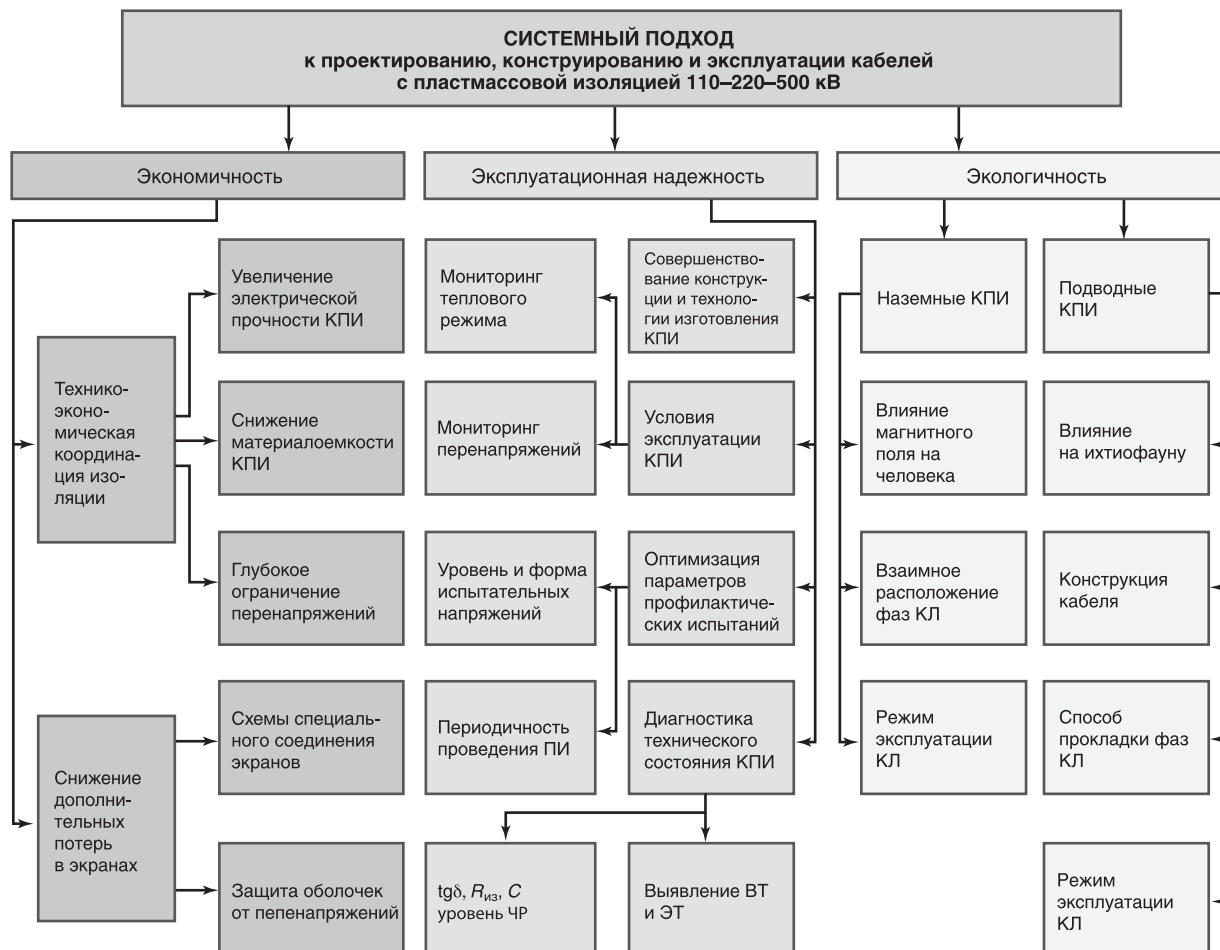


Рис. 1. Факторы, обуславливающие экономичность, надежность и экологичность КЛ ВН

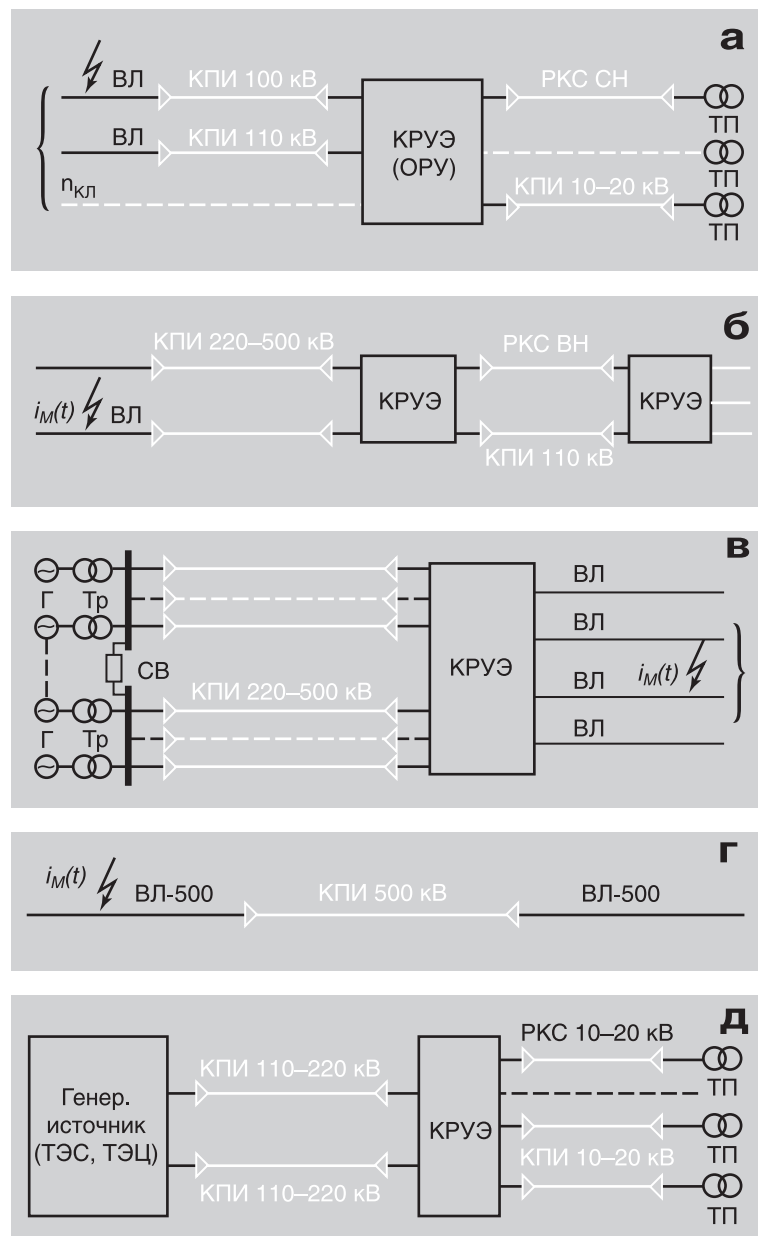


Рис. 2. Типовые схемы применения КПИ 110–220–500 кВ

с ограничением грозových перенапряжений желательнo уменьшить частоту их воздействия и снизить крутизну импульсных волн напряжения. Для достижения этих целей на стадии проектирования могут быть предусмотрены по отдельности или в сочетании следующие мероприятия (оптимальные для конкретного проекта):

- ♦ в зависимости от схемы применения установка ОПН по концам (или с одной стороны) кабельной вставки;
- ♦ применение на двухцепных ВЛ 110–220 кВ дифференциальной линейной изоляции;
  - на подходе к кабельной вставке:
- ♦ включение в рассечку провода ВЧ-заградителя (иногда с параллельным подключением ОПН);
- ♦ применение продольных защитных устройств с высокоомной оболочкой из ферромагнитного материала [4];

- ♦ выполнение на нескольких ближайших опорах сниженного сопротивления заземляющего устройства;

- ♦ замена провода типа АС на провод типа СА (провод повышенной механической устойчивости, который применяется для ВЛ в горных условиях, внутри провода алюминиевый сердечник, сверху – стальные проволоки);

- ♦ применение подвесных разрядников (ОПН).

## Тепловой режим

Экономичность, эксплуатационная надежность и фактический срок службы КПИ ВН зависят в том числе и от теплового режима эксплуатации кабелей, который определяется способом прокладки кабелей, условиями теплоотвода, схемой заземления экранов, наличием или отсутствием транспозиции экранов, количеством рядом расположенных цепей, наличием внешних источников тепла и локальных специфических мест с худшими условиями теплоотвода и т.д. Из перечисленного перечня факторов остановимся на двух, которые в настоящее время не совсем отработаны в нормативном и методическом планах: выбор конструкции кабеля (по токовой нагрузке) и применение специальных схем соединения экранов.

На первой стадии выбора конструкции кабеля (сечения токопроводящей жилы) расчет теплового режима эксплуатации КЛ по токовой нагрузке осуществляется приблизительно, с использованием так называемых поправочных коэффициентов, учитывающих специфику грунта, прокладки и т.д. После выбора конструкции кабеля должен осуществляться уточненный расчет теплового режима КЛ на основе методики МЭК 60287 (при необходимости численных расчетов методом конечных элементов).

Как правило, уточненный расчет теплового поля с учетом всех нюансов в качестве технической

поддержки осуществляют сервисные технические службы предприятий – изготовителей кабелей либо квалифицированные специалисты. Однако на практике встречаются случаи, когда выбор конструкции кабеля и условий его прокладки ограничивается стадией инженерных прикидок, что не совсем правильно.

Для повышения пропускной способности КПИ ВН применяют специальные схемы заземления и соединения экранов, которые позволяют убрать дополнительный источник тепла в изоляционной кабельной конструкции за счет устранения протекания продольных токов по экранам кабеля. К реализации этой идеи необходимо подходить осторожно, с позиции разумной достаточности, поскольку целесообразность выбора схемы заземления экранов по концам КЛ, одностороннего заземления (многократного одностороннего заземления) или транспозиции экранов зависит от многих взаимосвязанных факторов: передаваемой мощности, сечения токопроводящей жилы, способа прокладки, условий теплоотвода, наличия принудительной вентиляции, длины КЛ и др.

На практике также встречались случаи, когда на относительно коротких участках КЛ (длиной до 1,5–2 км) и при относительно небольшой передаваемой мощности проектировалась не просто схема одностороннего заземления экрана (что требовало минимальных финансовых вложений), а выбиралась схема транспозиции экранов. Помимо увеличенных стоимостных показателей КЛ, дополнительно появлялась проблема защиты оболочек в местах их специального соединения от импульсных воздействий. Поэтому выбор той или иной схемы соединения экранов должен производиться совместно с тепловым расчетом КЛ на основе технико-экономического обоснования, поскольку может оказаться экономически выгоднее несколько увеличить сечение токопроводящей жилы (или перейти с алюминиевой на медную) по сравнению со случаем применения транспозиции экранов, где необходимо предусматривать по трассе КЛ обслуживаемые колодцы для узлов транспозиции, разделительные (транспозиционные) муфты, защитные аппараты для оболочек и т.д.

Наряду с вышеотмеченными моментами на надежность эксплуатации и срок службы КПИ ВН также влияют условия их эксплуатации, например: фактические (которые могут не соответствовать проектным) условия теплового воздействия на КЛ в нормальном режиме и режимах перегрузки, а также периодичность, форма и уровни напряжений при профилактических испытаниях.

## Необходимость мониторинга

Для получения фактических тепловых условий эксплуатации КЛ (позволяющих прогнозировать их остаточный ресурс и при необходимости оперативно изменять токовую нагрузку) необходимо применять современные системы мониторинга в режиме реаль-

ного времени на основе оптоэлектронных устройств, оптоволоконна (распределенного температурного датчика, встроенного непосредственно в силовую кабель либо прикрепленного к кабелю снаружи) и удобных (наглядных) для диспетчера сервисных программ. При этом результаты постоянного контроля температурной кривой на поверхности кабеля вдоль трассы КЛ должны записываться в электронную базу данных с момента ввода КЛ в работу и до конца ее эксплуатации. К основным задачам непрерывного мониторинга следует отнести:

- ♦ определение и фиксацию случаев превышения номинальной рабочей (а также максимальной допустимой) температуры кабеля по времени и месту вдоль трассы КЛ;

- ♦ своевременное (превентивное) предотвращение токовых перегрузок КЛ;

- ♦ прогнозирование допустимой нагрузки при достижении кабелем максимальной расчетной температуры;

- ♦ на основе превентивных мер создание оптимальных токовых нагрузок КЛ, обеспечивающих непрерывность электроснабжения потребителей и снижение вероятности возникновения аварийных событий;

- ♦ прогнозирование остаточного ресурса кабеля на основе комплексной диагностики технического состояния КЛ.

Если в результате измерений и проверок окажется, что фактическая температура жил кабелей выше допустимого значения или обнаружатся участки с неудовлетворительными условиями охлаждения, то необходимо выполнить следующие мероприятия: улучшить вентиляцию в туннелях и каналах, засыпать траншеи грунтом с более высокой теплопроводностью, уменьшить токовую нагрузку на кабель до необходимой величины.

К сожалению, существующие зарубежные системы мониторинга в настоящее время довольно дороги и не каждое предприятие может себе позволить их установить. Вместе с тем определение локальных перегревов и превышения допустимой температуры кабеля (с возможностью передачи информации в наглядном виде на диспетчерский пульт) может быть осуществлено, например, при использовании отечественной системы мониторинга типа ПТС-1000 (фирмы «Седатэк»), которая стоит дешевле, но по техническим характеристикам не уступает зарубежным аналогам.

## Диагностика изоляции

Для получения полной картины о фактической нагрузке кабеля необходимо проводить комплексную диагностику технического состояния изоляционной системы КПИ, когда наряду с информацией о тепловом режиме эксплуатации КЛ проводится анализ основных количественных характеристик диагности-



руемых параметров (напряжение зажигания частичных разрядов (ЧР), выделяемая ЧР энергия,  $\text{tg}\delta$ ,  $C$ ,  $R_{\text{из}}$ ). В идеале эксплуатационный персонал интересуется:

- ♦ максимально достоверный прогноз остаточного ресурса кабеля;
- ♦ рекомендации по дальнейшим условиям эксплуатации КЛ;
- ♦ сроки проведения следующего диагностического обследования;
- ♦ периодичность профилактических испытаний и их параметры (уровень, частота и длительность приложенного напряжения).

К сожалению, эти рекомендации пока невозможно корректно разработать, поскольку в настоящее время нет достаточно полной ясности в выявлении признаков дефектов СПЭ-изоляции, их пороговых (количественных) значений, а также алгоритмов по оценке динамики деградации изоляционной системы.

Вместе с тем научный прогресс в области микро- и макроисследований по выявлению основных факторов, снижающих электрическую прочность СПЭ-изоляции, позволяет надеяться, что в ближайшем будущем будут разработаны формализованные критерии оценки фактического состояния изоляционной системы кабеля, представляющие собой физико-математические модели исправного (работоспособного без ограничений), дефектного (работоспособного с ограничениями) и аварийного (требующего плановой замены) кабеля.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Вопросы электромагнитной совместимости КЛ ВН с биосферой возникают, когда кабели прокладываются по дну водоема и в кабельных сооружениях.

В первом случае с помощью рационального выбора конструкции кабеля, способов прокладки отдельных фаз КЛ и режимов ее эксплуатации можно снизить до допустимой величины для ихтиофауны интенсивность электромагнитного поля вдоль подводной трассы КЛ [2].

Во втором случае, когда в кабельных тоннелях прокладываются многоцепные КЛ 110–220–500 кВ с большими токовыми нагрузками в 1,5–2,5 кА, необхо-

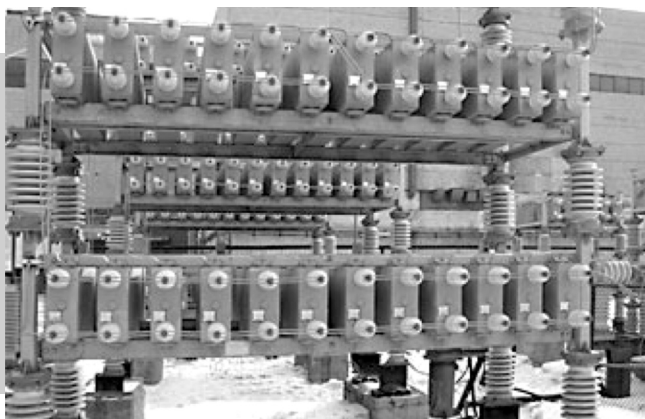
димо обеспечить нормируемый предельно допустимый уровень по напряженности магнитного поля для эксплуатационного и ремонтного персонала [5]. Это достигается за счет рационального сближения отдельных фаз КЛ (с учетом теплового режима ее эксплуатации) и оптимальной взаимной фазировки кабелей многоцепных КЛ. В рассматриваемом случае итеративно проводится численный расчет теплового и магнитного полей и при необходимости выдвигаются требования к ограничению по времени пребывания персонала вблизи трассы многоцепных КЛ.

## ВЫВОД

Обеспечение необходимой эксплуатационной надежности и высоких технико-экономических показателей КЛ ВН может быть достигнуто только при комплексном рассмотрении всех факторов, влияющих на состояние кабеля от его выбора (выбора конструкции и принятия рациональных решений на стадии проектирования) до окончания срока его службы (определяемого фактической наработкой на стадии эксплуатации).

## Литература

1. Кадомская К.П., Кандаков С.А., Лавров Ю.А. Кабели 6–10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена – требования к прокладке // *Новости ЭлектроТехники*. – 2005. – № 6(36).
2. Кадомская К.П., Кандаков Ю.А., Лавров Ю.А. Подводные кабельные линии. Экологические аспекты проектирования // *Новости ЭлектроТехники*. – 2006. – № 4(40).
3. Лавров Ю.А. Кабели 6–35 кВ с пластмассовой изоляцией. Особенности проектирования и эксплуатации. Часть I // *Новости ЭлектроТехники*. – 2006. – № 6(42); 2007. – № 1(43).
4. СанПиН 2.2.4.1191-03. Гл. 3.4: Предельно допустимые уровни электромагнитного поля частотой 50 Гц.
5. Колобов В.В. Теоретические и экспериментальные исследования высокочастотных перенапряжений на высоковольтных подстанциях энергосистем и разработка защитных мероприятий // Автореферат канд. дисс., ГОУ ВПО «СПГПУ», СПб, 2008, 23 с.



**Н. Даниелян,**  
канд. техн. наук,  
директор фирмы  
KWK Messwandler

## ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

*В последнее время в энергетике России возросли требования к точности учета измерений потребляемой мощности, особенно в сетях низкого напряжения. В связи с этим происходит повсеместная замена индуктивных счетчиков электрической энергии на электронные с более высоким классом точности. Однако на практике это часто не дает ожидаемых результатов. Точность измерений, вместо того чтобы возрастать, может значительно ухудшаться. Попробуем разобраться, почему это происходит.*

Одна из основных причин этой проблемы в том, что измерительные трансформаторы тока и напряжения эксплуатируются за пределами допустимого ГОСТа диапазона измерений их номинальных параметров, что приводит к искажению показаний счетчиков электрической энергии. Это, в частности, может происходить:

♦ при изменении мощности вторичной нагрузки. Например, при замене индуктивных счетчиков на электронные, мощность потребления которых на порядок меньше, или при увеличении длины измерительных линий, приводящей к значительному увеличению мощности нагрузки;

♦ при изменении потребляемой мощности объектов и связанным с этим изменением величины первичного тока. Например, при значительном уменьше-

нии или увеличении объема производства, что характерно в настоящее время.

Подобные проблемы существуют и в других странах мира, и поэтому интересно рассмотреть, каким образом они решаются.

### **Класс точности зависит от нагрузки**

Мощность вторичной нагрузки измерительных трансформаторов состоит из мощности измерительного прибора и плюса мощности проводов:

$$P_{\text{изм}} = P_{\text{приб}} + P_{\text{пров}}$$

где  $P_{\text{изм}}$  – нагрузка измерительного трансформатора;

$P_{\text{приб}}$  – нагрузка измерительного прибора;

$P_{\text{пров}}$  – нагрузка проводов.

Для измерительных трансформаторов нагрузка по ГОСТу должна составлять от 25 до 100% номинальной. Только тогда они работают в своем классе точности. Если нагрузка вторичной цепи выходит за пределы этого интервала, то необходима соответствующая корректировка. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся случаи, требующие корректировки мощности нагрузки.

### **Если вторичная нагрузка меньше**

**Пример 1.** Мощность нагрузки меньше допустимого значения ( $P_{\text{изм}} < 25\% P_{\text{ном}}$ ). Возьмем типичный

для России измерительный трансформатор тока с номинальной вторичной нагрузкой 10 В·А и вторичным током 5 А.

Рассчитаем  $P_{\text{изм}}$  для вновь установленного электронного счетчика. Пусть длина проводов измерительной линии составляет 5 м при сечении провода 2,5 мм<sup>2</sup>. В данном случае мощность потерь в проводах составит 1,8 В·А. Мощность потребления электронного счетчика – 0,1 В·А. В результате мощность нагрузки составит 1,9 В·А, что ниже допустимого по ГОСТу значения 2,5 В·А.

Есть два способа решения этой проблемы: замена измерительных трансформаторов на трансформаторы с меньшим значением номинальной вторичной нагрузки или подключение в измерительную цепь дополнительной нагрузки.

В Европе пошли по последнему пути, поскольку он значительно дешевле и эффективнее. Однако для измерительного трансформатора тока подключение обычного сопротивления неприемлемо, из-за того что увеличиваются угловые потери. Поэтому западные производители начали выпуск различных видов дополнительных нагрузок, не увеличивающих угловые потери. Для рассмотренного выше примера уже достаточно минимальной дополнительной нагрузки, равной 1 В·А, тогда  $P_{\text{изм}}$  станет равной 2,9 В·А и будет находиться в пределах, допустимых по ГОСТу. Для измерительных трансформаторов напряжения при переходе на электронные приборы возникает та же проблема несоответствия потребляемой мощности. При этом важно отметить, что для трансформаторов напряжения дополнительную нагрузку необходимо устанавливать как можно ближе к самому трансформатору. Включение догрузки до предохранителя дало бы наилучшие результаты для точности измерений, но возникает проблема с отключением высоковольтной системы, поэтому догрузку подключают сразу за предохранителем.

## Если вторичная нагрузка больше

**Пример 2.** Мощность нагрузки больше номинальной вторичной нагрузки измерительных трансформаторов ( $P_{\text{изм}} > 100\% P_{\text{ном}}$ ).

В этом случае также возможна либо замена трансформаторов тока и напряжения на трансформаторы с более мощной вторичной нагрузкой, либо использование преобразователей сигналов, как отдельно выполненных, так и интегрированных в трансформаторах тока. Использование последних позволяет значительно уменьшить  $P_{\text{пров}}$ . Применение трансформаторов с преобразователями сигналов дает ряд преимуществ:

- ♦ уменьшается количество соединительных кабелей, вследствие чего повышается точность измерений;
- ♦ требуется меньше времени и места для монтажа приборов;

- ♦ они безопасны при обслуживании;
- ♦ длина измерительной линии мало влияет на точность измерений.

## Отклонения первичной нагрузки

**Пример 3.** Значительно изменяется первичный ток измерительного трансформатора, т.е. он находится за пределами допустимого ГОСТом интервала измерений. Например, согласно ГОСТ 7746-89, для трансформаторов тока класса точности 0,5 допустимый интервал измерений составляет от 5 до 120% номинального тока.

Для указанного случая возможно несколько решений:

- ♦ использование измерительных трансформаторов тока с расширенным диапазоном измерений. Например, класса точности 0,5 и 0,2S, что расширяет допустимый по ГОСТу интервал измерений до 1% номинального тока. Если необходимо увеличить диапазон измерений в сторону больших токов (больше 120%), то необходимо использовать трансформаторы с увеличенным диапазоном, например 150 или 200%, что позволяет расширить диапазон первичного тока соответственно до 150 или 200% от номинального;

- ♦ использование трансформаторов тока с возможностью переключения в цепи первичной обмотки, что позволяет применять один и тот же трансформатор тока с одним и тем же классом точности для двух номинальных первичных токов. Например, трансформаторы тока с номинальным первичным током 800 и 400 А, 600 и 300 А, 1500 и 750 А и т.д. Этот подход позволяет еще больше расширить диапазон измерений по первичному току, в котором будет выполняться класс точности трансформаторов тока. В их конструкции, в зависимости от схемы включения первичной обмотки, сердечник может иметь один или два витка первичной обмотки, что позволяет использовать один и тот же трансформатор на два первичных тока, один из которых составляет ровно половину другого. Такой тип трансформаторов тока позволяет в два раза повысить номинальный первичный ток трансформатора, сохраняя при этом класс его точности;

- ♦ использование трансформаторов тока с дополнительными отводами в цепи вторичной обмотки.

## Цена вопроса

Из всего вышесказанного становится ясно, что указанные методы (а в большинстве это замена старых измерительных трансформаторов на современные, соответствующие нагрузкам в обмотках) позволяют устранить многие негативные факторы, влияющие на точность измерений. И самое время поговорить о цене вопроса.

К сожалению, на подавляющем большинстве российских предприятий измерительные трансформаторы выпускаются со стандартными параметрами, не позволяющими учитывать запросы потребителя в

# ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

каждом конкретном случае. В западных странах от этого давно ушли: современные технологии дают возможность производить низковольтные измерительные трансформаторы любой нагрузки, в зависимости от требований клиента, по одной и той же цене.

Стандартный российский трансформатор типа ТШП 0,66 стоит порядка 15 долл. США, западный – около 30 долл. США. Но он будет сделан под конкретные условия. Специалисты подсчитали, что убытки от погрешности одного неправильно подключенного или неправильно используемого измерительного трансформатора могут достигать 1000 долл. США в год. Стоит ли единовременная экономия в 15–30 долл. США таких потерь в последствии?

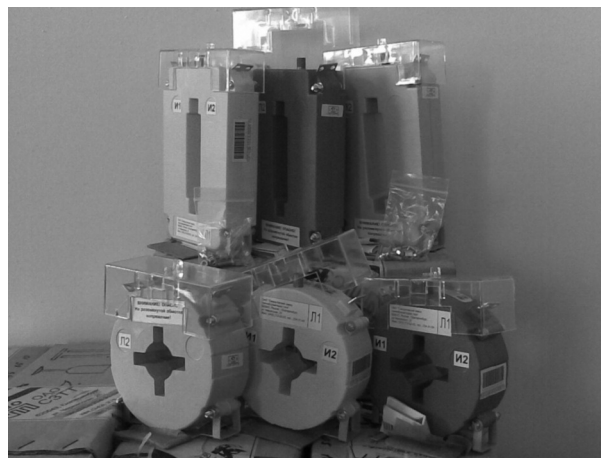


Рис. 1. Трансформатор типа ТШП-0,66

## НОВОСТИ

### **КОМПАНИЯ «ШНЕЙДЕР ЭЛЕКТРИК» СОЗДАЛА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И НОВЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ РАЗРАБОТОК В ЭНЕРГЕТИКЕ**

Целью создания Научно-технического центра (НТЦ) явился поиск путей решения основных проблем, с которыми сталкиваются поставщики электрооборудования и ключевые предприятия России, а также создание условий для осуществления новых конструкторских разработок и совершенствования гаммы оборудования «Шнейдер Электрик».

«Мы считаем, что должны предлагать в России самые передовые технологии, которые только «выходят из лаборатории». «Шнейдер Электрик» ежегодно инвестирует в разработку инновационных решений около 5% прибыли», – говорит вице-президент компании «Шнейдер Электрик» Константин Комиссаров.

Более чем за три десятилетия успешного внедрения оборудования «Шнейдер Электрик» в России специалистами компании был накоплен обширный исследовательский материал о проблемах и потребностях в сфере создания систем энергоснабжения. Руководитель Научно-технического центра компании Владимир Чехов отмечает: «Россия имеет свои, зачастую уникальные требования к поставляемому электрооборудованию, связанные как с климатическими особенностями, так и со спецификой построения и эксплуатации систем электроснабжения, обеспечения их надежности».

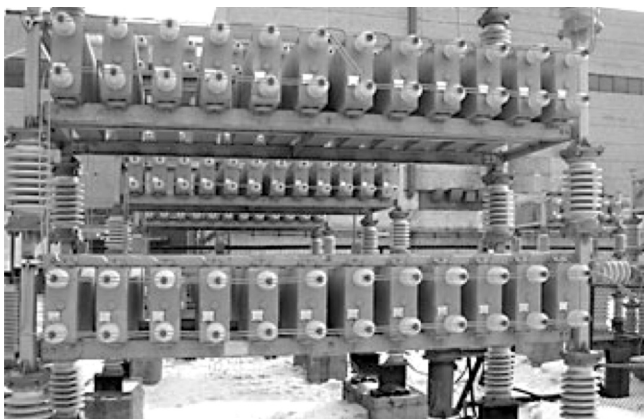
Используя современное лабораторное оборудование, сотрудники НТЦ приступили к решению насущных проблем и уже в ближайшее время планируют представить проектному департаменту компании первые разработки – трехмерные модели тепловых процессов в шкафах низкого напряжения и данные о влиянии внешних энергосистем на выбор параметров коммутационного оборудования.

На базе авторитетных сертифицированных российских лабораторий НТЦ также проводит контроль качества исходных электротехнических материалов и компонентов, используемых для производства продукции на заводах «Шнейдер Электрик».

В настоящее время в московском НТЦ работает шесть сотрудников, имеющих большой опыт проведения научно-исследовательских работ. Четверо из них имеют ученую степень кандидата наук. На постоянной основе сотрудники проводят исследования возможностей российского интеллектуального рынка, отбирают и анализируют патенты на изобретения и авторские свидетельства.

Несколько лет назад специалисты концерна Schneider Electric пришли к выводу, что инновационное развитие экономики зависит от работоспособности цепочки: исследование – идея – экспертиза – опытный образец – внедрение. В результате было принято решение о создании собственного Научно-технического центра. В настоящее время НТЦ компании открыты во Франции, Китае, Индии, Северной Америке и России.

Компания «Шнейдер Электрик»



**Р. Хусаинов,**  
канд. техн. наук., технический  
директор ЗАО «Сантерно»

## ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ: КРИТЕРИИ ВЫБОРА

**П**реобразователи частоты активно завоевывают рынок, поэтому сейчас крайне актуально повышение квалификации инженерно-технического персонала. Автор статьи не ставит перед собой цель изложить тему полностью, однако постарается помочь разработчикам оборудования лучше сориентироваться в вопросах выбора и применения преобразователей в повседневной практике.

### **Зачем это нужно?**

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором сегодня является одним из самых дешевых, надежных и энергосберегающих и поэтому активно применяется в промышленности. Однако и у него есть недостатки. Первый: не удается простым способом регулировать скорость двигателя и, как следствие, производительность механизма. Проблема, конечно, решается: в насосах применяются задвижки, ограничивающие поток жидкости; в вентиляторах – шиберы и заслонки; в промышленных механизмах – различные редукторы. Но все эти варианты имеют свои минусы: одни неэкономичны, другие ненадежны, третьи обеспечивают лишь конечный набор скоростей и необходимость остановки механизма для переключения и т.д. Второй недостаток – очень большой пусковой ток (в 5–7 раз превышающий номинальный)

и момент, приводящий к ударным механическим нагрузкам при пуске. Соответственно, необходимо использование более устойчивой коммутационной аппаратуры и применение тех или иных демпфирующих устройств.

В результате попыток решить эти проблемы родился прибор, оптимальный по своим функциям и обеспечивающий возможность плавного запуска и непрерывного регулирования скорости электронным способом, по определению более надежным, чем механический. Прибор этот получил название «преобразователь частоты».

### **Что это дает?**

Рассмотрим применения частотных преобразователей по степени популярности.

**Насосы.** Потребляемая насосом мощность пропорциональна кубу скорости вращения, поэтому использование частотного преобразователя дает экономию э/энергии до 30% и более по сравнению со способом регулирования мощности заслонками на трубе. Экономия позволяет окупить частотный преобразователь примерно за год. Попутно решается проблема гидравлических ударов: при работе преобразователя частоты пуск и останов насоса происходит плавно. Современные преобразователи веду-

щих фирм имеют систему управления, позволяющую управлять группой насосов, т.е. практически построить насосную станцию без привлечения дополнительного контроллера.

**Вентиляторы.** Все, что было сказано для насосов, относится и к вентиляторам. Экономия энергии здесь обычно еще больше, поскольку для обеспечения прямого пуска тяжелых вентиляторов часто применяются двигатели повышенной мощности. При проектировании новых установок можно использовать с преобразователем двигатель меньшей мощности, а при модернизации существующих установок дополнительная экономия получается за счет снижения потерь холостого хода.

**Транспортеры.** Здесь регулирование позволяет адаптировать скорость перемещения к скорости всего технологического процесса, которая в общем случае не является постоянной. Плавный пуск резко увеличивает ресурс механизмов за счет отсутствия ударных нагрузок в процессе выбора люфтов в момент пуска.

## Как это работает?

Переменное напряжение сети выпрямляется, сглаживается конденсаторами, а затем из полученного постоянного напряжения выходной генератор формирует напряжение необходимой частоты и амплитуды (рис. 1).

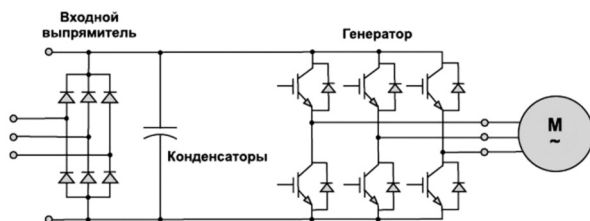


Рис. 1. Схема работы преобразователя частоты

Формирование схематически показано на рис. 2 и происходит довольно забавно: по существу, генератор просто открывает и закрывает нужные выходные ключи, формируя последовательность импульсов различной ширины. Результат отнюдь не похож на синусоиду. Однако в работе участвует и двигатель, индуктивность которого приводит к сглаживанию кривой тока, который оказывается пропорциональным среднему значению напряжения (поэтому от преобразователя частоты без специальных мер и нельзя питать другие нагрузки).

По такой силовой схеме собрано подавляющее большинство представленных на рынке преобразователей частоты. Все отличия кроются в функциях системы управления, которые можно разделить на три группы: управление силовыми ключами выходного генератора; обеспечение защиты двигателя, сети и самого преобразователя частоты; систему обмена информацией с внешним миром.

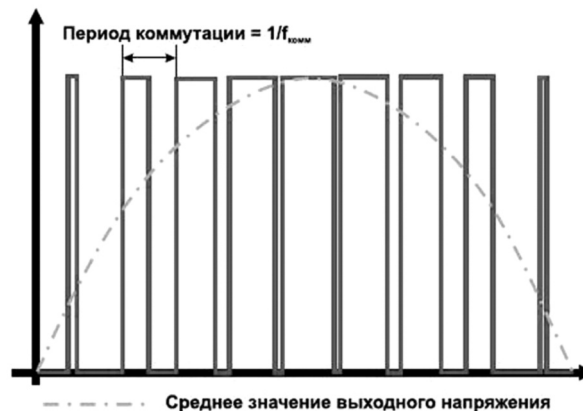


Рис. 2. Формирование частоты и амплитуды в преобразователе частоты

## Критерии выбора

Раз уж мы заговорили о рынке, то нужно понимать, что задача каждого производителя – продать свое оборудование. Поэтому из имеющегося набора возможностей он включает в прибор только те, за которые, по его мнению, пользователь готов заплатить. Еще некоторое количество функций можно реализовать в виде опций, которые можно добавить при заказе. Здесь появляется первый компромисс: чем больше функций в базовой версии, тем дешевле каждая из них, но тем дороже весь прибор. И наоборот, чем больше функций предлагается в виде опций, тем дешевле базовая версия, но тем дороже каждая возможность и ниже надежность прибора в целом. Кроме того, количество одновременно подключаемых опций также ограничено. Поэтому стоит выбрать тот прибор, который большинство нужных функций имеет в базовом варианте, а одну-две опции можно заказать дополнительно.

Итак, на что стоит обратить внимание при выборе? Оговоримся, что выбирать мы будем только из технических соображений; стоит выбрать несколько моделей, отвечающих техническим требованиям, а уже потом из них выбирать ту, что соответствует другим критериям: цене, надежности, срокам поставки, уровню сервиса и т.д.

Сначала следует отбросить те линейки преобразователей, которые явно не подходят: отсутствие моделей нужной мощности, из-за открытого исполнения, предназначенного для встраивания, и т.п.

**По типу механизма** нужно определить способ управления – **скалярное или векторное**. Большинство современных преобразователей реализуют тот или иной вариант векторного управления двигателем; при необходимости эти преобразователи могут работать и в более простом скалярном режиме (поддержание постоянного отношения выходного напряжения к выходной частоте). Этот режим вполне достаточен для несложных приводов – насосов, вентиляторов, конвейеров, транспортеров и т.п., а его преимуще-

ством является возможность управлять более мощными двигателями при использовании тех же силовых элементов. Нужно отметить, что на рынке почти не осталось моделей, не имеющих векторного управления, поэтому большое значение наличие «ненужного» векторного управления придавать не стоит – его можно будет просто отключить.

**Мощностной ряд.** Если требуемое количество преобразователей определено, то желательно, чтобы в ряду были модели всех нужных мощностей – так проще обеспечить унификацию – от запчастей и опциональных компонентов до упрощения жизни обслуживающего персонала. Если же процесс перехода на регулируемый привод видимых ограничений не имеет, то желательно выбрать ряд с наиболее широким диапазоном мощностей.

**Входное напряжение.** Этот параметр определяет, при каком напряжении в сети преобразователь частоты сохраняет работоспособность. Узнайте, какое напряжение может быть в питающей сети (именно какое может быть, а не какое должно быть), и постарайтесь, чтобы преобразователь его пережил. Причем если пониженное напряжение приведет просто к остановке (а у хороших моделей – только к пропорциональному снижению скорости), то увеличение напряжения выше допустимого может привести к выходу прибора из строя.

**Диапазон регулирования частоты.** Верхний предел важен при использовании двигателей с высокими номинальными частотами 200 ÷ 1000 Гц. Обычно это механизмы с очень большими скоростями – шлифовальные машины, центрифуги и т.п.

Убедитесь, что преобразователь может дать ту частоту, на которую рассчитаны двигатель и механизм. Нижний предел определяет диапазон регулирования скорости. Если диапазон больше 1:10 вам не нужен, то и не обращайтесь на это внимания. А если нужен, то даже заявленный диапазон частот от 0 Гц не гарантирует устойчивую работу, и этот вопрос нужно прояснять с производителем особо. Кстати, в этом случае, скорее всего, потребуются векторное управление.

**Количество входов управления.** Дискретные входы нужны для ввода различных команд (пуск, стоп, выбор фиксированной скорости, реверс, аварийное торможение, изменение задания и т.п. – входы обычно программируются пользователем); аналоговые – для ввода сигналов задания и обратной связи (обычно 0 ÷ 10 В или 4 ÷ 20 мА). Цифровые (не путать с дискретными!) входы нужны для ввода высокочастотных сигналов от энкодеров (цифровых датчиков скорости и положения). Большое количество входов нужно в тех случаях, если планируется построение сложной системы управления с множеством управляющих сигналов. Сказать заранее, хватит входов или нет, сложно, поэтому чем больше входов, тем лучше, но отвергать модель только из-за малого количества входов не стоит.

**Количество выходных сигналов.** Дискретные выходы также используются для построения сложных систем (например, насосных станций) и для вывода сигналов о различных событиях, а аналоговые – для питания показывающих приборов и опять же для построения систем управления. Рекомендации по выбору – те же, что и для входов.

**Управление.** Речь в данном случае идет об оперативном управлении, т.е. о том, как будет управляться привод в рабочем режиме. Может осуществляться через входы управления, со встроенного или выносного пульта, а также по шине последовательной связи (от контроллера или компьютера). Часто допустимо комбинированное или переключаемое управление.

**Срок гарантии.** Косвенно позволяет судить о надежности техники, особенно импортной, поскольку организация сервисной службы в России – дело хлопотное и дорогое. Правда, по опыту автора, в России подавляющее количество выходов преобразователей частоты из строя происходит либо из-за некачественного электроснабжения, либо из-за пресловутого «человеческого фактора»; понятно, что эти случаи под гарантию не попадают. Тем не менее более длинный срок гарантии греет душу...

Если нет каких-либо специальных требований, то на этом выбор серии можно считать законченным. После этого выбирается конкретная модель в линейке. Будем исходить из того, что двигатель уже выбран (а чаще и установлен). В первом приближении преобразователь подбирается по мощности двигателя: мощность преобразователя должна быть равна или больше мощности двигателя. На этом большинство проектировщиков и, к сожалению, поставщиков и останавливаются. Но (!) не исключены досадные ошибки, приводящие либо к невозможности реализации нужных алгоритмов работы, либо к периодическим отказам, либо даже к выходу прибора из строя. Поэтому рассмотрим второе приближение – выбор по токовым характеристикам. Во-первых, номинальный ток преобразователя должен быть больше или равен номинальному току двигателя. **Не измеренному, а именно номинальному, указанному в паспорте или на шильдике!** Большинство двигателей приводят в действие насосы и вентиляторы, и для этих применений на этом можно и остановиться, поскольку перегрузки приводов минимальны.

Для других приводов пойдем дальше: учтем уровень перегрузок. Преобразователь частоты должен допускать токи перегрузок, допустимые для двигателя и механизма. Здесь придется почитать документацию. В описании механизма обычно указываются токи перегрузок и длительность их протекания; если этого нет (плохая документация или ее отсутствие), то можно честно померить ток во всех режимах работы механизма (кроме пуска – здесь разговор особый; к счастью, на выбор преобразователя этот режим вли-

яет очень редко). Если совсем лень, то по таблицам применений, предоставляемым серьезными поставщиками, можно подобрать аналогичный механизм и узнать его уровень перегрузок. В данных на преобразователь обычно указывается максимальный ток, который может дать преобразователь в течение 1–2 мин. Этот ток должен превышать ток перегрузок механизма, а допустимое время его протекания – время действия перегрузок.

Если для проектируемого привода возможны ударные нагрузки, то необходимо подобрать преобразователь еще и по пиковому току. Преобразователь частоты должен допускать токи пиковых нагрузок, допустимые для двигателя и механизма.

Пиковые нагрузки – это нагрузки, действующие в течение 2–3 с. Например, ток привода ковша экскаватора, попавшего на камень. Если этот режим не учесть, то привод в этот момент просто остановится – двигатель мог бы справиться с препятствием, но ему для этого буквально на мгновение нужен очень большой ток, а преобразователь его дать не может. Сложность выбора заключается еще и в том, что не все преобразователи частоты могут реализовать короткие броски тока выше максимального значения, а если и могут, то не все производители указывают этот параметр. В этом случае необходимо выбирать преобразователь, максимальный ток которого превосходит пиковый ток нагрузки.

**Внимание! При выборе преобразователя по токовым характеристикам нужно, чтобы он отвечал всем трем требованиям, а вот мощностными характеристиками можно и пренебречь.**

Это далеко не полный перечень функций и характеристик, их сотни (это не шутка!). Последний совет, который автор хотел бы дать потенциальному пользователю преобразователя частоты: обратит внимание на сервис!

## Светлое будущее

Прогнозы, как известно, – дело неблагодарное, но все же попытаемся заглянуть в завтрашний день преобразователей частоты.

Во внутреннем устройстве преобразователей основные усилия разработчиков направлены на обеспечение «неубиваемости» приборов, минимизации их влияния на питающую сеть и окружающее оборудование, повышение линейности выходных параметров и создание систем, способных по быстродействию заменить привод постоянного тока.

С точки зрения пользователя, намечается разделение преобразователей частоты на две группы: в

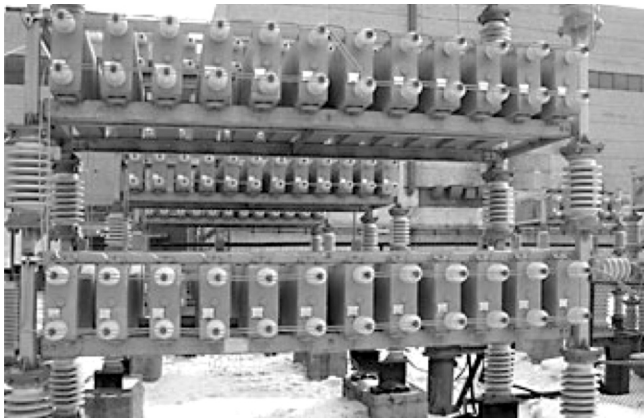
первую будут входить приборы, ориентированные на пользователя-дилетанта и имеющие минимум пользовательских настроек и максимум автоматических, а во вторую – приборы, имеющие максимальное количество настроек и возможностей и рассчитанные на специалистов, способных все эти возможности использовать.

**В настоящее время на рынке России представлены преобразователи частоты (ПЧ) более 50 фирм-производителей. Ведущие позиции по производству ПЧ для асинхронных электроприводов занимают фирмы Siemens (Германия), ABB и Vaasa Control Oy (Финляндия), Emotron (Швеция), Allen Bradley (Канада), Hitachi (Япония), Mitsubishi Electric (Япония), Lenze (Германия), Zaklad Energoelektroniki (Польша) и другие. Из отечественных производителей: «Триол» (С.-Петербург), «Сибирь-Мехатроника» (Новосибирск), «Ижевский радиозавод» (Ижевск), «Универсал» (Москва), «Выпрямитель» (Саранск), «Эрасиб» (Новосибирск), «Камелия» (Чебоксары) и др.**

**Михаил Пахомов, проект-менеджер ООО НПО «Тепловей»:** «Для целей энергосбережения в различных типах оборудования используются свои специализированные схемы контролирующего оборудования. Так, в воздухонагревателях «Тепловей» применяется микропроцессорный блок управления на базе четырехканального регулятора температуры «Термодат». Три канала задействованы на безопасность и управление воздухонагревателем, четвертый канал прибора используется на усмотрение заказчика (например, для ограничения температуры в канале воздуха), а это добавочная экономия.

Дополнительно сэкономить помогает и применение комнатного термостата с функцией недельного и суточного программирования. Например, нет смысла поддерживать температуру на высоком уровне (+20°С) в помещении, когда рабочий день уже закончен. Ее можно снизить до минимума, но только чтобы не возникла опасность заморозки жидкостных систем (до +5°С). Это позволит снизить расход топлива. Если на предприятии установлены нерабочие дни, можно внести в программу комнатного термостата и разделение на будни и выходные. Применение комнатного термостата с двумя этими функциями помогает существенно сократить расходы на отопление помещения».





## АППАРАТЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ

Технология самозалечивания изоляционной системы силовых кабелей пока остается фантастической перспективой энергетики. Как известно, существующие твердые диэлектрики после пробоя не восстанавливаются. Пока при каждом электрическом пробое изоляции кабеля возникает аварийный режим эксплуатации, что может привести к многомиллионным потерям. Поэтому так важно своевременно найти и обезвредить дефекты кабельной линии.

Наиболее распространенные методы – это рефлектометрия и пробой. Сегодня наиболее актуально применение неразрушающих методов профилактических испытаний, так называемых щадящих методов профилактики и диагностики кабельных систем, поскольку использование «жестких» методов пробоя может усугубить фактическое состояние изоляции.

Все виды испытаний кабельных линий можно разделить на три основные группы, различающиеся по назначению и, соответственно, по объему и нормам: испытания новых изделий на заводе-изготовителе; испытания после прокладки или монтажа нового оборудования, испытания после капитального ремонта; периодические профилактические испытания эксплуатационной организацией. Периодичность профилактических испытаний составляет от двух раз в год до одного раза в три года для разных кабелей. При испытаниях контролируется ток утечки, значения

которого лежат в пределах от 150 до 800 мкА/км для нормальной изоляции. До и после испытаний измеряется сопротивление изоляции. Для определения степени старения защитных покрытий кабелей проводятся испытания в соответствии с действующими ГОСТами: ГОСТ 16442-80, ГОСТ 6436-75, ГОСТ Р 51312-99, ГОСТ 18410-73.

### Методы дефектоскопии кабельных линий

#### Метод испытания повышенным напряжением на сверхнизких частотах

Новым типом компактных систем являются испытательные установки, которые предназначены для испытания изоляции кабельных линий повышенным напряжением на сверхнизких частотах (СНЧ). Эта система позволяет проводить испытания кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена синусоидальным напряжением на частоте 0,1 Гц, а также кабелей с бумажно-масляной изоляцией повышенным напряжением постоянного тока. Для увеличения нагрузочной способности такие системы оснащены функцией регулирования частоты при испытании на сверхнизкой частоте. В процессе испытаний оператор может задавать продолжительность испытаний, величину испытательного напряжения, форму испытательного напряжения (синусоида, меандр или напряжение постоянного тока), контролировать ток утечки, и, кроме этого, испытательная система позволяет опе-

ратору осуществить первичный прожиг дефектной изоляции кабеля в случае наступления пробоя в ходе испытаний. Дополнительно испытательная установка сверхнизкой частоты может использоваться в качестве генератора тестового сигнала при отыскании мест повреждения оболочки кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Установка формирует ступенчатый сигнал напряжения амплитудой до 5 кВ, который создает градиент электрического поля в месте повреждения оболочки кабеля и легко обнаруживается на трассе с помощью специальных измерительных устройств. Реализован метод СНЧ, например, в аппаратах серии VLF производства SEBA KMT.

## **Дистанционные методы определения мест повреждения силовых кабельных линий**

Для поиска неисправностей в кабельных линиях применяют различные методы, реализованные в оборудовании SEBA KMT: рефлектометрический, ARM, Decau, ICE, прожиг. При известности первого и последнего методов наибольшую популярность приобретают методы ARM, Decau, ICE. Данные типы методов позволяют искать «заплывающие» повреждения в кабеле, не повреждая его.

**ARM – метод стабилизации электрической дуги.** Для реализации данного метода необходимо использовать генератор ударных волн, который, подобно конденсатору, заряжаясь в течение определенного периода, разряжается в испытуемый кабель, создавая при этом высокую напряженность в месте дефекта. Данная напряженность, в свою очередь, приводит к зажиганию электрической дуги, однозначно отображающейся на экране рефлектометра, работающего совместно с генератором ударных волн. Напряжение, используемое при поиске неисправности, составляет величину от 32 до 50 кВ. В дальнейшем данный метод получил развитие: метод ARM Plus в отличие от метода ARM позволяет искать повреждения кабеля с высоким коэффициентом затухания. Метод ARM реализован в установках LSG300, Surgeflex, SPG5-1000.

**Decau – метод связи по напряжению.** При использовании данного метода кабель заряжается высоким напряжением до тех пор, пока не произойдет пробой в месте «заплывающего» повреждения. Для определения расстояния до места повреждения используется рефлектометр. Напряжения, используемые при этом, достигают 110 кВ.

**ICE – метод связи по току.** Аналогичен методу Decau. Но при этом кабель заряжается током, который также пробивает место «заплывающего» повреждения. Метод ICE может быть использован в кабеле, изоляция которого пропитана влагой, что не позволяет полноценно использовать методы ARM и Decau. Подача в кабель тока нагревает его, что, в свою очередь, приводит к уменьшению степени влажности изоляции. Реализован в приборах Teleflex.

Немецкая компания SEBA KMT разработала свою систему для интегральной диэлектрической диагностики CDS, использующую метод измерения возвратного напряжения для бумажно-масляных кабелей и метод анализа изотермического тока релаксации для кабелей с полиэтиленовой изоляцией (PE/VPE). 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 кабелей. Для PE/VPE-кабелей с целью обработки результатов измерений используется модуль программного обеспечения, реализованный на базе нечеткой логики. Система CDS позволяет оценить влажность бумажной изоляции, степень старения PE/VPE-изоляции, общее состояние кабельной линии и гарнитур. Реализована система CDS в аппаратах CD 31.

Другая разработка SEBA KMT – **система OWTS (Oscillating Wave Test System)** диагностики локальных неисправностей и слабых мест в кабельных линиях и гарнитурах, использующая метод измерения частичных разрядов в диэлектрике. При этом на испытуемый объект в течение нескольких секунд подается постоянное напряжение, а разрядка осуществляется через резонансную катушку. На испытуемом образце осциллирующее напряжение бывает в течение десятых долей секунды и не вызывает ни старения, ни повреждения кабеля. Производится целый ряд установок OWTS с выходным напряжением от 28 до 250 кВ, позволяющий охватить всю линейку силовых кабелей. Системы OWTS последних разработок (OWTS 25, OWTS M 28 и OWTS M 60) состоят из высоковольтного блока, блока обработки сигнала и ноутбука с адаптером для беспроводной связи с высоковольтным блоком.

## **Метод колебательного разряда**

Метод колебательного разряда похож на OWTS. Определение расстояния до места «заплывающего» пробоя в кабеле производится методом колебательного разряда, в основу которого положено измерение времени полупериода колебательного электромагнитного процесса, возникшего при пробое изоляции заряженного кабеля. Определение расстояния до места повреждения с переходным сопротивлением в месте повреждения от 0 до 100 кОм производится методом посылки высоковольтного импульса от заряженного конденсатора через разрядник в поврежденную жилу кабеля и измерения интервала времени между двумя отраженными импульсами. Метод колебательного разряда реализован в измерительном приборе ЦР0200 (завод «Мегомметр», Умань).

При измерении расстояния до места «заплывающего» пробоя в кабельной линии напряжение заряда плавно поднимают до пробоя в кабеле. Для исключения влияния внутреннего сопротивления высоковольтной установки на кабельный процесс включается резистор R, сопротивление которого выбирается значительно выше волнового сопротивления кабельной линии, 0,5–10 кОм. При наличии дефекта в изоляции кабельной линии происходит пробой в месте повреждения. Короткое замыкание в заряженном кабеле порождает электромагнитные волны, которые распространяются от места пробоя в кабеле к началу кабельной линии и к ее концу. Распространяющаяся волна подвержена затуханию. Наибольшему затуханию подвержены высокочастотные волны. Поэтому с течением времени пробега волны происходит все большее «округление» фронта волны и уменьшение амплитуды.

## Измерение сопротивления изоляции кабелей современными мегомметрами

Для измерения сопротивления изоляции применяются мегомметры генераторного типа или цифровые измерители с преобразователем напряжения. Сопротивление изоляции – это параллельно включенное с токоведущей частью (жилой кабеля) сопротивление. Абсолютной разницы между диэлектрическим и резистивным состояниями нет, потому что в зависимости от условий одно и то же вещество может быть и диэлектриком, и резистором. Например, для учета сопротивления поверхностной проводимости в мегомметрах производства СОНЭЛ MIC-1000, MIC-2500, MIC-5000 и MIC-3 используется метод тройного зажима – высоковольтный разъем имеет вывод «средней точки» – «Е». При его использовании происходит корректировка результата с учетом токов поверхностной проводимости. Наглядным примером является измерение сопротивления изоляции между экраном и одной из жил кабеля. Сопротивление изоляции характеризует сквозной ток утечки, который протекает по диэлектрику под воздействием постоянного напряжения и обусловлен наличием в диэлектриках свободных носителей заряда различной природы. Для исключения протекания больших токов на начальном этапе измерения мегомметры СОНЭЛ ограничивают величину протекающего тока, тем самым исключая возможные повреждения изоляции. Выходной ток ограничивается на уровне 1 мА. MIC-3 и MIC-1000 производства компании СОНЭЛ – цифровые мегомметры для измерения сопротивления изоляции электроустановок и кабелей различного назначения напряжением до 1000 В. MIC-2500 – цифровой мегомметр для измерения сопротивления изоляции электроустановок и кабелей различного назначения. Измерительное напряжение может быть выставлено с шагом от 10 В до 2500 кВ. Прибор измеряет сопротивление изоляции в диапазоне до 1,10 ТΩ (1100 ГΩ) и ток утечки изоляции, рассчитывает коэффициенты

абсорбции и поляризации. Цифровой мегомметр MIC-5000 (СОНЭЛ) – прибор для измерения сопротивления изоляции силовых кабелей и других устройств силовой электроники напряжением до 5000 В. Прибор измеряет сопротивление изоляции, ток утечки, рассчитывает коэффициенты абсорбции и поляризации. В дополнение прибор измеряет напряжение переменного и постоянного тока. В измерителе MIC-1000, MIC-2500, MIC-3 предусмотрена функция низкоомного измерения сопротивления (с диапазоном до 400 Ом), которая позволяет быстро идентифицировать пробой изоляции.

## Российское оборудование для испытаний и диагностики кабелей

Одним из наиболее распространенных в России остается аппарат **АИД-70 М** производства завода «Медрентех» (Москва), предназначенный для проверки электрической прочности изоляции силовых высоковольтных кабелей, различных электроизоляционных материалов, а также устройств, работающих в составе электрических установок высокого напряжения. Проверка кабеля аппаратом АИД осуществляется посредством подачи на испытуемый объект высокого напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц с контролем тока, потребляемого нагрузкой, начиная от десятков микроампер. АИД-70 М может использоваться в качестве источника высокого постоянного и переменного напряжения с максимальным выходным переменным током до 20 мА и постоянным током до 10 мА. АИД-70М оснащен системой снятия остаточного емкостного заряда, не требующей наличия устаревшей конструкции внешнего замыкателя. В настоящее время АИД-70М – единственный выпускаемый по ГОСТ 1516.2-97 в РФ аппарат, соответствующий заявленной точности и внесенный в Государственный реестр средств измерений за № 34031-07. АИД-70 М сертифицирован на соответствие ГОСТу по электробезопасности и электромагнитной совместимости: Сертификат соответствия № РОСС RU.МЕ.65.НО 1142. АИД-70 М продается с первичной метрологической поверкой. Характерными отличиями установки АИД-70М от аналогичных моделей являются: измерение действующего значения переменного напряжения, применение приборов измерения класса 1, возможность подключения внешней световой и звуковой сигнализации, измерение выпрямленного напряжения по амплитудному значению. Установка АИД-70М выполнена во влаго- и пылезащищенном исполнении и предназначена для эксплуатации в стационарных и полевых условиях. Сегодня завод «Медрентех» начал выпуск цифрового аналога – **АИД-70Ц**, который приобрел дополнительные сервисные функции при сохранении всех существующих опций. Применяемая в аппарате микропроцессорная система обработки сигналов и управления силовой частью позволила повысить точность изме-

рения и наделять АИД-70Ц новыми функциями для удобства работы с аппаратом. В АИД-70Ц используется двухконтурная система стабилизации, позволяющая повысить точность поддержания напряжения на заданном уровне и исключить возможные колебания. Это стало возможным благодаря разделению отслеживанию колебаний напряжения электропитания и напряжения, связанного с изменением тока нагрузки. Система управления отслеживает возможные изменения и оптимизирует сигнал управления автотрансформатором. Диапазон регулирования напряжения (постоянного/переменного) – 10–70/10–50 кВ.

Другой аппарат для испытания изоляции кабелей – **РЕТОМ-2500** производства НПП «Динамика» (г. Чебоксары). Прибор РЕТОМ-2500 предназначен для проверки электрической прочности изоляции. Используется для испытания изоляции электрооборудования и электрических аппаратов повышенным напряжением до 2,5 кВ промышленной частоты на электрических станциях, подстанциях и в энергохозяйстве промышленных предприятий. Прибор РЕТОМ-2500 может использоваться как отдельное устройство, так и в составе комплекса РЕТОМ-11М. Он питается от сети ~220 В, 50 Гц и содержит силовой источник высокого напряжения переменного тока и встроенные цифровые приборы: вольтметр, секундомер, миллиамперметр. РЕТОМ-2500 обеспечивает выдачу регулируемого однофазного переменного напряжения 100–2500 В промышленной частоты; задание выдержки времени со звуковой сигнализацией по окончании счета, в течение которого на выходе прибора присутствует напряжение, на интервалы 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мин; измерение напряжения, выдаваемого на испытуемый объект, с пределом измерения 2500 В; измерение тока утечки при испытании повышенным напряжением с пределами измерения 10; 50; 500 мА; фиксацию на индикаторах значений напряжения, тока утечки, времени подачи повышенного напряжения и времени до момента пробоя. Прибор РЕТОМ-2500 внесен в реестры средств измерений России, Украины, Белоруссии, Казахстана.

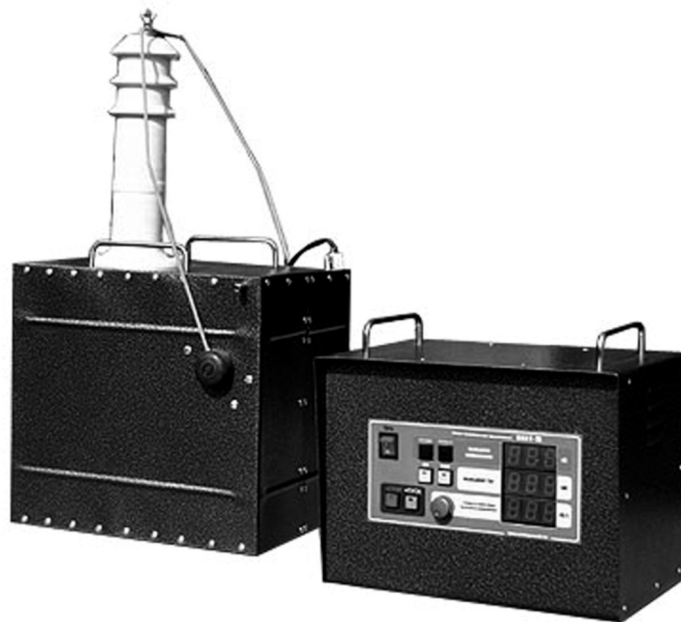


Рис. 1. Аппарат СКАТ-70

Стоит упомянуть также высоковольтный испытательный аппарат **СКАТ-70М**, предназначенный для испытания изоляции силовых кабелей выпрямленным напряжением 70 кВ, для испытания твердых диэлектриков синусоидальным напряжением 50 кВ, а также для прожига силовых кабелей с целью обнаружения места их повреждения. Конечно, этот аппарат использует «жесткие» методы пробоя изоляции. Максимальное выходное постоянное напряжение – 74 кВ. Максимальное выходное переменное напряжение – 50 кВ. Скорость подъема выходного напряжения – от 0,5 до 10 кВ/сек. Диапазон токов в режиме прожига – 0–60 мА. Воздействие на поврежденный кабель напряжением 40 кВ при токах до 60 мА приводит к тому, что однофазное замыкание переходит в двух- или трехфазное или разрушается проводящий мостик между жилой и оболочкой кабеля. Такое повреждение легко обнаружить современным рефлектометром.

У всех перечисленных аппаратов есть свои несомненные плюсы, но специалисты знают и их минусы, выявленные в ходе многолетней эксплуатации.

**По материалам компании «Терра Импэкс»**



## ПРИБОРНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛА: ПРОБЛЕМЫ ТАРИФНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

*С каждым днем процесс перехода к приборному учету тепла все больше набирает обороты. Однако отсутствие грамотной тарифной политики делает рынок теплоснабжения нестабильным. Непредсказуемость объемов потребления, а значит, и объемов реализации услуги чревата для теплосетей серьезными финансовыми проблемами. Именно поэтому руководство многих теплоснабжающих организаций, понимая необходимость повсеместного учета, не торопится переходить к его внедрению на практике. В некоторых случаях даже препятствует этому процессу. Наглядной иллюстрацией может служить противостояние между жителями города Дальнереченска и руководством КГУП «Примтеплоэнерго», признавшим показания приборов учета недействительными. Решению существующих проблем сможет способствовать в числе прочих мер дифференцированная тарификация услуг теплоснабжения.*

**К**ак известно, при отсутствии приборов учета тепло оплачивается потребителем по норме (в пересчете на квадратный метр площади). Такой порядок существовал в российском теплоснабжении много лет. При этом он имеет лишь одно преи-

мущество: теплосеть заранее знает, на какие средства она может рассчитывать, и, исходя из этого, планирует свои расходы. Но потребитель при такой схеме лишен права выбора – он обязан оплачивать услугу независимо от потребности в ней и фактического расхода тепла. Кроме того, фиксированная оплата не стимулирует ни абонентов, ни теплоснабжающие организации к экономии тепловой энергии, часто приводя к ее расходованию впустую.

Очевидно, что единственный прогрессивный путь развития отрасли – переход к оплате потребляемой энергии по факту. Необходимым условием реализации такой схемы оплаты тепла является повсеместная установка приборов учета. Однако этого недостаточно: расчеты за фактическое потребление требуют продуманной тарифной политики, иначе тепловым компаниям будет просто нечем компенсировать свои эксплуатационные расходы. В худшем случае потребители могут остаться и вовсе без отопления.

### **Недостатки одноставочного тарифа**

Организация работы большинства российских тепловых сетей ориентирована на старую систему оплаты тепла – по норме. Пока что значительные

объемы таких платежей стабилизируют ситуацию. Но когда подавляющее большинство потребителей начнут рассчитываться по факту, тепловая сеть окажется не готовой к новой форме взаимодействия со своими абонентами.

Поэтому для перехода к новым экономическим отношениям между потребителями и поставщиками тепловой энергии необходима и соответствующая законодательная база, которая учтет интересы тех и других. В ее отсутствие вряд ли можно ожидать от тепловых компаний высокого качества услуг за разумные деньги.

Чтобы лучше понять ситуацию, рассмотрим работу действующего сегодня механизма тарификации. При расчетах по одноставочному тарифу абонентские платежи прямо пропорциональны объему энергии, которую забирает потребитель. Такая схема оплаты не учитывает тех плановых показателей, на которые в первую очередь ориентируется российская тепловая сеть. При этом, как отмечают специалисты московского Института экономики города, «в России много поселений, где рентабельность теплосети устанавливается равной нулю. В таких поселениях даже незначительное отклонение отпуска тепловой энергии от плановых показателей в сторону уменьшения приводит к возникновению убытков у теплоснабжающей организации».

Таким образом, прогрессивное стремление к экономии тепловой энергии со стороны абонентов при условии оплаты по одноставочному тарифу ставит тепловую компанию в сложную экономическую ситуацию. Например, если зима, вопреки прогнозам, окажется теплой, то потребление абонентов, использующих современные средства тепловой автоматики, может упасть в разы. Соответственно, в такой же пропорции снижается и доход теплосети. Расходы же тепловой компании остаются практически неизменными. Ведь она обязана подать теплоноситель на все объекты, независимо от того, какой объем энергии израсходуют потребители (и будут ли они пользоваться отоплением в принципе). Помимо расчетов с поставщиками энергоресурсов, денег должно хватить на плановый ремонт и эксплуатацию оборудования и трубопроводов, подключение новых абонентов, а также заработную плату персонала. О модернизации и повышении качества системы теплоснабжения при таких условиях остается только мечтать.

Сегодня тепловые компании не имеют ни технических, ни организационных возможностей оперативно реагировать на изменение объемов потребления, пропорционально снижая свои затраты. Если же полученных от абонентов денег оказывается меньше, чем было запланировано, то их просто не хватает на ремонтные работы (что неизбежно приводит к снижению качества услуг), а также на расчеты с поставщиками энергии (что чревато внеплановыми отключениями). Итак, можно заключить, что дефицит бюджета

тепловых компаний напрямую отражается на комфорте и затратах ее потребителей.

## Прогрессивное решение

В результате мы приходим к парадоксальному выводу: для нормального развития отрасли приборный учет необходим, но при этом установка счетчиков отражается на экономике тепловых компаний и, как следствие, качестве и стабильности предоставления услуг абонентам. Поэтому необходима такая схема тарификации, которая учитывает интересы как потребителей тепловой энергии, так и ее поставщиков.

«Расходы любой теплосети можно разделить на две составляющие: переменную, определяемую объемом потребления, и постоянную – затраты на эксплуатацию теплотрасс и поддержание циркуляции теплоносителя, – объясняет Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства компании Kamstrup, мирового лидера по производству приборов учета тепла. – Логично таким же образом разделить тариф на тепло: плата за фактическое потребление и плата за возможность пользования услугой». В этом и заключается смысл введения двухставочных тарифов. Таким образом, при снижении расхода тепла затраты потребителей и прибыль тепловой компании уменьшаются пропорционально, при этом суммарный бюджет остается сбалансированным.

Здесь нужно заметить, что сегодня применение двухставочных тарифов на тепловую энергию в нашей стране уже практикуется. Подобная схема применяется, например, в Нижнем Новгороде и Челябинске, а в ряде городов Подмосковья она используется уже несколько лет. Однако далеко не везде внедрение прогрессивной системы расчетов проходит гладко. «В Иванове двухставочный тариф был введен и действовал одно время, но был отменен судом. Формально это было сделано из-за отсутствия нормативной базы, а фактически – вследствие борьбы между высокопоставленными руководителями», – рассказывает первый заместитель генерального директора ОАО «МОЭК» Владислав Черный. Поэтому для повсеместного внедрения прогрессивных методов тарификации необходимы изменения в действующем законодательстве.

## Зарубежный опыт

Если в России двухставочные тарифы – еще экзотика, то на Западе они используются уже довольно давно. Европейские примеры позволяют оценить эффективность и удобство этой системы оплаты тепла.

Например, в Дании двухставочный тариф используется с начала 1980-х гг. За четверть века он доказал свою эффективность и позволил оптимизировать систему теплоснабжения в этой стране, сделав ее мировым лидером в области энергосбережения.

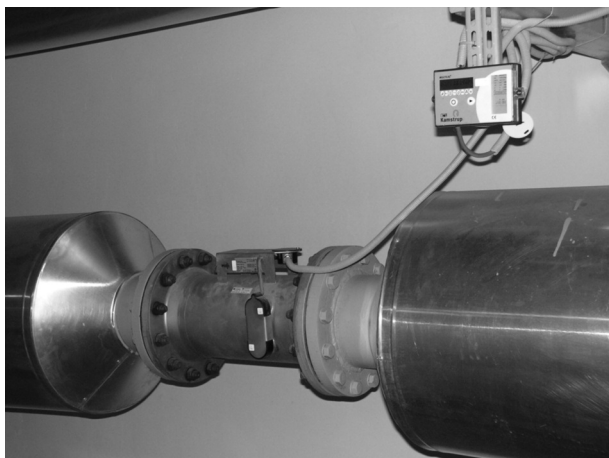


Рис. 1. Теплосчетчик MULTICAL®

Постоянная составляющая тарифа обеспечивает стабильный доход теплосетей, не зависящий от погодных условий и объемов потребления.

Переменная часть платежа не менее важна для стабильности теплоснабжения. Чтобы оптимизировать свою работу и более точно планировать бюджеты, тепловые компании собирают статистику потребления и регистрируют существенные изменения расхода тепла по сравнению с нормальным. Это становится возможным благодаря использованию современных приборов учета, например MULTICAL® (рис. 1), которые позво-

ляют вести учет в дополнительных регистрах по мощности, температуре в прямом и обратном трубопроводах, расходу теплоносителя, времени суток и т.д. Благодаря этой информации поставщик тепла может быстро реагировать на изменение потребностей абонентов и, таким образом, обеспечивать высокую эффективность.

Еще больше оптимизировать свою работу датским поставщикам энергии позволяет политика единообразия в выборе средств измерений. Использование однотипных приборов в рамках теплосети позволяет минимизировать общую погрешность, упростить процесс обслуживания и поверки теплосчетчиков, а также легко объединить их в сеть диспетчеризации, чтобы снимать показания максимально быстро.

Повсеместный переход к оплате тепла по факту его потребления – очевидная необходимость. Но любые нововведения требуют тщательно продуманного подхода. Применение системы расчетов по показаниям приборов «в лоб» может привести к кризису теплосетей и системы централизованного теплоснабжения в целом. Разумной альтернативой, доказавшей свою эффективность как в России, так и за рубежом, является использование двухставочного тарифа. Однако его эффективное внедрение невозможно без создания соответствующей нормативно-правовой базы.

Пресс-служба Kamstrup





**С. Ещенко,**  
канд. техн. наук,  
технический директор  
ЗАО «ПромСервис»

## БЛОЧНЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

**В** последнее время все чаще обсуждаются вопросы рационального или цивилизованного энергопотребления. В это понятие входят: обеспечение достаточных комфортных условий внутри помещений, снижение непроизводительных трат энергии, надежное, стабильное функционирование оборудования, обеспечивающего теплоснабжение и, наконец, минимизация капитальных и эксплуатационных затрат.

Одним из основных элементов системы централизованного теплоснабжения здания является тепловой пункт, который обеспечивает функцию устойчивой циркуляции и преобразования теплоносителя, распределения его по потребителям. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) дополнительно к указанным функциям должен поддерживать необходимые параметры теплоносителя (температуру, скорость, давление) для обеспечения в отапливаемых помещениях заданного комфортного температурного режима, температуру воды в системе ГВС, а также стабильный гидравлический режим. Кроме этого, ИТП должен обеспечивать возможность контроля технологических параметров системы и коммерческий учет потреб-

ленного тепла и воды, а также содержать необходимые для его эксплуатации и обслуживания элементы (грязевики, запорную арматуру, устройства для дренажа и т.д.).

ИТП с технической точки зрения является достаточно сложным устройством, которое содержит в своем составе различные системы, вплоть до системы диспетчеризации, предназначенной для обеспечения контроля на расстоянии необходимых параметров.

Существует два подхода к построению ИТП. Один из них заключается в том, что монтаж теплового пункта из составных частей производится на месте его использования, т.е. в здании, часто в подвальном помещении. Второй подход, в последнее время все более популярный, состоит в монтаже теплового пункта в условиях стационарного производства, причем конструкция такого ИТП существенно отличается от собранного на месте, т.к. он выполняется в виде законченного комплексного изделия и в собранном виде доставляется на место использования. Собранные в заводских условиях тепловые пункты принято называть блочными индивидуальными тепловыми



пунктами (БИТП), впрочем, такое название нельзя считать устоявшимся. Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки и, по нашему мнению, еще долго будут иметь право на существование. Однако дальше более подробно рассмотрим именно БИТП.

Необходимо привести некоторые из предпосылок, которые стимулируют растущую популярность использования ИТП в готовом, блочном виде.

## 1. Сложность инженерных задач:

- ♦ организация коммерческого учета тепла и теплоносителя в системах отопления и ГВС, часто с диспетчеризацией показаний;

- ♦ построение систем автоматического регулирования теплоснабжения;

- ♦ реконструкция систем отопления и горячего водоснабжения (например, перевод зависимого присоединения в независимое или открытой системы в закрытую);

- ♦ отказ от ЦТП и переход на ИТП.

## 2. Появление на рынке современных компактных пластинчатых теплообменников по разумным ценам.

## 3. Дефицит на местах внедрения опытных квалифицированных проектировщиков.

## 4. Недостаток высококвалифицированного персонала для монтажа теплового пункта.

На наш взгляд, это далеко не полный перечень возможных предпосылок.

Что же все-таки это такое, БИТП, и каковы его преимущества и недостатки?

Блочный индивидуальный тепловой пункт представляет собой собранные на одной или нескольких рамах в общую конструкцию отдельные функциональные узлы, включающие в себя приборы коммерческого учета тепла и теплоносителя, погодное регулирование, различного рода технологическое и контрольное оборудование.

Принципиально БИТП может состоять из следующих узлов:

- ♦ узла приготовления теплоносителя, в котором могут создаваться стабильные гидравлические режимы работы системы отопления, предусмотрено оборудование для присоединения к тепловой сети, обеспечивается очистка теплоносителя и производится измерение основных технологических параметров;

- ♦ узла коммерческого учета тепла и теплоносителя, в котором осуществляется учет фактического потребления указанных величин объектом, дается информация о технологических параметрах поставляемого тепла, часто с применением технологий удаленного доступа к этой информации;

- ♦ узла автоматического погодного регулирования теплоснабжения, который обеспечивает поддержание оптимального температурного графика для создания заданных комфортных климатических условий на объекте, а также дает возможность снижения количества потребленного тепла за счет снятия «перето-

пов». Одна из важных функций данного узла – обеспечение стабильного гидравлического режима с целью равномерного снабжения всех потребителей теплоносителем;

- ♦ узла приготовления воды для системы горячего водоснабжения, в котором независимо от внешних условий в тепловой сети поддерживается нормативная температура воды. Узел обеспечивает необходимое быстродействие для выдачи нужного количества воды потребителю. Часто узел содержит теплообменник для нагрева водопроводной воды;

- ♦ узла вентиляции, в котором обеспечивается подача необходимого количества тепла в системы вентиляции объекта.

БИТП к тепловым сетям могут подключаться по двум видам принципиальных схем: по независимой и зависимой, когда теплоноситель тепловой сети и теплоноситель внутреннего контура отопления объекта разделены и, соответственно, когда теплоноситель из тепловой сети попадает в систему отопления объекта. В первом случае БИТП содержит в своем составе теплообменник, обеспечивающий разделение контуров отопления. Во втором случае теплообменник тоже может присутствовать, но в узле приготовления горячей воды.

## Что же положительного получает потребитель, используя БИТП?

### 1. БИТП – тепловой пункт заводской готовности.

Что это дает? Высокое качество изготовления в соответствии с действующими нормами и правилами. Оборудование проходит комплексную проверку, в том числе повышенным давлением. Приборы и системы смонтированы строго по требованиям, что обеспечивает их правильную и долговечную работоспособность.

### 2. Резко сокращаются сроки монтажа теплового пункта на объекте: остается подключиться к тепловой сети и трубопроводам внутренней системы объекта, а также подвести электропитание и сигналы с внешних датчиков (если они есть). Немаловажным является и тот факт, что снижаются требования к квалификации персонала.

### 3. Компактность БИТП позволяет размещать его в условиях дефицита места, либо использовать высвободившиеся площади для других целей.

### 4. В случае нового строительства либо при реконструкции объекта использование БИТП полностью исключает затраты на строительство ЦТП. При этом значительно снижаются затраты на прокладку или ремонт трубопроводов к объекту, на эксплуатацию и обслуживание теплового пункта.

Конечно, наряду с преимуществами, существуют некоторые недостатки и ограничения. Это – необходимость нести затраты на транспортировку и погрузочно-разгрузочные операции; размеры проемов и помещений вызывают трудности при помещении

БИТП на объект; часто производители пунктов предлагают БИТП, реализованные по стандартным схемам; сроки поставки пунктов на объект могут быть значительными.

Однако, как мы можем видеть, преимущества значительно перекрывают недостатки, тем более что производители БИТП постоянно работают над снижением значимости недостатков.

Включилось в процесс производства БИТП и наше предприятие. В настоящее время вырабатывается подход к производству пунктов, определяется состав оборудования и приборов.

С целью упрощения транспортных операций и монтажа на месте принято решение о разбиении пункта на отдельные функциональные модули. Каждый модуль представляет собой законченное изделие на собственной раме, имеет в своем составе необходимое механическое, технологическое, электрическое и электронное оборудование, которое обеспечивает выполнение заданных функций. БИТП спроектированы и изготовлены в соответствии с действующими в Российской Федерации нормами и правилами [1–6]. Например, модуль учета включает в себя узел приготовления теплоносителя с присоединительной арматурой, регуляторами перепада давления (если необходимо), спускниками, манометрами и термометрами, грязевиком и узел коммерческого учета тепла и теплоносителя, который имеет в своем составе теплосчетчик с системой диспетчеризации (по заказу), шкаф электрический, в котором размещены электрические элементы и электронные блоки. Внешний вид модуля приведен на рис. 1.

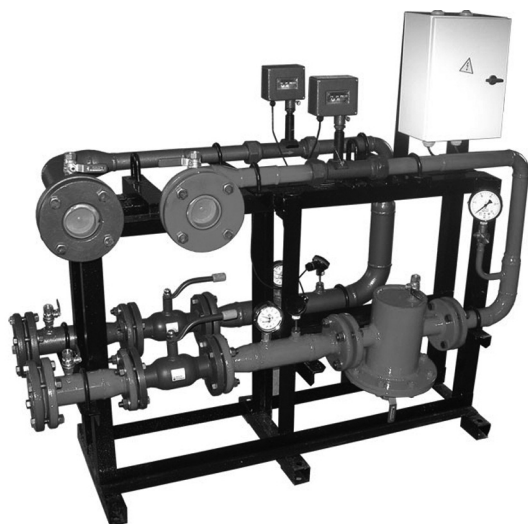


Рис. 1. Блочный индивидуальный тепловой пункт

Монтаж первичных преобразователей расхода и термометров сопротивления выполнен с учетом всех требований эксплуатационной документации, что обеспечивает достоверные измерения с нормативными погрешностями. Сдача такого модуля в коммерческий учет не представляет сложностей, т.к. он

выполнен по действующим нормам и правилам. Габаритные размеры и масса модуля обеспечивают возможность работы с ним без использования грузоподъемных механизмов в тесных помещениях и дверных проемах.

Модуль регулирования содержит в себе элементы системы автоматического регулирования, смонтированные на отдельной легкой раме, запорную арматуру и приборы контроля параметров. Электронная часть системы размещена в шкафу управления, который расположен непосредственно на модуле в удобном для обслуживания месте. Аналогично модулю учета модуль регулирования имеет габариты и массу для ручной работы.

В составе модулей БИТП применяется оборудование и приборы производства нашего предприятия (теплосчетчики различного типа, блоки питания, термодатчик «Прамер-710», контроллер удаленной связи «Барс»), а также оборудование лучших отечественных и зарубежных производителей.

В настоящее время мы производим БИТП под заказ, т.е. по индивидуальным проектам. С одной стороны, в проекте можно учесть все специфические требования местной теплоснабжающей организации, а перед изготовлением модулей пункта согласовать его у поставщиков тепла, что ускорит и упростит процесс сдачи объекта. С другой стороны, такой подход удлиняет сроки выполнения всей работы и не позволяет производить модули на склад. Стремление к переходу на типовые схемные решения, несомненно, уменьшат сроки поставки пунктов и упростят взаимоотношения с заказчиком. Но что будет при сдаче теплового пункта теплоснабжающей организации? На местах, часто вразрез федеральным правилам, выдвигаются свои, особенные требования, которые не укладываются в типовые схемные решения.

При дальнейшем распространении БИТП необходимо принятие нормативного документа, в котором тепловой пункт рассматривался бы как сертифицированная единица оборудования со своими описанными функциями и проектировщик предусматривал бы БИТП как «квадратик» на схеме. Такой подход позволил бы стандартизировать этот вид оборудования и упростил бы процесс оснащения объектов, несомненно полезными энергосберегающими технологиями.

#### Литература:

1. Проектирование тепловых пунктов СП 41-101-95.
2. Тепловые сети СНиП 2.04.07-86.
3. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов СНиП 2.04.14-88.
4. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды ПБ 10-573-03.
5. Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей ПБ 10-400-01.
6. Правила учета тепла и теплоносителей.



А. Попов,  
Институт теплофизики  
СО РАН (ИТ СО РАН)

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

**В** последнее десятилетие в нашей стране наблюдается значительный интерес к тепловым насосам (ТН). Это связано в первую очередь с ростом цен на энергоносители и проблемами экологии. Этому способствует и зарубежный опыт.

Следует отметить, что за рубежом теплонасосная техника находит широкое применение на протяжении уже более 30 лет. В России практическое использование ТН находится в зачаточном состоянии. Такое положение с использованием ТН в России связано как с объективными, так и с субъективными причинами.

В настоящее время на рынке имеются самые различные типы ТН. У специалистов часто возникают проблемы с обоснованием применения и выбором оптимального типа ТН для конкретного объекта. В данной статье приводится укрупненная классификация наиболее распространенных типов ТН, методика анализа их эффективности, практические советы по выбору типа ТН с учетом особенностей конкретного объекта.

### Основные типы и классификация ТН

Тепловым насосом называется термодинамическая система (техническое устройство), позволяющая трансформировать теплоту с низкого температурного уровня на более высокий. Данные машины предназначены преимущественно для получения горячей воды, воздуха, пригодных для отопления, горячего

водоснабжения и других целей. Необходимым условием для применения ТН является наличие низкотемпературного источника теплоты, по температурным параметрам не пригодного для использования в качестве греющей среды на вышеуказанные цели.

В настоящее время определились два основных принципиальных направления в развитии ТН:

- ♦ парокompрессионные тепловые насосы (ПТН);
- ♦ абсорбционные тепловые насосы (АТН).

### Парокompрессионные тепловые насосы

Существуют различные типы ПТН. По низкотемпературному источнику теплоты и нагреваемой среде ПТН подразделяются на типы: «вода-вода», «воздух-вода», «воздух-воздух», «вода-воздух». По типу используемого компрессорного оборудования – на спиральные, поршневые, винтовые и турбокомпрессорные. По виду привода компрессора – на электроприводные, с приводом от двигателя внутреннего сгорания, газовой или паровой турбины.

В качестве рабочего тела в данных машинах используются хладоны – преимущественно фторхлорсодержащие углеводороды, т.н. фреоны. Конструкции и принцип работы ПТН подробно описаны в [1].

### Абсорбционные тепловые насосы

АТН подразделяются на два основных вида – водоаммиачные и солевые. В водоаммиачных машинах

абсорбентом является вода, а хладагентом – аммиак, в солевых машинах – водный раствор соли, вода соответственно. В мировой практике в настоящее время применяют преимущественно солевые ТН, в которых абсорбентом является водный раствор соли бромистого лития ( $H_2O/LiBr$ ) – АБТН.

В АБТН процессы переноса теплоты совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамического циклов, в отличие от парокомпрессионных ТН, в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл.

По отечественной классификации абсорбционные бромистолитиевые машины подразделяются на повышающие и понижающие термотрансформаторы. В настоящей работе рассматривается понижающий термотрансформатор как наиболее распространенный тип.

По виду потребляемой высокотемпературной теплоты АБТН подразделяются на машины:

- ◆ с паровым (водяным) обогревом;
- ◆ с огневым обогревом на газообразном или жидком топливе.

По термодинамическому циклу АБТН бывают с одноступенчатой или двухступенчатой схемами регенерации раствора, а также двухступенчатой абсорбцией.

Схемы, конструкции различных типов АБТН и принцип их работы приведены в работах [1, 3, 4].

## Энергетическая эффективность ТН

Парокомпрессионные и абсорбционные ТН для осуществления термодинамических циклов потребляют различные виды энергии: ПТН – механическую (электрическую), АТН – тепловую.

Для сравнения эффективности различных типов ТН необходим общий показатель. Таким показателем может быть удельный расход топлива на выработку теплоты или коэффициент его использования. Такой подход правомерен еще и потому, что в России базовыми электростанциями являются тепловые, работающие на органическом топливе.

Энергетическая эффективность ПТН характеризуется коэффициентом преобразования энергии:

$$\varphi = Q_{\text{п}} / Q_{\text{к}},$$

где:  $Q_{\text{п}}$  – произведенная теплота;  
 $Q_{\text{к}}$  – мощность в тепловом эквиваленте, затраченная на привод компрессора.

Величина коэффициента преобразования ПТН ( $\varphi$ ) зависит в основном от температур низкотемпературного источника теплоты и температуры нагреваемой среды на выходе из ТН (рис. 1). Чем больше перепад температур между нагреваемой и охлаждаемой средами, тем ниже эффективность ПТН.

Эффективность АБТН характеризуется коэффициентом трансформации:

$$M = Q_{\text{п}} / Q_{\text{г}},$$

где:  $Q_{\text{п}}$  – количество произведенной теплоты;

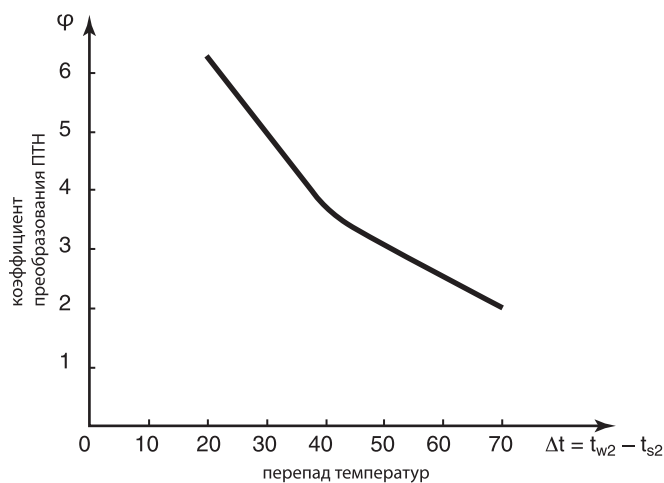


Рис. 1. Зависимость коэффициента преобразования  $\varphi$  ПТН от перепада температур между нагретой ( $t_{w2}$ ) и охлажденной водой ( $t_{s2}$ )

$Q_{\text{г}}$  – количество высокотемпературной теплоты, подведенной к генератору ТН.

Реальные коэффициенты трансформации АБТН приведены на рис. 2. В зависимости от перепада температур между нагреваемой и охлаждаемой средами применяют различные типы машин: с одно- или двухступенчатой схемами регенерации раствора, с двухступенчатой схемой абсорбции.

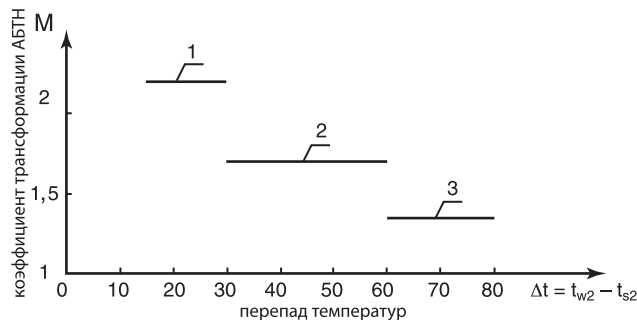


Рис. 2. Зависимость коэффициента трансформации  $M$  АБТН от перепада температур между нагретой ( $t_{w2}$ ) и охлажденной водой ( $t_{s2}$ ):  
 1 – с двухступенчатой схемой регенерации раствора ( $M = 2,2$ );  
 2 – с одноступенчатой схемой регенерации раствора ( $M = 1,7$ );  
 3 – с двухступенчатой абсорбцией ( $M = 1,35$ )

В ПТН при использовании электроэнергии на привод компрессора от тепловой электростанции удельный расход топлива (здесь и далее в тепловом эквиваленте) составит:

$$B = 1 / (\varphi \cdot \eta_{\text{эл}}),$$

где:  $\eta_{\text{эл}}$  – КПД электростанции с учетом потерь электроэнергии в сетях (в России ~ 0,32).

В ПТН при использовании в качестве привода компрессора двигателя внутреннего сгорания или газовой турбины с утилизацией теплоты продуктов сгорания топлива удельный расход топлива на выработку теплоты составит:

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

$$B = 1/(\varphi \cdot \eta_M + \eta_T),$$

где:  $\eta_M$  – механический КПД привода;  
 $\eta_T$  – тепловой КПД привода.

Удельный расход топлива на выработку теплоты в АБТН составит:

$$B = 1/(M \cdot \eta),$$

где:  $\eta$  – КПД источника высокотемпературной теплоты или генератора ТН при огневом обогреве.

Удельный расход топлива на выработку теплоты в котле составит:

$$B = 1/\eta,$$

где:  $\eta$  – КПД котла.

Рассмотрим различные варианты автономного источника для получения горячей воды. Для сравнения возьмем котел на органическом топливе и различные варианты тепловых насосов (рис. 3).

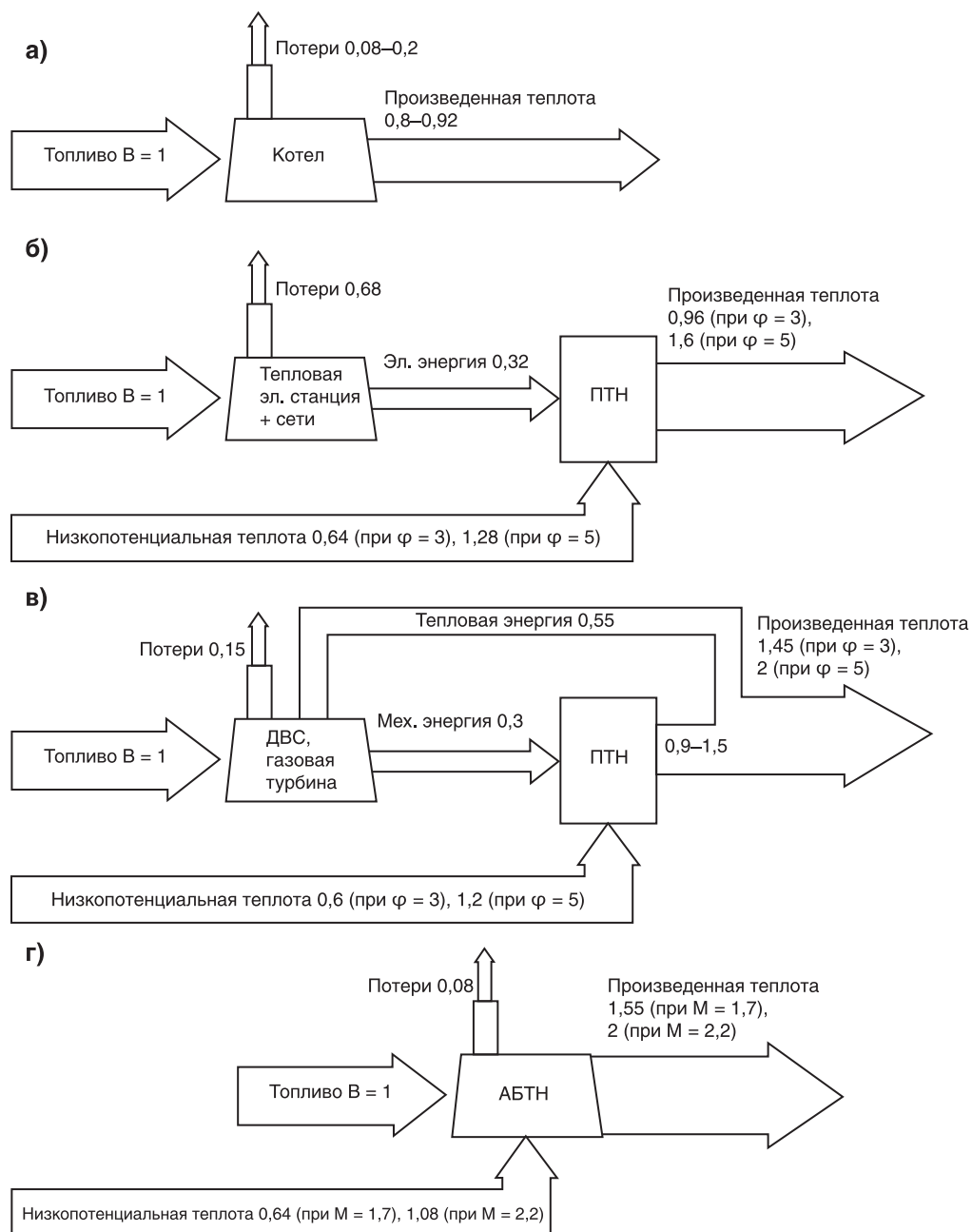


Рис. 3. Энергетические балансы различных схем производства теплоты:

а) котел на органическом топливе;

в) ПТН с приводом от ДВС или газовой турбины;

б) ПТН с электроприводом от тепловой электростанции;

г) АБТН на газообразном или жидком топливе

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

ПТН с электроприводом от тепловой электростанции при коэффициенте преобразования  $\varphi < 2,6-3$  по сравнению с котлом экономию топлива не дает (меньшее значение  $\varphi$  для котлов на твердом топливе, большее на газовом или жидком топливе). С учетом более высоких по сравнению с котлом удельных капитальных вложений на ТНУ и электрогенерирующие мощности использование ПТН с электроприводом может быть экономически оправданно (приемлемый срок окупаемости дополнительных капитальных вложений) при  $\varphi = 4-5$ .

ПТН с приводом компрессора от двигателя внутреннего сгорания или газовой турбины при утилизации теплоты продуктов сгорания топлива и системы охлаждения двигателя дает экономию топлива уже при  $\varphi \geq 1,5$ . Однако экономическая целесообразность применения данного типа ТН должна определяться на основе технико-экономических расчетов, т.к. удельные капитальные затраты на данный тип ТН в несколько раз выше затрат на котел. Применение ПТН с низким коэффициентом преобразования приводит к неоправданно высоким срокам окупаемости капитальных вложений.

АБТН всех типов по сравнению с котлом имеют удельный расход топлива на 40–55% ниже. То есть эффективность использования топлива в АБТН в 1,7–2,2 раза выше, чем в котле. При этом себестоимость

производимой в АБТН теплоты на 25–30% ниже, чем в котле.

Особо следует рассмотреть эффективность использования ТН в составе ТЭЦ. В условиях существующих ТЭЦ часто возникает необходимость увеличения мощности теплофикационного отбора станции. Как правило, эту проблему решают установкой дополнительных «пиковых» котлов. Теплофикационную мощность станции можно существенным образом увеличить за счет применения ТН.

На рис. 4 показана схема применения АБТН в составе ТЭЦ. Такая схема позволяет без изменения балансов и параметров пара в турбине значительно увеличить мощность теплофикационной части станции без увеличения расхода топлива. При этом себестоимость дополнительно произведенной теплоты при существующих ценах на АБТН составляет 60–80 руб./Гкал, а срок окупаемости капитальных вложений не превышает 1–2 лет. Применение ПТН в данной схеме в любом случае будет иметь экономическую эффективность значительно ниже, чем АБТН.

Некоторые авторы, ссылаясь на зарубежный опыт, в частности шведский, отмечают, что электроприводные ПТН применяют даже при  $\varphi < 3$ . Действительно, некоторые теплонасосные установки в Швеции и других странах Европы имеют  $\varphi \leq 3$  и достаточно рентабельны (срок окупаемости – 3–4 года). Это связано в

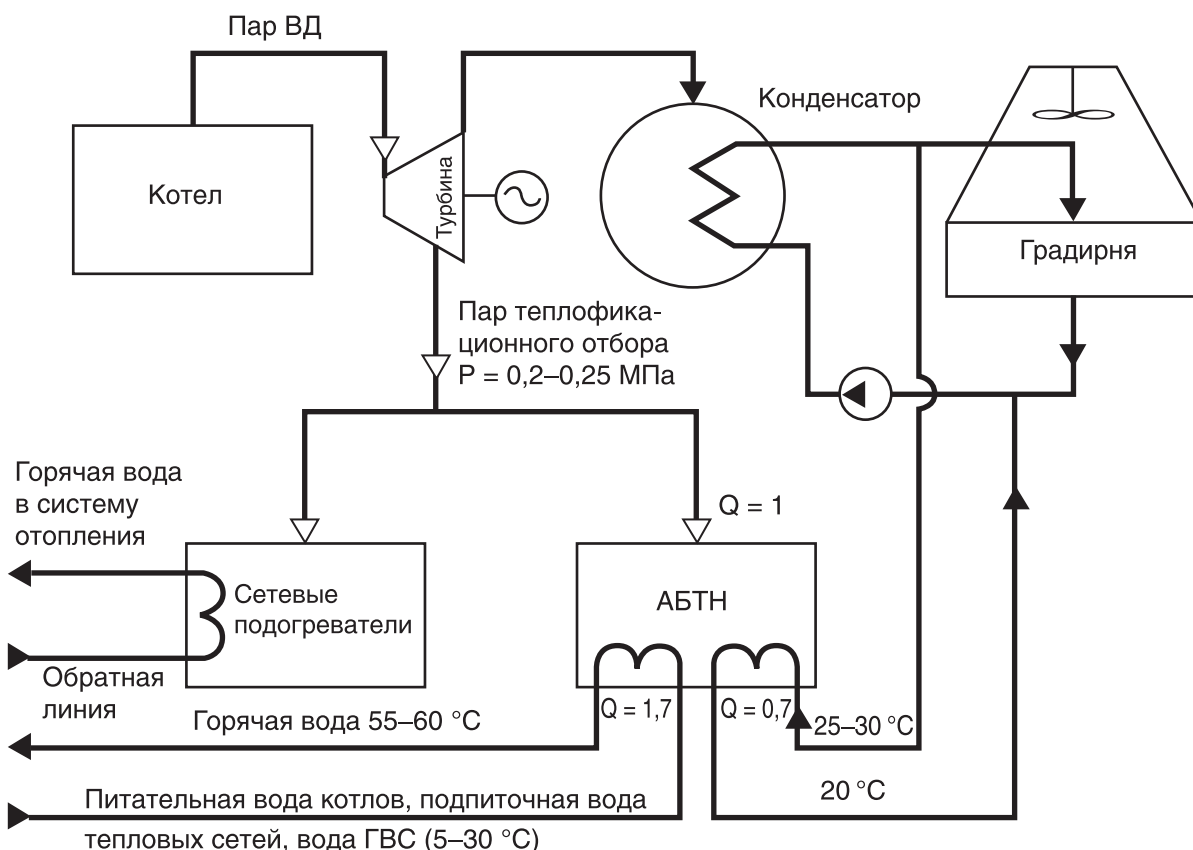


Рис. 4. Схема применения АБТН в составе ТЭЦ

первую очередь со структурой электроэнергетики данных стран. В ряде европейских стран базовыми электрогенерирующими мощностями являются атомные и гидроэлектростанции, а значит, относительно дешевая электроэнергия. Поэтому ТНУ с электроприводом в данных странах даже при  $\varphi \leq 3$  экономически целесообразны, т.к. позволяют реально экономить дорогостоящее органическое топливо, сократить вредные выбросы в окружающую среду, экономить электроэнергию, замещая электрообогрев.

При выборе типа теплового насоса кроме энергетической и экономической эффективности следует учитывать также особенности различных типов машин (срок службы, воздействие на окружающую среду, ремонтпригодность, требуемая квалификация обслуживающего персонала, возможность регулирования мощности в широком диапазоне и т.д.).

С точки зрения воздействия на окружающую среду и безопасность АБТН имеют явное преимущество перед ПТН, т.к. не используют хладоны – фторхлорсодержащие углеводороды. В соответствии с Монреальским протоколом от 1987 года фактически все хладоны, используемые в ПТН, проходят более тщательный контроль на озонобезопасность, парниковый эффект и облагаются жесткими штрафами при их неправильном применении и утилизации. В АБТН все процессы протекают под вакуумом и, в отличие от ПТН, они не подведомственны Госгортехнадзору.

АБТН имеют значительно больший срок службы, т.к. по существу являются теплообменным оборудованием, высокую ремонтпригодность, малозумные в работе.

К преимуществам ПТН с электроприводом следует отнести простоту их энергоснабжения. На некоторых объектах это может быть определяющим фактором в их пользу.

Для успешного развития работ по ТН в России имеются все предпосылки: машиностроительная и сырьевая базы, научные и инженерные кадры, значительный объем выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, освоено производство многих типов ТН, имеется достаточно значимый опыт их эксплуатации, практически неисчерпаемые низкопотенциальные источники теплоты.

В то же время следует отметить, что, как показывает зарубежный опыт, широкое применение энергосберегающих технологий может быть реализовано только при активном участии государства, заключающемся главным образом в создании законодательных и нормативных актов, стимулирующих использование энергосберегающей техники.

## Литература

1. Горшков В.Г. Тепловые насосы. Аналитический обзор // Справочник промышленного оборудования, 2004, № 2.

2. Корольков А.Г., Попов А.В. Абсорбционные бромистолитиевые водоохлаждающие и водонагревательные трансформаторы теплоты // Проблемы энергосбережения, № 1 (14), февраль, 2003.

3. Попов А.В., Богданов А.И., Паздников А.Г. Опыт разработки и создания абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов // Промышленная энергетика. – 1999, № 8. – С. 38–43.

4. Бараненко А.В., Попов А.В., Тимофеевский Л.С., Волкова О.В. Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения // Холодильная техника, 2001, № 4. – С. 18–20.

5. Попов А.В. Система охлаждения и утилизации тепла дымовых газов мусоросжигающих заводов // Проблемы энергосбережения, № 8, 2005. С. 121–132.

## НОВОСТИ

### ФИЛИАЛ ОАО «МРСК ЦЕНТРА»—«КОСТРОМАЗЭНЕРГО» РЕАЛИЗУЕТ ПРОГРАММУ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ

В филиале ОАО «МРСК Центра»—«Костромаэнерго» реализуется программа сокращения потерь электроэнергии. В соответствии с ней у потребителей устанавливаются современные приборы учета, проводятся контрольные снятия показаний электросчетчиков и рейды по выявлению безучетного потребления электроэнергии.

За четыре месяца 2009 года в соответствии с программой мероприятий по снижению потерь электроэнергии специалисты филиала заменили 196 трехфазных, 247 однофазных приборов учета; установили 173 однофазных, 163 трехфазных шкафа. Было произведено 63 299 контрольных снятий показаний по частному сектору и составлено 348 актов по безучетному потреблению электроэнергии на 458,10 тыс. кВт\*ч. Также было произведено 33 427 контрольных снятий показаний по юридическим лицам и составлено 217 актов по безучетному потреблению электроэнергии на 1048,7 тыс. кВт\*ч.

Реализация программы сокращения потерь дает ощутимые результаты. Расход электроэнергии на хозяйственные нужды производственных отделений составил 4,704 млн кВтч при плане 4,811 млн кВтч. Фактические потери по производственным отделениям в сетях 110–0,4 кВ составили 180,147 млн кВтч (17,42% к отпуску в сеть) при плане 182,217 млн кВтч (17,88% к отпуску в сеть).



**С. Ещенко,**  
канд. техн. наук,  
технический директор  
ЗАО «ПромСервис»

## СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОГРАЖДЕНИЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**И**золяция ограждений холодильных сооружений работает в тяжелых условиях прежде всего из-за непрерывных изменений температуры и влажности наружного воздуха, переменного воздействия солнечной радиации, ветра и атмосферных осадков. Потоки теплоты и влаги не только изменяются по значению, но иногда (при относительно высоких температурах в помещениях) и по направлению. Особенностью условий эксплуатации холодильной изоляции является возможность конденсации водяного пара на поверхности ограждения или внутри изоляции, а в некоторых случаях и замерзания выпавшей влаги. В этих условиях необходимо, чтобы теплоизоляционные материалы не только имели хорошие первоначальные свойства, но и по возможности сохраняли их в процессе эксплуатации. По этой причине теплоизоляционные материалы должны обладать определенными свойствами, позволяющими изолированным ограждениям успешно выполнять свои функции в течение длительного срока.

**1. Основное свойство, которым должен обладать теплоизоляционный материал, – это низкая способность проводить теплоту, характеризующаяся соответственно малым значением теплопроводности  $\lambda$ .** В определенной степени указанное свойство предполагает малую объемную

массу материала  $\rho_M$ . Связь между двумя величинами объясняется тем, что характерной особенностью структуры теплоизоляционных материалов является высокая пористость. Можно сказать, что каждый теплоизоляционный материал состоит из каркаса твердого вещества, образующего оболочку пор (ячеек, капилляров), и воздуха (или другого газа), заполняющего объем пор. В связи с такой неоднородностью структуры теплоизоляционных материалов, их характеристикой является не плотность, а объемная масса, представляющая собой массу единицы объема.

Если обозначить через  $\rho_{кар}$  плотность оболочки пор (каркаса) изоляционного материала и пренебречь массой газа в порах материала, то можно написать  $V_M \rho_M = V_{кар} \rho_{кар}$ . Основанием для сделанного допущения является то, что плотность минералов составляет 2400–3000 кг/м<sup>3</sup>, органических материалов 1450–1650 кг/м<sup>3</sup>, а плотность газов при нормальных условиях 1–2 кг/м<sup>3</sup>. Тогда относительная доля  $M$  объема каркаса  $V_{кар}$  в общем объеме материала  $V_M$  будет  $M = V_{кар} / V_M = \rho_M / \rho_{кар}$ , а пористость  $P$ , или относительный объем пор в материале, может быть определена по выражению  $P = 1 - \rho_M / \rho_{кар}$  или  $P = (\rho_{кар} - \rho_M) / \rho_{кар}$ . Пористость теплоизоляционных материалов колеблется от 50% у материалов с относительно высокой объемной массой до 99% у материалов с низкой объемной массой.



Благодаря пористой структуре изоляционных материалов их теплопроводность определяется значениями последней для воздуха (или газа) внутри пор, обладающего весьма низкой теплопроводностью, и вещества каркаса. Так, сухой неподвижный воздух при нормальных условиях имеет теплопроводность  $\lambda = 0,023 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ; у газообразного диоксида углерода  $\lambda = 0,014 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ; у перегретого пара R11  $\lambda = 0,008 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , а у R12  $\lambda = 0,009 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ; теплопроводность оболочек пор находится в интервале от 2,3–5,8 Вт/(м·К) для естественных минералов и растительных волокон и до 10,5–419 Вт/(м·К) для металлов. Теплопроводность материалов, применяемых для тепловой изоляции, в зависимости от вышеуказанного соотношения находится в пределах 0,015–0,35 Вт/(м·К).

Нормативные документы рекомендуют в качестве тепловой изоляции помещений с отрицательными температурами материалы, имеющие  $\rho \leq 200 \text{ кг/м}^3$  и  $\lambda \leq 0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  при температуре 25°C.

В применении к пористым теплоизоляционным материалам термин теплопроводность носит условный, т.е. эквивалентный, характер, поскольку в них наблюдается не только чистая теплопроводность, как

в однородных твердых телах. В действительности в пористых телах теплота передается всеми тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и лучеиспусканием. Теплота передается теплопроводностью как по материалу каркаса, так и через газ-наполнитель, в то время как в конвективном обмене участвует только газ, заключенный внутри пор, а радиационный теплообмен осуществляется между поверхностями пор. Существенную роль в общем процессе передачи теплоты в пористых телах играет конвективный теплообмен. Его относительное значение возрастает с увеличением размера пор. Как видно из табл. 1, при росте диаметра пор до 0,5 и даже до 1 мм не происходит значительного увеличения теплопроводности; при наличии в материале пор до 3 мм теплопроводность воздуха вырастает почти в 2 раза. Конвекция усиливается, если поры соединяются друг с другом, образуя сквозные каналы, в которых создается высокая подвижность воздуха. Поэтому менее теплопроводны материалы с мелкими замкнутыми порами. В то же время такие материалы могут характеризоваться относительно высокой долей радиационного теплообмена.

Таблица 1

**Условная теплопроводность воздуха, Вт/(м·К), в порах материала в зависимости от размера пор**

Температура, °С	Диаметр пор, мм					
	0	0,1	0,5	1,0	2,0	3,0
0	0,0236	0,0241	0,0257	0,0277	0,0317	0,0440
100	0,0306	0,0316	0,0357	0,0408	0,0511	0,0819

Различие значений теплопроводности некоторых материалов в разных направлениях объясняется анизотропностью свойств этих материалов. Так, теплопроводность дерева вдоль волокон почти вдвое больше, чем поперек волокон. При очень мелких порах материал по своей структуре приближается к однородному телу, в этом случае теплопроводность по оболочкам приобретает большое значение. Это означает, что материалы должны иметь свои оптимальные размеры пор и оптимальную объемную массу, которым соответствует минимальная для данного материала теплопроводность. Такого рода закономерность наблюдается, например, при укладке сыпучих или волокнистых материалов при различной степени их уплотнения. Если материал уложен недостаточно плотно, то возрастает конвективный и радиационный теплообмен, что приводит к повышению теплопроводности.

Влиянием конвекции и лучеиспускания в процессе передачи теплоты через теплоизоляционный материал объясняется возрастание теплопроводности с повышением температуры. На это указывают и данные табл. 1, по которым можно судить и о том, что в крупных порах теплопроводность воздуха растет при

повышении температуры значительно быстрее. Повышение температуры вызывает и рост радиационного теплообмена, поскольку излучение пропорционально четвертой степени абсолютной температуры. Однако, как следует из опытных данных, теплопроводность теплоизоляционных материалов находится примерно в линейной зависимости от температуры, т.е.

$$\lambda = \lambda_0(1 + bt), \quad (1)$$

где  $\lambda_0$  – теплопроводность при 0°C;

$b$  – температурный коэффициент теплопроводности материала,  $\text{K}^{-1}$ .

Коэффициент  $b$  для различных материалов составляет  $(2 \div 4) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ , а потому теплопроводность теплоизоляционных материалов соответственно изменяется от 20 до 40% на каждые 100 К повышения или понижения температуры. Для низкотемпературных установок это свойство материалов оказывается весьма положительным.

**2. Теплоизоляционные материалы должны обладать малыми гигроскопичностью и водопоглощением.** Гигроскопичностью называется свойство материалов поглощать (сорбировать) водяной пар, а водопоглощением – поглощать капельно-жидкую

воду. Этими свойствами различные материалы обладают в разной степени, но в результате их проявления влажность материалов возрастает.

Влажность материала характеризуется содержанием в нем химически не связанной воды. Численное значение влажности зависит от выбора количественной единицы измерения. Различают массовую и объемную влажность материала. Массовая влажность материала может быть отнесена к массе сухого или к массе влажного материала.

Экспериментально влажность определяют высушиванием навески материала массой не менее 5 г в сушильном шкафу при температуре 105–110°C. При достижении образцом постоянной массы его высушивание прекращают.

Если массу образца влажного материала до сушки обозначить  $g_{м.в}$ , а массу образца после высушивания –  $g_{м.с}$ , то масса влаги  $g_в$ , содержащейся в материале, определится так:  $g_в = g_{м.в} - g_{м.с}$ . Массовая влажность, отнесенная к массе сухого материала, –

$$x = g_в / g_{м.с} = (g_{м.в} - g_{м.с}) / g_{м.с} \quad (2)$$

а массовая влажность, отнесенная к массе влажного материала, –

$$\xi = g_в / g_{м.в} = (g_{м.в} - g_{м.с}) / g_{м.в} \quad (3)$$

Для пересчета из одного вида задания влажности в другое выражение (2) можно представить в виде  $x = g_в / (g_{м.в} - g_в)$  и разделить числитель и знаменатель дроби на  $g_{м.в}$ . Тогда следует

$$x = \xi / (1 - \xi) \text{ и } \xi = x / (1 + x). \quad (4)$$

Из выражения (3) следует, что  $\xi$  может изменяться в пределах от 0 до 1, а  $x$ , как это следует из формулы пересчета, ограничен пределами 0 и  $\infty$ . Для сопоставления приведены значения влажности, отнесенной к массе сухого материала, соответствующие некоторым значениям влажности, отнесенной к массе влажного материала (табл. 2).

Таблица 2

**Значения влажности, отнесенной к массе сухого материала**

$\xi, \%$	0	25	50	75	100
$x, \%$	0	33	100	300	$\infty$

Объемной влажностью материала называется отношение объема влаги, содержащейся в образце материала, к объему самого образца. В этом определении вся влага независимо от того, в каком агрегатном состоянии она находится в материале, считается по объему капельной воды. Кроме того, предполагается, что при поглощении воды объем материала не изменяется.

Объем,  $m^3$ , занимаемый влагой в материале, –  $V_в = g_в / \rho_в = g_в / 1000$ , а объем, занимаемый образцом материала, –  $V_м = g_{м.с} / \rho_{об.м.с}$ .

Тогда объемная влажность

$$\omega = V_в / V_м = g_в \rho_{об.м.с} / (1000 g_{м.с}) = x \rho_{об.м.с} / 1000. \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что численное значение объемной влажности  $\omega$  для материалов с объемной массой до  $1000 \text{ кг}/m^3$  всегда меньше численного значения массовой влажности  $x$  и разница между этими величинами тем больше, чем легче материал.

Поглощение влаги материалом ведет, прежде всего, к увеличению теплопроводности материала. Объясняется это тем, что вода может занимать в материале часть объема ячеек и пор, вытесняя из них – газ. Так как теплопроводность воды  $\lambda = 0,58 \text{ Вт}/(m \cdot K)$  примерно в 25 раз больше теплопроводности неподвижного воздуха, то наличие воды в материале вызывает существенное повышение теплопроводности теплоизоляционного материала. При низких температурах вода в порах материала может замерзнуть, что приведет к еще большему возрастанию теплопроводности материала, т.к. теплопроводность льда  $\lambda = 2,2 \text{ Вт}/(m \cdot K)$  почти в 100 раз больше теплопроводности неподвижного воздуха.

Зависимость теплопроводности материала от объемной влажности может быть выражена эмпирической формулой:

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda, \quad (6)$$

где  $\lambda_0$  – теплопроводность материала в воздушно-сухом состоянии;

$\Delta\lambda$  – приращение теплопроводности на каждый процент увеличения объемной влажности;

$\omega$  – объемная влажность, %.

Приращение  $\Delta\lambda$  для органических материалов при положительных температурах принимают равным  $3,5 \cdot 10^{-3}$ , а при отрицательных температурах –  $4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}/(m \cdot K)$ ; для неорганических материалов соответственно  $2,3 \cdot 10^{-3}$  и  $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}/(m \cdot K)$ .

Содержащий влагу изоляционный материал может подвергаться гниению, в нем могут образовываться грибки и плесени, что приводит к разрушению материала и сокращению срока его службы.

**3. Теплоизоляционные материалы должны быть температуростойкими и морозостойкими.**

Это значит, что материалы не должны становиться хрупкими при низких температурах и, кроме того, должны сохранять прочность и эластичность каркаса, подвергаясь многократному замораживанию и оттаиванию в увлажненном состоянии, т.е. при наличии воды в порах. Увеличение объема воды при ее замерзании в порах материала не должно вызывать образование трещин в материале или его разрушения.

**4. Теплоизоляционные материалы должны быть негорючими или обладать возможно меньшей горючестью.**

**5. Теплоизоляционные материалы должны быть химически инертными по отношению к материалам, с которыми они могут контактировать в**

*изоляционной конструкции*, например не вызывать коррозию стальных стенок аппарата, на наружную поверхность которого наложен теплоизоляционный слой данного материала.

**6. Теплоизоляционные материалы не должны иметь запаха и воспринимать его.** Это свойство существенно для пищевых предприятий, поскольку многие скоропортящиеся пищевые продукты легко воспринимают различные запахи, что ухудшает их качество. Некоторые продукты (например, рыба) сами обладают запахом, который может быть воспринят теплоизоляционным материалом и передан другим продуктам, которые впоследствии будут храниться в этом помещении.

**7. Теплоизоляционные материалы должны быть защищены от грызунов и не привлекать их.** Грызуны не только портят изоляцию и хранящиеся продукты, но и способствуют распространению заразных заболеваний.

**8. Теплоизоляционные материалы должны обладать достаточной механической прочностью,** чтобы выдерживать воздействия, неизбежные при транспортировке, укладке и эксплуатации (нагрузка от продуктов, загрузочно-разгрузочных средств, удары, вибрация).

**9. Теплоизоляционные материалы должны легко обрабатываться** (резаться, пилиться и т.д.) обычными режущими инструментами.

**10. Теплоизоляционные материалы должны обладать приемлемыми экономическими показателями.** При прочих удовлетворительных свойствах высокая стоимость материала или его малые ресурсы ограничивают возможность применения такого материала.

Материалов, обладающих всеми перечисленными свойствами, пока не существует. Как правило, теплоизоляционные материалы выбирают не только с учетом их положительных и отрицательных качеств, но и с учетом реальной возможности получения материала на месте строительства, а также значимости и назначения объекта.

Правильно выбирать материалы для тепловой изоляции помогает классификация их по отдельным характерным признакам.

По происхождению или исходному сырью материалы делят на две группы: органического и неорганического происхождения (минералы, металлы). В каждой из групп материалы могут быть естественными или искусственными. Материалы органического происхождения, за исключением некоторых искусственных, как правило, гигроскопичны и влагоемки, вследствие чего они могут гнить, плесневеть. В большинстве случаев они горючи.

Следует учитывать и температурную область, внутри которой может быть применен данный теплоизоляционный материал. По этому признаку все материалы можно разделить на две группы.

**Материалы для низких температур (область отрицательных температур в интервале 60–130°С).** В области низких температур некоторые материалы становятся хрупкими. У верхнего температурного предела могут изменяться структура и механические свойства ряда материалов в результате размягчения вязких связующих (битума, смол), обугливания органических веществ и т.п.

**Материалы, для высоких температур (80–400°С).** Эти материалы применяют на теплоэлектростанциях, в промышленных тепловых установках, тепловых коммуникациях. Для этого температурного интервала используют главным образом материалы неорганического происхождения.

По внешнему виду или способу применения в изоляционной конструкции теплоизоляционные материалы классифицируют следующим образом.

**I. Штучные жесткие изделия, имеющие определенные размеры и форму.** При выполнении изоляционных работ форму таких изделий обычно не изменяют. Для изоляции плоских поверхностей их изготавливают в виде плит, блоков и кирпичей. Для изоляции криволинейных поверхностей (сосудов цилиндрической формы, трубопроводов) штучные жесткие изделия изготавливают в виде сегментов, брусков с трапециевидным сечением, скорлуп (полуцилиндрических оболочек). Производят и изделия сложной конфигурации, предназначенные для изоляции фасонных частей трубопроводов (вентилей, тройников, отводов и т.п.).

**II. Штучные гибкие изделия, имеющие определенные размеры, но допускающие в некоторой степени изменение формы.** Их производят в виде матов, листов, рулонов и шнура. Такие изделия используют для изоляции как плоских, так и криволинейных поверхностей.

**III. Сыпучие или засыпные материалы, представляющие собой рыхлую бесформенную массу с произвольным расположением частиц.** Материалы могут быть зернистыми (зерна, опилки), порошкообразными и волокнистыми (нити, волокна). Их можно применять для изоляции поверхностей любой формы; при проведении изоляционных работ материал засыпают между двумя стенками, одной из которых является изолируемая поверхность, а другая, вспомогательная, отстоит от нее на необходимую толщину теплоизоляционного слоя и повторяет форму изолируемой поверхности либо выполняется более простой формы.

**IV. Материалы, которые в конечном виде получают в самом процессе выполнения теплоизоляционных работ,** например напылением на изолируемую поверхность или заливкой исходной смеси в изолируемое пространство. Благодаря такой технологии получения теплоизоляционного слоя их можно применять для изоляции поверхностей любой конфигурации, даже очень сложной.

Высокоэффективные теплоизоляционные материалы благодаря своей малой объемной массе при-

меняют прежде всего в транспортных и других передвижных и малых установках, в устройствах и аппаратах, для которых на первое место выдвигается требование минимальной массы. Так как материалы этой группы обладают малой тепловой инерцией (малым коэффициентом теплоусвоения), их успешно применяют в установках с переменным тепловым режимом (низкотемпературные испытательные камеры, регенеративные теплообменники в криогенных установках). В связи с возрастающим в последние годы производством материалов из искусственных смол с хорошими показателями их все более широко используют и на крупных промышленных установках. Большинство высокоэффективных материалов имеет малую механическую прочность. Материалы данной группы можно разделить на следующие подгруппы.

## 1. ОРГАНИЧЕСКИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Очень перспективными материалами этой подгруппы являются пенопласты, получаемые путем вспенивания синтетических смол. Пенопласты имеют мелкие замкнутые поры и этим отличаются от поропластов – тоже вспененных пластмасс, но имеющих соединяющиеся (незамкнутые) поры и поэтому не используемых в качестве теплоизоляционных материалов. В зависимости от рецептуры и характера технологического процесса изготовления пенопласты могут быть жесткими, полужесткими и эластичными с порами необходимого размера; изделиям могут быть приданы желаемые свойства (например, уменьшена горючесть).

Пенопласты делятся на термопластичные, или термообратимые, размягчающиеся при повторных нагреваниях, и термонепластичные, или термонеобратимые, отвердевающие при первом цикле нагревания и не размягчающиеся при повторных нагреваниях; к первым относятся пенополистиролы (ПС), пенополивинилхлориды (ПХВ), ко вторым – пенополиуретаны (ПУ), а также материалы на основе фенольно-формальдегидных (ФФ), эпоксидных (Э) и кремнийорганических (К) смол.

По виду технологического процесса производства пенопласты подразделяют на формуемые (получаемые прессовым методом) и вспенивающиеся в конструкции (получаемые беспрессовым методом). При прессовом методе порошкообразный полимер с добавленным к нему твердым газообразователем прессуется в виде заготовок в прессформах на гидравлическом прессе под давлением 10–20 МПа и при нагревании до 150–175°C; при этом пластмасса плавится, а газообразователь разлагается. В качестве газообразователя применяют бикарбонат натрия, карбонат аммония, выделяющие диоксид углерода, а также некоторые вещества, выделяющие азот. В полученной после прессования заготовке газ находится под большим давлением и может диффундиро-

вать во внешнюю среду; по этой причине заготовки хранят не больше 1–2 сут. Из заготовок получают плиты и другие изделия путем нагревания заготовок в формах до высокоэластичного состояния (100–120 °С); в этих условиях газ выделяется и вспенивает пластмассу, образуя поры. По этому способу производят изделия из термопластичных пластмасс, имеющих  $\lambda = 0,03–0,045$  Вт/(м·К) при объемной массе 40–60 кг/м<sup>3</sup>.

Беспрессовый способ имеет две основные разновидности. По одной из них получают наиболее легкие пенополистиролы. В качестве газообразователей здесь применяют легкокипящие жидкости (изопентан, хлористый метилен и хладоны), которыми насыщают в автоклавах гранулы полимера (зерна диаметром 0,2–0,5 мм) под давлением. Гранулы можно засыпать в формы (для получения плит и других изделий) или в пространство между двумя стенками изолируемого объема аппарата, конструкции. При последующем нагревании (водяным паром, в поле тока высокой частоты) до высокоэластичного состояния гранулы вспениваются, расширяясь примерно в десять раз благодаря выделению газа, и склеиваются между собой. Так производят, например, плиты и скорлупы из одного из распространенных пенопластов ПСБ – пенополистирола беспрессового, имеющего  $\lambda = 0,047–0,052$  Вт/(м·К) при объемной массе  $\rho = 20–40$  кг/м<sup>3</sup>. Этот материал горит коптящим пламенем. Его можно применять при температурах от -80 до 70°C. Отечественная промышленность выпускает и самозатухающий пенопласт ПСБС.

Пенопласты имеют малую гигроскопичность (1–3%) и малое водопоглощение (до 20%), хотя при проверке ПСБС после нескольких лет работы в ограждении холодильника были получены более высокие значения. Предел прочности ПСБС на сжатие 150–500 кПа.

По другой разновидности беспрессового способа получают пенополиуретан. Газообразование в этом методе происходит при смешении в жидком состоянии двух частей композиции во время заливания их в изолируемый объем (например, между двумя стенками конструкции ограждения) или во время нанесения (набрызгиванием, напылением) теплоизоляционного слоя на изолируемую поверхность. Объем исходной смеси при этом увеличивается в 30–40 раз. Смесь напыляют пульверизатором (пистолетом-распылителем), что делает этот способ высокопроизводительным и наиболее технологичным, особенно при изоляции сложных конструкций. За один проход образуется слой толщиной 15–30 мм. Пенополиуретан наносится на поверхность любого материала и хорошо приклеивается к ней. В месте прилегания к изолируемой поверхности образуется плотная пленка, обладающая пароизоляционными свойствами. Наибольшую прочность образовавшийся теплоизоляционный слой приобретает через 24 ч после напыления. Теплопроводность пенополиуретана

$\lambda = 0,041-0,058$  Вт/(м·К) при объемной массе 40–200 кг/м<sup>3</sup>. Пенополиуретаны относятся к сгораемым, но трудно воспламеняемым материалам, область их применения от –180 до 120°C. При заливании частей композиции в изолируемый объем в качестве пенообразователя нередко применяли хладоны R11 и R12. В этом случае теплопроводность  $\lambda = 0,019-0,021$  Вт/(м·К). В связи с озоноразрушающим действием R11 и R12 ведутся поиски заменителей, в частности применяют R141b, циклопентан, n-пентан.

По отечественному рецепту изготавливают похожий пенопласт «Рипор», имеющий  $\lambda = 0,026$  Вт/(м·К),  $\rho = 25-30$  кг/м<sup>3</sup> и прочность на сжатие 200–250 кПа. «Рипор» также является композицией двух жидкостей. Изоляционный слой образуется заливкой или напылением. Изготавливают и жесткие штучные изделия.

## 2. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Представителем этой подгруппы является алюминиевая фольга (альфоль). Для тепловой изоляции используют фольгу толщиной 7–26 мкм. Ее применяют в виде гофрированных (мятых) листов с деревянными рамками или без них (иногда листы наклеивают на картон), уложенных с образованием воздушных прослоек толщиной 8–10 мм обычно до десяти рядов. Объемная масса гофрированной фольги – 6–8 кг/м<sup>3</sup>, но из-за наличия конструктивных элементов для крепления листов и образования зазоров между листами объемная масса изоляции возрастает до 100 кг/м<sup>3</sup>. Достоинством этого материала является высокая отражательная способность, уменьшающая радиационный теплообмен, что особенно заметно при высоких температурах.

Другими важными представителями подгруппы неорганических материалов являются искусственные волокна: минеральная, шлаковая и стеклянная вата. Сырьем для минеральной ваты служат горные породы (мергели, доломиты, базальты и др.), для шлаковой – доменный шлак, а для стеклянной ваты – материалы, из которых получают различные виды стекла (кварцевый песок, известь, сода). Исходную шихту расплавляют в вагранках или в ваннах пачах. Для получения волокон из расплава чаще применяют фильерно-душевой способ. Средняя толщина волокна минеральной ваты – 6–7 мкм. Вата марки 100 имеет объемную массу 100 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводность 0,045 Вт/(м·К), а вата марки 150 –  $\rho = 150$  кг/м<sup>3</sup> и  $\lambda = 0,047$  Вт/(м·К). Стекловолокно обычное теплоизоляционное имеет толщину нитей 12–35 мкм, и его показатели аналогичны показателям минеральной ваты. Выпускают и ультратонкое волокно (УТВ) с диаметром нити около 1 мкм; оно при  $\rho = 5-6$  кг/м<sup>3</sup> имеет  $\lambda = 0,031$  Вт/(м·К). Минеральную и стеклянную вату можно применять как засыпной материал, но они дают большую усадку. Нагрузка на них не должна превышать 2 кПа. Эти материалы не горючи, не проходимы для грызунов.

Они имеют малую гигроскопичность (не более 2%), но большое водопоглощение (до 600%). При выполнении изоляционных работ необходимо применять защитные меры.

Материалы этой подгруппы представляют большой интерес для холодильного строительства, т.к. они лишены многих существенных недостатков органических материалов. Из стеклянной и минеральной ваты изготавливают маты и полосы, обе стороны которых пропитывают на глубину 1,5 мм клеящим веществом для образования защитного слоя. Защитный слой предохраняет изделие при перевозке и монтаже. Маты и материалы прошивают нитками из стеклянного волокна или тонкой стальной проволокой и используют при производстве таких распространенных теплоизоляционных материалов, как полужесткие и жесткие минераловатные плиты. Они сходны по технологии производства, но различаются содержанием битума, связывающего волокна. В полужестких плитах от 8 до 20% битума. К волокнам ваты подмешивают расплавленный тугоплавкий битум и образующиеся маты подпрессовывают и подсушивают. Из матов вырезают плиты размерами 1000 x 500 мм. Марки полужестких минераловатных плит на битумном связующем 75, 100, 150 и 200 соответствуют их объемной массе; их теплопроводность – 0,052–0,064 Вт/(м·К), область применения – от –100 до 60°C. Выпускают также полужесткие и жесткие минераловатные плиты на синтетическом связующем из фенольных смол. Они имеют меньшую объемную массу (50–175 кг/м<sup>3</sup>) и теплопроводность 0,052–0,064 Вт/(м·К). Область применения этих плит – от –60 ( $\rho = 50$  и 75 кг/м<sup>3</sup>) и –120 ( $\rho = 125$  и 175 кг/м<sup>3</sup>) до 400°C.

Другим материалом этой группы являются асбовермикулитовые плиты, изготавливаемые из вспученного вермикулита (60%), асбестовых волокон (20%) и битумной эмульсии (20%). Их объемная масса – 250 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность – 0,075–0,085 Вт/(м·К). Они морозостойки и огнестойки, а потому находят применение главным образом для устройства противопожарных поясов в ограждениях холодильников.

В эту же подгруппу включается губчатая резина (оназот), изготавливаемая на основе синтетического каучука. Из нее производят эластичные плиты и скрутки путем вспенивания расплавленной каучуковой массы азотом или диоксидом углерода под давлением. Одновременно осуществляют вулканизацию каучука. Материал мало гигроскопичен и водостойчив; благодаря своей эластичности пригоден для изоляции труб и цилиндрических аппаратов. При  $\rho = 60-100$  кг/м<sup>3</sup> имеет  $\lambda = 0,035-0,05$  Вт/(м·К).

В криогенных установках для тепловой защиты оборудования применяют порошковые материалы и различные виды вакуумной изоляции. Распространенным порошковым материалом является аэрогель – порошкообразный высокопористый материал, состоящий в основном из химически чистого диоксида крем-

ния. Аэрогель имеет объемную массу 80–100 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводность 0,021–0,023 Вт/(м·К). Различают три вида вакуумной изоляции. Первый из них называется порошково-вакуумной изоляцией. Отличается он от порошковой тем, что в объеме, куда засыпан аэрогель (или другой порошковый материал), создается разрежение; при остаточном давлении 1,33 Па (1·10<sup>-2</sup> мм рт. ст.) теплопроводность аэрогеля будет в десять раз меньше, чем у воздуха в нормальных условиях, т.е. 0,0023 Вт/(м·К). Вторым видом такой изоляции является вакуумная изоляция. В этом случае в пространстве между двумя герметичными стенками, ограждающими изолируемый аппарат, создается необходимое разрежение; так, та же теплопроводность 0,0023 Вт/(м·К) достигается при остаточном давлении 1,33·10<sup>-3</sup> Па (1·10<sup>-5</sup> мм рт. ст.). Третий вид вакуумной изоляции называется слоисто-вакуумной изоляцией; она состоит из чередующихся слоев тонкого стекловолокна и листов алюминиевой фольги. На 1 см толщины изоляции приходится от 20 до 30 слоев. Та же теплопроводность достигается при остаточном давлении 0,0133·10<sup>-2</sup> Па и 0°С. При криогенных температурах теплопроводность такой изоляции уменьшается еще в десятки раз.

Таким образом, имеется большое количество теплоизоляционных материалов, из которых может осуществляться выбор в соответствии с назначением холодильной установки и местными условиями строительства.

## Литература

*Холодильные установки: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур», «Холодильная криогенная техника и кондиционирование» / Курылев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. – 2-е изд., стереотип. – СПб.: Политехника. 2002. – 576 с.*

По материалам газеты «Холодильщик.RU»

## ЧАСТНЫЕ ИНВЕСТОРЫ, ВКЛАДЫВАЮЩИЕ В АВТОНОМНЫЕ ЭНЕРГОИСТОЧНИКИ, РИСКУЮТ

Не имея возможности передавать избыточные энергетические мощности в общую сеть, частные инвесторы, вынужденные строить автономные энергоисточники исключительно для собственных нужд, действуют на свой страх и риск. К такому выводу пришли участники заседания круглого стола по теме «Актуальные вопросы организации электроснабжения в кризисный период».

По мнению В. Гулина, генерального директора компании, занимающейся сервисным обслуживанием и эксплуатацией инженерных систем, тема конкуренции в сфере энергетики (в частности, генерации) всегда была неким «табу». Однако передовой опыт зарубежных стран, например Дании, в части организации генерирующих мощностей показывает, что различные энергоисточники могут работать эффективно и в режиме оптимальной нагрузки, выдавая энергию в общую сеть. При этом на законодательном уровне четко определен порядок покупки мощностей и их выдачи потребителям.

Эксперты отмечают заинтересованность инвесторов в строительстве автономных энергоисточников и у нас. Это позволяет, например, избежать необходимости проходить длительную и дорогостоящую процедуру подключения. Кроме того, строительство объекта по стоимости сравнимо с подключением, а выработанная на собственном источнике энергия, как правило, дешевле покупной.

«Опыт нашей компании показывает, что даже при частичном использовании потенциала когенерационных установок стоимость электроэнергии на 40% ниже, чем у сбытовой компании», – пояснил Гулин.

Примеры использования собственных энергоисточников есть и в Петербурге. Так, в скором времени будет запущена мини-ТЭЦ для логистического центра в Шушарах.

Специалисты отрасли отмечают, что энергия от подобных источников могла бы продаваться в общую сеть, ведь предприятия потребляют энергию днем, а в вечернее и ночное время избыток мог бы передаваться жилому сектору.

Теоретически возможность для этого есть: надо «всего лишь» пройти процедуру согласования с компанией, которая будет ее покупать. Однако производитель энергии сталкивается со следующими трудностями. Во-первых, сложность и длительной самой процедуры. Во-вторых, стоимость энергии «диктует» компания, к сетям которой намерен присоединиться частник.

«Существующие технические средства позволяют выдерживать ГОСТы по передаче энергии, – отмечает начальник Департамента руководства проектами энергетического центра С. Клычников. – Однако получить право на передачу энергии в общую сеть невозможно из-за того, что сетевые организации предлагают цену много ниже себестоимости выработки энергии».

Как пояснил Клычников, урегулировать данный вопрос возможно, как и в зарубежных странах, на законодательном уровне. Однако в ближайшей перспективе эксперты перемен не предвидят: по их мнению, у игроков на рынке энергетики и у чиновников нет заинтересованности в том, чтобы как-либо менять существующую систему.

Балтийское Информационное Агенство



А. Акулов,  
ООО «Провита»

# ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ В УСТАНОВКАХ АДСОРБЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

## ВВЕДЕНИЕ

Среди разнообразных применений физической адсорбции особое место занимают технологические процессы, использующие метод короткоциклового безнагревной адсорбции (КБА). Они происходят в установках осушки и разделения газовых смесей. Но, пожалуй, самое широкое применение метод КБА в настоящее время находит в технологиях и оборудовании разделения воздуха на основные составляющие его компоненты – азот и кислород.

Отличительные особенности метода КБА отражены в его названии. Это, во-первых, короткий цикл, составляющий от нескольких секунд до двух-трех минут. Во-вторых, в процессах КБА не используется искусственный нагрев или охлаждение какого-либо компонента установки. Поэтому процессы протекают при температуре, близкой к температуре окружающей среды. В этой статье будут обсуждены некоторые другие специфические особенности установок, работающих по методу КБА, на примере адсорбционных генераторов, предназначенных для получения азота или кислорода. При этом будем различать адсорбционные генераторы, в адсорберы которых загружен синтетический цеолит, и генераторы на основе угле-

родного молекулярного сита (УМС). Генераторы первого типа обычно служат для получения кислорода, а второго типа – азота.

## Основные особенности генераторов кислорода и азота

### Генераторы кислорода

*Принцип работы.* Процесс выделения кислорода из воздуха на синтетических цеолитах основан на разнице в равновесных величинах сорбции азота и кислорода. Основные схемы установок получения кислорода проанализированы в работах [1–3]. Моделированию процессов адсорбционного разделения воздуха посвящены статьи [4–13]. Простейшая технологическая схема генератора кислорода включает два адсорбера, четыре воздушных клапана для подачи воздуха и сброса газа, обогащенного азотом, два обратных клапана для выпуска производимого кислорода в накопительный ресивер, дроссельное устройство и блок управления клапанами (рис. 1).

Воздух от компрессора поступает в один из циклически переключающихся адсорберов. Так как азот адсорбируется в большей степени, то воздух, проходя через слой цеолита, обогащается кислородом. В то

# ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ

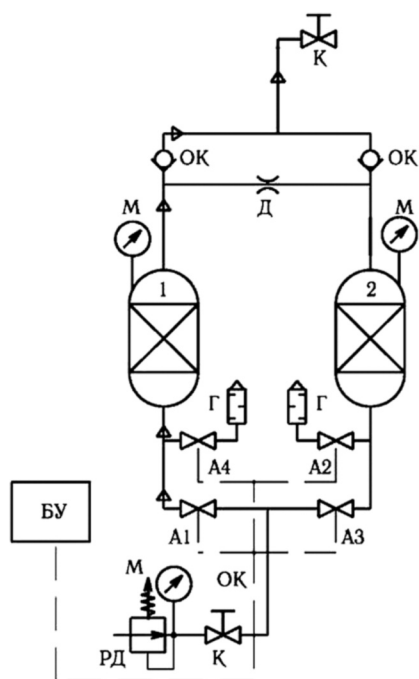


Рис. 1. Пневматическая схема генератора кислорода: 1, 2 – адсорберы; А1...А4 – электромагнитные клапаны; БУ – блок управления; Г – глушитель; Д – дроссельное устройство; К – кран шаровой; М – манометр; ОК – обратный клапан; РД – редуктор давления

время как первый адсорбер производит кислород (стадия адсорбции), второй адсорбер подготавливается к работе (стадия десорбции). В нем происходит понижение давления с одновременной его продувкой частью продукционного кислорода через дроссельное устройство. В результате цеолит в этом адсорбере освобождается от азота. Через время полуцикла адсорберы обмениваются своими функциями. Второй адсорбер производит кислород, а первый освобождается от азота. Такой цикл повторяется многократно. Извлеченный из воздуха и сконцентрированный кислород накапливается в ресивере и может расходоваться в необходимых количествах. Эта схема получения кислорода – простейшая. В данном случае адсорбция азота протекает при повышенном давлении воздуха по сравнению с атмосферным, а десорбция – при атмосферном давлении. Такие схемы называют напорными. В вакуумных схемах адсорбция протекает при атмосферном давлении, а десорбция – под вакуумом.

## Предельная концентрация кислорода

На типичных синтетических цеолитах, применяемых в процессах КБА, равновесная величина сорбции азота в 2–3 раза превосходит величину сорбции кислорода за счет особенностей его молекулярного строения. Величины сорбции кислорода и аргона при положительных температурах, при которых осуществ-

ляют процесс разделения воздуха, практически не отличаются. Поэтому при концентрировании кислорода в установке КБА параллельно происходит и концентрирование аргона. Простейший расчет на основе баланса масс приводит к предельной величине концентрации кислорода, равной 95,5%.

## Степень извлечения кислорода и удельные энергозатраты

Под степенью извлечения кислорода будем понимать отношение количества полученного продукционного газа к количеству затраченного воздуха, выраженное в процентах. Очевидно, что степень извлечения зависит от концентрации кислорода в продукционном газе. Обычно степень извлечения принимают при пороговой концентрации кислорода 93%, реже 90%. Однако эти величины довольно близки. Дело в том, что кривая зависимости концентрации кислорода от производительности установки состоит из двух резко отличающихся частей. При малых производительностях концентрация кислорода постоянна и равна ее предельному значению. Начиная с некоторой пороговой производительности, кривая носит характер резко ниспадающей экспоненты. Отметим, что такой характер кривой имеет место только для правильно спроектированной установки. Степень извлечения зависит также от технологической схемы установки и от используемого адсорбента. Если в начале 90-х гг. степень извлечения кислорода для промышленных установок составляла 5,5–6,0%, то в настоящее время у лучших мировых производителей эта величина равна 8,0–8,5% для напорных схем. Нашей компании удалось разработать технологию получения кислорода со степенью извлечения 10%. Схемы с вакуумированием позволяют добиться степени извлечения 12%. Очевидно, что удельные энергозатраты обратно пропорциональны степени извлечения. При использовании современных марок винтовых компрессоров удельные энергозатраты получения 93%-го кислорода для напорных схем составляют 1,2–1,3 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Использование оптимизированной схемы позволяет снизить эту величину до 1,0 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Для схем с вакуумированием удельные энергозатраты еще меньше и достигают величины 0,5 кВт·ч/м<sup>3</sup>.

## Влияние влаги на процесс разделения

Известно, что увлажненный цеолит не адсорбирует ни азот, ни кислород. Следовательно, процесс разделения можно организовать только на дегидратированном цеолите. Однако в воздухе, поступающем на разделение, всегда содержится влага. В отношении влаги генератор кислорода работает как эффективный осушитель, понижая точку росы до -60°C (при атмосферном давлении) и ниже. Но в отличие от осушителей адсорбционного типа в генераторах кислорода влага проникает лишь на определенную глубину слоя цеолита, дезактивируя его. Глубина



# ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ

проникновения влаги также зависит от скоростей газа при адсорбции и десорбции, от размера гранул цеолита и от количества влаги в исходном воздухе. Для уменьшения глубины проникновения влаги в цеолит все производители рекомендуют удалять избыточную влагу из исходного воздуха с помощью рефрижераторных осушителей. В этом случае дезактивируется лишь небольшая часть слоя цеолита (до 5%).

## Неизотермические эффекты

При работе генераторов кислорода наблюдаются неизотермические эффекты. Проявления этих эффектов особенно значительно в крупных установках, процессы в которых протекают в условиях, близких к адиабатическим. Температура цеолита изменяется как во времени, так и в пространстве, в основном по высоте цеолита. Основная причина неизотермических эффектов – выделение или поглощение теплоты сорбции. Амплитуда колебаний температуры цеолита в каждой точке слоя в течение цикла может достигать 15°C для напорных схем. Причем эти колебания температуры отрицательно сказываются на характеристиках процесса. При повышении давления рост температуры уменьшает величину сорбции азота, а при снижении давления падение температуры затрудняет десорбцию азота из пор цеолита. По этой причине процесс адсорбции проводят при давлениях не выше 5,0–5,5 атмосфер. А как изменяется средняя температура цеолита по его высоте? Оказывается, что по мере работы установки лобовые слои цеолита остывают ниже температуры окружающей среды, а замыкающие слои, наоборот, разогреваются. В стационарно-циклическом режиме наблюдается приблизительно линейное распределение температуры. На установках «Провита-1700» с производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч, работающих круглосуточно, температура цеолита в замыкающих слоях достигает 50°C.

Коснемся причины перераспределения температуры цеолита по его высоте. Следует учитывать, что при повышении давления воздуха происходит выделение теплоты сорбции, причем за счет конвективного потока выделенная теплота переносится в замыкающие слои адсорбента, а при обратной продувке параллельного адсорбера накапливается в его замыкающих слоях. Таким образом, замыкающие слои аккумулируют теплоту сорбции. При понижении давления происходит поглощение теплоты сорбции. За счет конвективного потока, направленного в противоположном направлении, «холод» переносится к лобовым дезактивированным влажной слоям цеолита и накапливается в них. Процесс перераспределения температуры цеолита по его высоте является очень медленным в связи с высокой его теплоемкостью. И расчеты, и практика показывают, что стационарно-циклическое распределение температуры по высоте слоя достигается приблизительно через 1000 циклов,

в то время как концентрация кислорода стабилизируется уже через 20–30 циклов.

## Генераторы азота

В генераторах азота обычно используют углеродные молекулярные сита. Технологическая схема генератора кислорода, описанная ранее, может применяться и для получения азота, если в адсорберы загрузить УМС. Однако в данном случае принцип разделения воздуха совершенно другой. Равновесные величины сорбции азота и кислорода на УМС примерно равны. Однако скорость поглощения кислорода гранулами углеродного молекулярного сита (скорость адсорбции) в несколько десятков, а иногда и сотен раз выше, чем скорость поглощения азота. То же относится и к скорости десорбции, т.е. скорости выделения газа из гранул. Поэтому при повышении давления и продувке слоя при повышенном давлении преимущественно адсорбируется кислород, а азот «проскакивает» в замыкающие слои и далее накапливается в ресивере-накопителе. При сбросе давления и обратной продувке кислород десорбируется, и слой УМС подготавливается к последующему циклу получения азота.

## Предельная концентрация азота

На углеродных молекулярных ситах скорости адсорбции аргона и азота близки по величине и на несколько порядков меньше скорости адсорбции кислорода. Таким образом, и в установках по производству азота на УМС происходит эффект концентрирования аргона в продукционном газе. Нетрудно прикинуть, что при равных скоростях адсорбции азота и аргона и при полной очистке от кислорода предельная концентрация азота должна составить примерно 98,7%. Практически все производители об этом умалчивают и, приводя цифры суммарной концентрации азота и аргона, говорят о концентрации только азота. При этом в качестве предельной концентрации указывают 99,999% для промышленных установок и 99,9999% для небольших лабораторных генераторов азота. Правильнее, конечно, говорить об остаточной концентрации кислорода 0,001 и 0,0001%.

## Степень извлечения азота

В отличие от генераторов кислорода степень извлечения азота в генераторах, работающих на УМС, сильно зависит от остаточной концентрации кислорода. Так, для одного из производителей установок степень извлечения азота при остаточной концентрации кислорода 0,01% составляет 17%, для концентрации 0,1% – 25%, и для 1% – 39%. У некоторых производителей эти цифры могут быть больше в 1,2–1,5 раза, особенно в случаях малых концентраций кислорода. Соответственно, сильно различаются и энергозатраты. Их величину при остаточной концентрации кислорода 0,1% можно оценить как 0,3–

0,4 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Различие в величинах степени извлечения для оборудования разных производителей связано не столько с технологией получения азота (схемы получения азота у всех примерно одинаковы), сколько с кинетическими и равновесными характеристиками УМС по компонентам воздуха. Если свойства цеолитов одного типа у разных производителей примерно одинаковы, то этого никак нельзя сказать относительно УМС. Более того, технология производства УМС настолько сложна, что их свойства могут существенно изменяться от партии к партии даже у известных производителей.

## Влияние влаги в исходном воздухе на процесс разделения

Для генераторов азота отсутствие осушки исходного воздуха повышает остаточное содержание кислорода в продукционном газе. Концентрации кислорода ниже 0,1% можно не достичь даже при небольшой степени извлечения. Осушка воздуха с помощью рефрижераторного осушителя позволяет избежать отрицательного влияния влаги. Заметим, что слой УМС в процессе разделения воздуха также работает как адсорбционный осушитель. Но точка росы при атмосферном давлении за генератором азота составляет примерно -40°C.

## Неизотермические эффекты

В генераторах азота, несмотря на повышенное рабочее давление при адсорбции, неизотермические эффекты незначительны и могут не приниматься во внимание при расчетах или проектировании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование метода КБА для разделения воздуха имеет большие перспективы. Компактные, надежные, полностью автоматизированные, практически не требующие обслуживания генераторы кислорода и азота с производительностью от 5 л/мин до 500 м<sup>3</sup>/ч и выше требуются на многих предприятиях. Постоянно идет процесс их совершенствования. Ведутся работы по повышению степени извлечения азота и кислорода из воздуха и, следовательно, по снижению энергозатрат на их получение. Благодаря новым адсорбентам и улучшенным технологическим схемам открываются новые возможности более широ-

кого применения метода КБА. В стадии разработки находятся генераторы кислорода повышенной чистоты, установки для полного разделения воздуха с получением в качестве продуктов не только кислорода и азота, но также и аргона.

## Литература

1. Акулов А.К., Устинов Е.А. Организация циклического адсорбционного процесса очистки сорбирующегося газа от близкой по сорбируемости примеси // *Журнал прикладной химии*. – 1986. – Т. 59. – № 3. – С. 583–585.
2. Акулов А.К. Сравнительный анализ схем циклических адсорбционных процессов разделения бинарной смеси газов // *Журнал прикладной химии*. – 1988. – Т. 61. – № 3. – С. 540–545.
3. Knaebel K.S., Hill F.B. Pressure swing adsorption: development of an equilibrium theory for gas separation // *Chemistry Engineering Science*. – 1985. – V. 40. – № 12. – P. 2351–2360.
4. Kauser J.C., Knaebel K.S. Pressure swing adsorption: Experimental study of equilibrium theory // *Chemistry Engineering Science*. – 1986. – V. 41. – № 11. – P. 2931–2938.
5. Акулов А.К., Устинов Е.А. Динамика циклического адсорбционного процесса разделения бинарной смеси газов // *Журнал прикладной химии*. – 1986. – Т. 59. – № 7. – С. 1609–1611.
6. Underwood P. A model of a pressure swing adsorption process for nonlinear adsorption equilibrium // *Chemistry Engineering Science*. – 1986. – V. 41. – № 3. – P. 409–412.
7. Pressure swing adsorption for a system with a Freundlich isotherm / X. Lu, R. Madey, D. Rothstein et al // *Separation Science and Technology*. – 1987. – V. 22. – № 6. – P. 1547–1550.
8. Акулов А.К. Процессы разделения газовых смесей методом адсорбции с периодически изменяющимся давлением. Иерархия математических моделей // *Теоретические основы химической технологии*. – 1997. – Т. 31. – № 5. – С. 472–478.
9. Акулов А.К. Процессы разделения газовых смесей методом адсорбции с периодически изменяющимся давлением. Алгоритм расчета технологических схем // *Теоретические основы химической технологии*. – 1997. – Т. 31. – № 6. – С. 591–598.



## ШУМ ПРИ РАБОТЕ КОМПРЕССОРОВ И ЕГО СНИЖЕНИЕ

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

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

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

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

уровня шума, соответствующие различным источникам.

Таблица 1

Величина уровня шума

Уровень шума, дБ	Описание
160	Самолет при взлете
100	Сирена
90 (85–95)	Железная дорога, трамвай
53 (50–55)	Вытяжной вентилятор
20	Шелест страниц

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

### 1. Уровень мощности звука

При работе компрессора часть подводимой энергии обязательно переходит в энергию звука. Так вот, мощность звука и есть энергия, передаваемая оборудованием в виде шума в единицу времени. Мощность звука ( $L_w$ ) представляет собой отношение мощности звука вблизи источника ( $W$ , Вт) к базовому уровню, за который принята мощность звука  $W_0 = 10\text{--}12$  Вт и определяется по следующей формуле:

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

# ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ

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

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

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

## 2. Уровень звукового давления

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

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

где  $p$  – давление звука вблизи источника, Па;  
 $p_0 = 2 \times 10^{-5}$  Па – базовая величина звукового давления (порог слышимости).

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

В технической документации шумовые характеристики оборудования в соответствии со стандартом SAGI PNEUROP должны быть представлены в виде уровня звукового давления в дБ (A), измеренного на расстоянии 1 м от источника (компрессора). Говоря о компрессорах BOGE Kompressoren, можно отметить следующее: среди винтовых компрессоров наименьший уровень звукового давления на расстоянии 1 м имеют компактные компрессоры серии С – 59 дБ (A) и CL – 59 дБ (A), а наибольший – промышленные ком-

прессоры серии S – 68–86 дБ (A). Среди поршневых компрессоров наименьшие показатели у компрессоров серии SRDL – 66 дБ (A), а наивысшие – у компрессоров серии RH – 85 дБ (A).

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

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

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

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

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

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

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

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

- ♦ вычисляется разность уровней шума установок;
- ♦ при помощи табл. 2 определяется специальная величина, которая затем добавляется к значению большего уровня шума.

### Пример 1

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

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

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

Таблица 2

Величины корректирующих коэффициентов

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

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ

### Пример 2

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

В этом случае порядок расчета такой:

♦ для первых двух установок разность уровней шума составит  $70 - 68 = 2$  дБ, а суммарный шум  $70 + 2,1 = 72,1$  дБ;

♦ для трех установок разность уровней шума составит  $74 - 72,1 = 1,9$  дБ, а суммарный шум  $74 + 2,1 = 76,1$  дБ. Таким образом, общий уровень шума трех компрессорных установок равен 76,1 дБ.

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

♦ мероприятия, относящиеся к снижению шума самого компрессора как в части установки шумопоглощающих покрытий, так и конструктивного совершенствования механизмов, повышения общего КПД;

♦ мероприятия, относящиеся к снижению шума в зависимости от способа установки компрессора.

Снижение уровня шума компрессорной установки достигается, как правило, использованием специального шумоизолирующего материала. У винтовых компрессоров BOGE Kompresoren серий C/S (рис. 1) им обклеены внутренние панели корпуса, а со стороны забора воздуха установлена усиленная звукоизоляция. Поршневые компрессоры также выпускаются в шумозащитном исполнении.

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

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

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

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

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

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

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

По материалам компании BOGE Kompresoren



Рис. 1. Boge Compressor



## СЧЕТЧИКИ ГАЗА. ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА

### Турбинные счетчики газа

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 обеспечивается дополнительное выравнивание эпюры скоростей потока и увеличение скорости течения газа. Кроме того, происходит формирование турбулентного режима течения газа, за счет чего обеспечивается 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, т.к. ее засорение уменьшает площадь проходного сечения трубопровода, соответственно, увеличивает скорость течения потока, что приводит к увеличению показаний счетчика.

Преобразование скорости вращения в турбинки 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 гра-

дуировки), обеспечивается линейная связь между скоростью вращения 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), т.к. нелинейность характеристики счетчика, проявляющаяся на малых расходах, легко устраняется применением характеристики кусочно-линейной аппроксимации (до 1:50), чего в счетчике с механической счетной головкой сделать нельзя.

Для измерения расхода турбинные счетчики газа СГ-16М (рис. 1) и СГ-75М имеют взрывозащитный импульсный выход (геркон), «сухие контакты реле» с

частотой 1 имп./1 м<sup>3</sup> и не взрывозащищенный импульсный выход (оптопара) с частотой импульсов 560 имп/м<sup>3</sup>.



Рис. 1. Счетчик газа СГ-16М

### Ротационный счетчик газа

Принцип действия счетчика заключается в обкатывании двух роторов специально спрофилированной формы (напоминающей цифру «восемь») друг по другу под действием потока газа. Синхронность обкатывания роторов обеспечивается специальными шестеренками, соединенными с соответствующим ротором и между собой. Для обеспечения точности измерения профиль роторов и внутренняя поверхность корпуса счетчика должны быть выполнены с высокой точностью, что достигается применением специальных технологических приемов обработки этих поверхностей. Необходимо выделить несколько преимуществ этих типов счетчиков перед турбинными:

Большой диапазон измеряемых расходов (до 1:160) и малая погрешность при измерении переменных потоков.

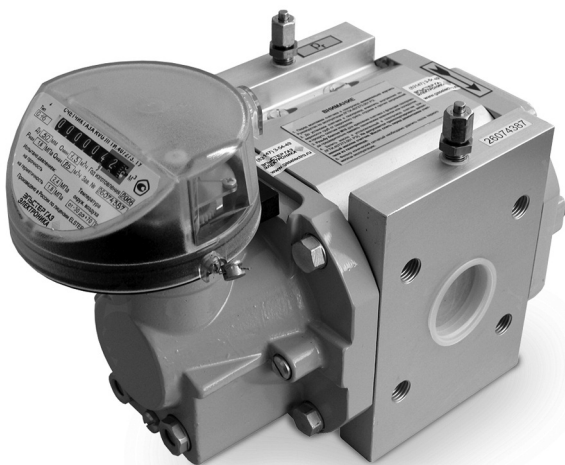


Рис. 2. Ротационные счетчики RVG

Второе свойство делает их незаменимыми для измерения расхода газа в «крышных» котельных, работающих в импульсном режиме.

Любое направление газа через счетчик.

Отсутствие требований к наличию прямых участков перед и за счетчиком.

Ротационные счетчики RVG (рис. 2) (также как DELTA и ROOTS) могут доукомплектовываться, кроме штатного низкочастотного датчика (геркон) с частотой срабатывания 10 имп/м<sup>3</sup>, среднечастотным Е-300 с частотой срабатывания до 200 имп/м<sup>3</sup> и высокочастотным – до 14 025 имп./м<sup>3</sup>.

### Вихревые расходомеры-счетчики

Принцип действия основан на эффекте возникновения периодических вихрей при обтекании потоком газа тела обтекания. Частота срыва вихрей пропорциональна скорости потока и, соответственно, объемному расходу. Индикация вихрей может осуществляться термоанемометром (ВРСГ-1) или ультразвуком (ВИР-100, СВГ.М). По диапазону измерения счетчики занимают промежуточное значение между турбинными и ротационными – до 1:50. В связи с тем что в данном типе счетчиков отсутствуют подвижные элементы, нет нужды в системе смазки, необходимой для турбинных и ротационных счетчиков. Появляется возможность использовать данный тип счетчиков для определения количества кислорода, который измерять турбинными и ротационными счетчиками категорически нельзя из-за сгорания масла в среде кислорода. Верхний предел измерения расхода для данного типа прибора выше, чем у турбинных. Например, для Ду = 200 мм турбинные счетчики применяются до 2500 м<sup>3</sup>/ч, а ВРСГ-1 – до 5000 м<sup>3</sup>/ч.

### Ультразвуковые расходомеры-счетчики газа

Принцип действия заключается в направлении ультразвукового луча в направлении по потоку и против потока и определении разницы времени прохождения этих двух лучей. Разница во времени пропорциональна скорости течения газа. До 2002 года в России ультразвуковые расходомеры на газ не выпускались. В настоящее время выпускаются ультразвуковые расходомеры «Гобой-1» на расходы 10, 16, 25, 40, 65, 100 м<sup>3</sup>/ч на трубопроводы от 25 до 80 мм для абсолютных давлений до 2 кгс/см<sup>2</sup>; УБСГ-001 на расходы от 0,1 до 16 м<sup>3</sup>/ч; УБСГ-002 на расходы от 0,16 до 25 м<sup>3</sup>/ч Ду = 1.1/42 (32 мм) и «ГАЗ-001» для трубопроводов большего диаметра (более 100 мм) и для давлений до 60 кгс/см<sup>2</sup>, но полного типоразмерного ряда производитель не опубликовал. Принцип действия ультразвукового расходомера-счетчика «Днепр-7» с накладными датчиками излучателями-приемниками основан на преобразовании доплеровской разности частот отражений ультразвука от движущихся неоднородностей потока, линейно зависящей от скорости движения потока.

## Мембранные счетчики газа

Принцип работы счетчика основан на перемещении подвижных перегородок (мембран) камер при поступлении газа в счетчик. Впуск и выпуск газа, расход которого необходимо измерить, вызывает переменное перемещение мембран и через систему рычагов и редуктор приводит в действие счетный механизм. Мембранные счетчики отличаются большим диапазоном измерения – до 1:100, но рассчитаны для работы при низком давлении газа, как правило, не более 0,5 кгс/см<sup>2</sup>. Мембранные счетчики в основном предназначены для измерения расхода газа в домах, коттеджах. Если турбинные и ротационные счетчики газа сопровождаются шумом, связанным с вращением подвижных элементов, то мембранные счетчики работают бесшумно. Они не требуют смазки во время эксплуатации, в то время как турбинные счетчики необходимо смазывать раз в квартал. Однако при больших расходах, более 25 м<sup>3</sup>/ч, размеры счетчиков становятся довольно большими.

## Струйные счетчики газа

Принцип работы основан на колебании струи газа в специальном струйном генераторе. Струя газа попеременно перебрасывается из одного устойчивого положения в другое и создает при этом пульсации давления и звука с частотой, пропорциональной скорости течения газа и, соответственно, объемного расхода. В электронном преобразователе происходит вычисление количества пропущенного газа. В настоящее время серийно выпускаются только две модификации струйных бытовых счетчиков газа: СГ-1 для измерения расхода 0,03–1,2 м<sup>3</sup>/ч и СГ-2 – для 0,03–6,0 м<sup>3</sup>/ч.

## Левитационный счетчик газа

Является тахометрическим прибором, в котором подвижный элемент вращается в газовых подшипниках. Скорость вращения подвижного элемента пропорциональна объемному расходу. Вторичный преобразователь преобразует скорость вращения в электрический сигнал, который в электронном блоке преобразуется в измеренное количество пройденного газа. Результаты индицируются на индикаторе. Диапазон измеряемых расходов – от 0,03 до 7 м<sup>3</sup>/ч. Температура измеряемого газа – от -50 до +50°С. Температура окружающей среды – -30 до +50°С. Основная погрешность – ±1,5%.

## Барабанные счетчики газа

Принцип работы состоит в том, что под действием перепада давления газа происходит вращение барабана, разделенного на несколько камер, измерительный объем которых ограничен уровнем затворной жидкости. При вращении барабана разные камеры периодически заполняются и опорожняются газом. Ранее выпускаемые барабанные газовые счетчики ГСБ-160 рассчитаны на пределы измерения 0,08–

0,24 м<sup>3</sup>/ч. ГСБ-400 – на пределы 0,2–6 м<sup>3</sup>/ч – в настоящее время не выпускаются. Основная погрешность измерения – 1,0%.

Не все типоразмеры выпускаемых фирмой Ritter барабанных счетчиков сертифицированы в России. Они, как правило, используются в качестве образцов. Основная погрешность измерения – 0,2%. Диапазоны измерения всех семи типоразмеров – от 1 до 18000 л/ч.

## Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры)

Принцип действия расходомеров данного типа основан на том, что поплавков, плавающий (подвешенный) в потоке, изменяет свое положение по вертикали в зависимости от величины расхода газа. Для обеспечения линейности такого перемещения площадь проходного сечения датчика расхода изменяется таким образом, чтобы перепад давления оставался постоянным. Это достигается тем, что трубка, в которой перемещается поплавок, выполнена конусом с расширением вверх (ротаметры типа РМ) или трубка выполнена с прорезью, и поршень (плавок), поднимаясь вверх, открывает для потока большее проходное сечение (ДПС-7,5, ДПС-10).

Ротаметры выпускаются в основном для технологических целей, имеют, как правило, большую величину основной погрешности – 2,5–4%, небольшой диапазон измерения – от 1:5 до 1:10.

Выпускаются ротаметры с коническими стеклами (РМ, РМФ, РСБ), пневматические (РП, РПФ, РПО) и электрические (РЭ, РЭВ) с индуктивным выходом.

## Расходомеры переменного перепада давления (на основе сужающих устройств)

Использование сужающих устройств для измерения расхода и количества газа являлось до недавнего времени самым используемым. Однако малый диапазон измерения расхода (1:3) с приемлемой для коммерческого учета газа погрешностью ±1,5%, а также разработка турбинных и ротационных счетчиков газа несколько ослабила позиции расходомеров на основе сужающих устройств.

В последнее десятилетие за счет разработки новых датчиков давления с большими диапазонами измерения и развития микропроцессорной техники появились и успешно внедряются несколько комплексов на базе сужающих устройств, такие как «Гиперфлор-3МП», «Суперфлор-2», массовый расходомер модели 3095 MV. Для трубопроводов большого диаметра, более 300–400 мм, данный метод измерения является вполне конкурентным.

## Какими принципами следует руководствоваться при выборе счетчиков газа?

### 1. Давление в месте установки счетчика газа

Турбинные счетчики, вихревые и ротационные (кроме РГ и РЛ) могут эксплуатироваться при давлении



# ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ

нии до 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>).

Модификация СГ-75М предназначена для эксплуатации при давлении до 7,5 МПа (75 кгс/см<sup>2</sup>). Счетчики TZ FLUX1 2000 Имеют модификацию для работы до 10,0 МПа (кгс/см<sup>2</sup>). Ультразвуковые счетчики газа могут быть разработаны для работы с небольшим давлением (например, «Гобой-1 – до 0,2 МПа, 2 кгс/см<sup>2</sup> и с высоким (ГАЗ-01 до 6,0 МПа, 60 кгс/см<sup>2</sup>).

## 2. Расходы газа, которые необходимо изменить.

Турбинные счетчики газа перекрывают диапазон расходов от 10 до 2500 м<sup>3</sup>/ч (СГ-16М и СГ-75М Ду = 50, 80, 100, 150, 200 мм), до 10 000 м<sup>3</sup>/ч (TZ FLUX1 2000 Ду = 50, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 400 мм), до 16 000 м<sup>3</sup>/ч (TRZ Ду = 50, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 мм).

Ротационные счетчики газа перекрывают диапазон расходов от 1,3 до 400 м<sup>3</sup>/ч (RVG G –16, 25, 40, 65 Ду = 50 мм; G –100 Ду = 80 мм; G – 250 Ду = 100 мм) и от 1,3 до 1000 м<sup>3</sup>/ч (DELTA и ROOTS дополнительно G – 400 и G – 650 Ду = 150 мм). GMS в настоящее время выпускаются на Ду = 32, 40, 50 и 80 мм и перекрывают диапазон расходов от 0,1 (!) до 250 м<sup>3</sup>/ч, в дальнейшем планируется довести типоразмерный ряд до Ду = 150 мм и до расходов 1600 м<sup>3</sup>/ч.

Мембранные счетчики газа перекрывают диапазон расходов от 0,016 до 160 м<sup>3</sup>/ч.

Вихревые счетчики газа перекрывают диапазон расходов от 0,016 до 10 000 м<sup>3</sup>/ч.

## 3. Диапазон изменения расходов

Для турбинных счетчиков газа это, как правило, 1:10 (до 1:30), для ротационных – 1:100 (до 1:160), для мембранных – 1:100 (до 1:200), для вихревых – 1:50 (до 1:70).

## 4. Измеряемая среда

Турбинные и ротационные счетчики газа для кислорода, как правило, не применимы.

Имеются модификации турбинных квантометров и ротационных счетчиков газа DELTA для измерения кислорода.

Вихревые и ультразвуковые расходомеры принципиально могут работать. Необходимо узнавать, не требуется ли сертификация на кислород. Существует два газа, требующих для своего оборудования специальных разрешений, – водород и кислород.

Турбинные и ротационные счетчики газа предъявляют к измеряемой среде дополнительные требования по отсутствию механических, агрессивных примесей и водяного пара.

Для измерения расхода попутного газа следует рекомендовать применять «Днепр-7». Попутный газ – это газ, отделенный от нефти при ее добычи, как правило, плохо очищенный, содержащий парафин, серу, воду и другие примеси, в том числе и агрессивные.

## 5. Диаметр трубопровода

Счетчики газа на одни и те же номинальные (максимальные) расходы могут выполняться с различными диаметрами входных патрубков. Здесь следует учитывать, с одной стороны, увеличение потерь давления при уменьшении диаметров входных патрубков, а с другой стороны, снижение металлоемкости и, соответственно, стоимости.

## 6. Особенности эксплуатации

Для турбинных счетчиков газа нежелательными являются динамические нагрузки, в частности, для котельных, работающих в импульсном режиме. Во время пуска и снижения расхода газа за счет инерционности турбинки возрастает погрешность измерения. Ротационные счетчики такой дополнительной погрешности не имеют.

Для турбинных и ротационных счетчиков нежелательна перегрузка по расходу. Запас по превышению расхода обычно 20–30%. Необходимо обязательное ежеквартальное смазывание подшипников и добавление масла.

Вихревые и ультразвуковые счетчики газа имеют большой запас по превышению расхода, но неизменность основной погрешности при таких расходах требует отдельного подтверждения.

По материалам компании  
«ТЕХНОЛАЙН»



Рис. 3. Расходомеры постоянного перепада давления



## ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ

**О**бнаружение источников потерь энергии – это выявление мест утраты денег, которых, как известно, слишком много никогда не бывает. Оперативно найти невидимые глазу «черные дыры», излучающие во Вселенную тепло и поглощающие, как вампиры, деньги предприятий, позволяют устройства теплового контроля – тепловизоры.

**Неконтролируемый перегрев** – очень неприятное явление в любом виде промышленной деятельности, для любого устройства и механизма. Неисправный контакт или несмазанная деталь сигнализируют о нем едким запахом гари. После чего в подавляющем большинстве случаев эти изделия нуждаются в основательном ремонте или замене. А ведь обнаружить утечку тепла и предотвратить аварию или даже катастрофу, связанную с перегревом, можно на самых ранних этапах его появления. Для этого достаточно взглянуть на объект потенциальной опасности через окуляр тепловизора.

### **Недорого и безопасно**

В отличие от привычных видимых изображений, получаемых в основном за счет отраженного или проходящего света, тепловые изображения создаются благодаря смещению максимумов спектров собственного излучения тел при их нагревании в коротковолновую область. Изменение эффективной температуры поверхности тела в определенной мере соответствует деталям визуально наблюдаемой картины, поэтому создаваемый тепловизором видимый

аналог теплового изображения в псевдоцветах может иметь внешнее сходство с наблюдаемым объектом. Это очень важно для объективного анализа угроз, создаваемых дефектами в различных приборах, устройствах, оборудовании.

Основными достоинствами теплового контроля являются высокая безопасность работы, незначительные эксплуатационные затраты, недорогое техническое обслуживание, низкие инспекционные расходы.

Тепловой контроль, используемый в технической и медицинской диагностике, мониторинге окружающей среды может осуществляться двумя методами: пассивным и активным.

Пассивный метод заключается в использовании естественного тепла, выделяющегося в процессе производства или эксплуатации объекта контроля и наблюдении с помощью тепловизионной системы распределения температур во времени и пространстве. Сравнение с идеальной моделью рассеивания тепла позволяет определить все отклонения температуры, важные для режимов эксплуатации.

Активный метод обычно применяется после охлаждения объекта. Для этого используют внешний источник тепла, создающий в материале термоудар. Тепловизионная система анализирует распространение тепловых волн в динамике и по изменению теплопроводности в материале обнаруживает внутренние дефекты.

## Плохой контакт – путь к убыткам

Наиболее массовым объектом теплового контроля в электроустановках являются контактные соединения в открытых и закрытых распределительных устройствах. Установлено следующее распределение дефектов по контактам: болтовые соединения – 48%: спрессованные – 6%, сварные швы – 2%, контакты разъединителей – 43%, проводники и кабельные сети – 1%.

К массовым объектам теплового контроля относятся также изоляторы (в особенности фарфоровые) в гирляндах высоковольтных линий передачи и изоляторы на вводах силовых трансформаторов, электродвигателей, шинных мостов, фарфоровые крышки электрических аппаратов.

Тепловой контроль необходим также для диагностики состояния многоэлементных вентильных разрядников, высоковольтных трансформаторов (по перегреву вводов определяют качество внутренней токовой петли в фарфоровой рубашке, заполненной маслом), коллекторных щеток электрических машин, рубильников, стоек и других нагруженных током узлов.

Экономический эффект от проведения мероприятий по тепловому контролю высоковольтных линий передачи (110–750 кВ). В результате уменьшения числа аварийных отключений в энергетических системах оценивается в несколько десятков миллионов рублей в год.

Применение тепловизоров при испытаниях трансформаторов также существенно снижает расходы на проведение этих работ.

В отдельных случаях за один день работы можно обнаружить столько дефектов, что это окупит стоимость тепловизора. Например, на химических, металлургических, машиностроительных заводах, не говоря уже об объектах атомной энергетики, стоимость ликвидации аварии может во много раз превышать стоимость тепловизора.

Обширна номенклатура электротехнических узлов, подлежащих тепловому контролю непосредственно на заводах: электролизные ванны, в которых с помощью тепловизора определяют число и местонахождение коротких замыканий по разности температур нормально нагретого и перегретого катодов.

В коммунальном хозяйстве теплоэнергетические устройства и коммуникации, как и объекты электроэнергетики, ввиду специфики их работы легко разделить на классы «годен – негоден» по тепловому полю.

## На земле и в небе

В последние годы во многих странах тепловизоры внедрены для контроля за тепловым загрязнением водоемов, для обнаружения утечек горячей воды и пара из тепловых коммуникаций. При этом прибор устанавливают на вертолете, катере или автомобиле.

Еще одним объектом теплового контроля в теплоэнергетике и коммунальном хозяйстве служат дымовые железобетонные и кирпичные трубы. В последних с помощью тепловизора можно обнаружить сквозные и несквозные трещины, разрушение кирпича и раствора.

В железобетонных трубах тепловым контролем выявляются следующие дефекты: трещины, нарушения сцепления бетона с арматурой, места течей конденсата, разрушения швов бетонирования. Эти дефекты влияют на температурное поле трубы и вызывают повышенное потребление энергоносителя котлом.

Обычный визуальный осмотр сопряжен со значительными трудностями при работе на высоте, требует остановки котлоагрегатов на 2–3 суток. А использование тепловизора позволяет найти дефекты в течение нескольких часов без остановки котла.

## Полная картина

В строительстве наибольший экономический эффект достигается при обнаружении дефектов теплоизоляции зданий. Тепловой контроль применяют для обнаружения тепловых потерь через оконные проемы, стыки, двери и панели.

При этом контролируются такие теплофизические характеристики, как тепловое сопротивление, воздухо- и влагопроницаемость, теплоустойчивость. Основные преимущества теплового контроля – высокая производительность, дистанционность испытаний (в пределах прямой видимости), создание архивов термограмм.

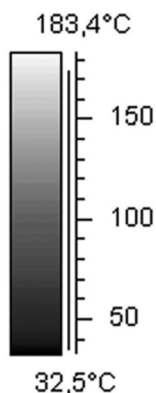
Получаемая интегральная тепловая картина здания дает наиболее полную характеристику его теплоизоляции. Эти данные можно использовать при приемке сооружений у строителей (при сдаче приемочной комиссии нового или отремонтированного здания), при проверке строительных конструкций на соответствие нормативам теплоизоляции. В Москве, например, разработана программа по утеплению зданий, и для определения первоочередных объектов реконструкции проведение оперативного теплового контроля экономически очень выгодно.

Развитие тепловых методов контроля в ближайшем будущем может привести к созданию тепловизионных служб в городах и на отдельных предприятиях. Среди задач таких служб – контроль энергохозяйства (подстанций, трансформаторов, рубильников, паровых кранов, трубопроводов, котлов), наблюдение за параметрами технологических процессов, состоянием строительных объектов; неразрушающие испытания продукции; экологический контроль.

Эффективно также применение тепловизионного осмотра тиристорных панелей на железной дороге и в метрополитене.

В целом тепловизор незаменим везде, где температура является критерием качества работы техно-

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ



гических линий и аппаратов, а ее аномалии служат индикатором отклонений параметров системы от номинальных значений.

## Мировая практика

Методы теплового контроля в областях производства, транспортирования, преобразования, консервации и потребления различных видов энергии используются в мире более 25 лет.

Опыт одной электроэнергетической компании в Швеции, осуществляющей стопроцентный контроль подстанций (до 150 000 узлов в год), показал, что альтернативы тепловизионному контролю в этой области нет, т.к. перегретые узлы образуются непрерывно.

В Бельгии благодаря многолетнему планомерному использованию тепловидения число отказов на электрических подстанциях сократилось в три раза.

В Норвегии все линии электропередачи перед сроком истечения гарантии подлежат тепловому контролю.

В Дании тепловизором, установленным на автомобиле, за ночь проверяют до 100 км теплотрассы. Запись термограмм ведут на видеомagneтофон, а участки обнаруженных утечек горячей воды обводят мелом на мостовой. (Можно ли себе представить такое у нас?)

Фирма General Motors (США) нашла на своих предприятиях более 44 000 применений системам технического зрения, в ряде которых используются тепловизоры.

Национальное бюро стандартов США разработало методику расчетов тепловых потерь с поверхности промышленных объектов, позволяющую количественно оценить износ теплоизоляции печей, накопительных емкостей, дымовых труб.

## Тепловизор – сколько это стоит?

Тепловизор – дорогостоящий прибор: стоимость его от 25 до 80 тыс. долл. США. Но, по зарубежным

данным, он окупает себя всего за 3 месяца, поскольку около 10% всех дымовых труб оказываются поврежденными (а чем это чревато, наверно, не стоит объяснять), один неисправный паровой кран может причинить ущерб до 1,5 тыс. долл. США в год. Своевременное обнаружение и ликвидация этих повреждений уберекет предприятие от огромных убытков.

Важным применением тепловидения является также экологический мониторинг. Воздушная и космическая тепловизионная съемка ландшафта может быть использована для ряда целей, имеющих большое прикладное значение, а также

принести стране и крупным предприятиям значительные экономические выгоды.

Например, при изучении водных ресурсов регионов по температурным различиям (течений, обусловленных стоком рек, для оценки водоносных горизонтов), для обнаружения заболеваний лесов и сельскохозяйственных культур, для обнаружения очагов зарождающихся пожаров (в лесах, в отвалах угля, сланцев, торфяника), а также для определения границ крупных очагов пожаров сквозь пелену сплошного дыма, где никакими другими известными сейчас методами такой картины получить не удастся.

При малой подвижности воздуха тепловые аномалии, вызванные техногенными факторами, над городами охватывают слои атмосферы на высотах до 250–400 м, а контрасты (перепады) температуры могут достигать 5, 6°C. С ними связаны температурные инверсии, приводящие к повышенному загрязнению, туманам и смогу. Своевременное обнаружение этих температурных аномалий, отражающих невидимые опасные процессы вокруг нас, позволит принять меры для устранения причин возможных аварий на предприятиях, на транспортных магистралях, а также снизить заболеваемость населения в крупных промышленных центрах.

С помощью воздушной тепловизионной съемки можно оперативно определить предпосылки возникновения и наличие течей в нефте- и газопроводах, в теплотрассах, водопроводах, места возможных возгораний торфяников или сланцев, снизив тем самым или устранив потери энергоносителей и затраты на ликвидацию последствий экологических катастроф.

Об учете, контроле, предупредительной диагностике и энергосбережении у нас всегда говорилось много, но эта сфера по неясным причинам остается менее развитой, чем в других странах.

По материалам ОАО «Пергам-Инжиниринг»



**В. Янсюкевич,**  
инженер службы энергоснабжения  
ООО «Севергазпром»

## МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

### 1. Назначение и область применения

**1.1.** Настоящий документ «Методика проверки работоспособности устройства защитного отключения (УЗО)» устанавливает методику выполнения проверки работоспособности устройства защитного отключения (УЗО) в электроустановках напряжением до 1000 В на соответствие требованиям нормативной документации.

**1.2.** Настоящий документ разработан для применения при проведении приемо-сдаточных и периодических испытаний в электроустановках напряжением до 1000 В. Настоящий документ устанавливает порядок проверки работоспособности устройств защитного отключения: неселективных, непосредственного стационарного исполнения, реагирующих на ток утечки, с нерегулируемыми уставками и ручным контролем, предназначенных для электроустановок с глухо-заземленной нейтралью в электрических сетях переменного тока 380 В 50 Гц типа АС (далее по тексту – УЗО).

**1.3.** Проверка производится на основании требований ГОСТ Р 50571.16-99 (п. 612.6.1) и ГОСТ Р 50807-95.

### 2. Нормативные ссылки

В данной методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

**2.1.** ГОСТ Р 50571.16-99. «Электроустановки зданий. Часть 6. Приемосдаточные испытания».

**2.2.** ГОСТ Р 50571.3-94. «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током».

**2.3.** ГОСТ Р 50571.8-94. «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током».

**2.4.** ГОСТ Р 50807-95. «Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний».

**2.5.** ГОСТ 12.4.155-85. «Устройства защитного отключения».

**2.6.** ГОСТ Р 8.563-96. «Методики выполнения измерений».

**2.7.** Правила устройства электроустановок (ПУЭ), изд. 6 с изм. и доп.

# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

**2.8.** Правила устройства электроустановок (ПУЭ), изд. 7 п.п. 7.1.71 – 7.1.88.

**2.9.** Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00.

## 3. Термины и определения

В настоящем стандарте используются термины и определения, принятые согласно ПУЭ и комплексу стандартов ГОСТ Р 50807-95 и ГОСТ Р 51326.1-99.

**3.1.** Ток замыкания на землю – ток, проходящий в землю через место замыкания при повреждении изоляции.

**3.2.** Ток утечки – ток, который протекает в землю или на сторонние проводящие части в электрически неповрежденной цепи.

**3.3.** Подводимая величина – некоторое электрическое возбуждающее воздействие, которое, одно или в комбинации с другими такими же воздействиями, должно быть приложено к УЗО, чтобы дать ему возможность выполнить свою функцию в определенных условиях.

**3.4.** Подводимая входная величина – активизирующее воздействие, посредством которого УЗО активизируется, когда данное воздействие прикладывается в определенных условиях.

Эти условия могут включать в себя, например, активизацию каких-то вспомогательных элементов.

**3.5.** Дифференциальный ток – действующее значение векторной суммы токов, протекающих в первичной цепи УЗО (выраженное в среднеквадратичном значении).

**3.6.** Отключающий дифференциальный ток – значение дифференциального тока, вызывающего отключение УЗО в заданных условиях эксплуатации (ток срабатывания).

**3.7.** Не отключающий дифференциальный ток – значение дифференциального тока, при котором и ниже которого УЗО не отключается в заданных условиях эксплуатации (ток несрабатывания).

**3.8.** Время отключения УЗО – промежуток времени между моментом внезапного возникновения отключающего дифференциального тока отключения и моментом гашения дуги на всех полюсах.

**3.9.** Устройство эксплуатационного контроля – устройство, встроенное в УЗО, имитирующее условия дифференциального тока для срабатывания УЗО в определенных условиях.

**3.10.** Номинальное значение – количественное значение, установленное изготовителем для определенных условий работы УЗО.

**3.11.** Сверхток – любой ток, превышающий номинальный.

**3.12.** Ток перегрузки – сверхток в электрически неповрежденной цепи.

**Примечание.** Ток перегрузки может вызвать повреждение цепи, если будет протекать достаточно долго.

**3.13.** Ток короткого замыкания – сверхток, появляющийся в результате короткого замыкания между точками, которые в нормальных условиях эксплуатации должны иметь различные потенциалы с ничтожно малым сопротивлением.

**Примечание.** Ток короткого замыкания может быть результатом повреждения или неправильного соединения в электрической цепи.

**3.14.** Время размыкания – время, измеренное от момента, когда в УЗО, находящемся в замкнутом состоянии, ток в главной цепи достигает уровня срабатывания максимального расцепителя тока, до момента прекращения дуги на контактах всех полюсов.

**Примечание.** Время размыкания обычно определяют как время срабатывания, хотя, точнее, время срабатывания относится ко времени между моментом, в который команда на размыкание становится необратимой, и начальным моментом времени размыкания.

**3.15.** Типовое испытание – испытание одного или более УЗО, изготовленных по определенной документации (проекту), с целью установить, что УЗО соответствует определенным требованиям.

**3.16.** Приемосдаточное испытание – испытание, которому подвергается каждый образец изделия в течение или после изготовления с целью установления соответствия определенным требованиям.

## 4. Характеристики измеряемой величины, нормативные значения измеряемой величины

Объектом испытаний являются УЗО типа «АСТРА» АС, предназначенные для работы только в сетях переменного напряжения 380/220 В с глухозаземленной нейтралью.

### 4.1. Параметры УЗО:

Согласно ГОСТ Р 50807-95, нормируются следующие параметры УЗО:

**Номинальное напряжение ( $U_n$ )** – действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО.

$U_n = 220, 380 \text{ В.}$

**Номинальный ток нагрузки ( $I_n$ )** – значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы.

$I_n = 6; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125 \text{ А.}$

**Номинальный отключающий дифференциальный ток ( $I_{\Delta n}$ )** – значение дифференциального тока, которое вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$I_{\Delta n} = 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5 \text{ А.}$

**Номинальный не отключающий дифференциальный ток ( $I_{\Delta n0}$ )** – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$I_{\Delta n0} = 0,5 I_{\Delta n}.$

# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Предельное значение не отключающего сверхтока ( $I_{nm}$ ) – минимальное значение не отключающего сверхтока при симметричной нагрузке двух и четырех полюсных УЗО или несимметричной нагрузке четырех полюсных УЗО.

$$I_{nm} = 6 I_n$$

**Сверхток** – любой ток, который превышает номинальный ток нагрузки.

**Номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) ( $I_m$ )** – действующее значение ожидаемого тока, который УЗО способно включить, пропускать в течение своего времени размыкания и отключить при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

Минимальное значение  $I_m = 10 I_n$ , или 500 А (выбирается большее значение).

**Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току ( $I_m$ )** – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое УЗО способно включить, пропускать в течение своего времени размыкания и отключить при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

Минимальное значение  $I_{\Delta m} = 10 I_n$ , или 500 А (выбирается большее значение).

**Номинальный условный ток короткого замыкания ( $I_{nc}$ )** – действующее значение ожидаемого тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий, при заданных условиях эксплуатации, без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность.

$$I_{nc} = 3000; 4500; 6000; 10\ 000\ \text{А}$$

**Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания ( $I_{\Delta c}$ )** – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий при заданных условиях эксплуатации без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность.

$$I_{\Delta c} = 3000; 4500; 6000; 10\ 000\ \text{А}$$

**Номинальное время отключения  $T_n$**  – промежуток времени между моментом внезапного возникновения отключающего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах.

Стандартные значения максимально допустимого времени отключения УЗО типа АС при любом номинальном токе нагрузки и заданных нормах значениях дифференциального тока не должны превышать приведенных в табл. 1.

Таблица 1

(ГОСТ Р 50807-95). Время отключения УЗО типа АС.

Время отключения $T_n$ , с			
$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 А
0,3	0,15	0,04	0,04

На рис. 1 приведена графическая интерпретация области срабатывания УЗО в зависимости от кратности дифференциального тока.

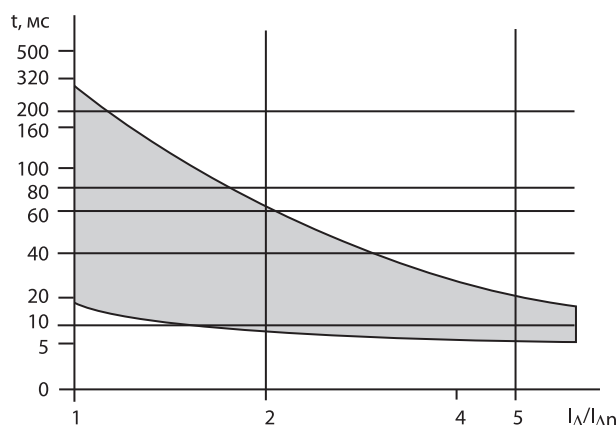


Рис. 1. Времятоковая характеристика УЗО

В качестве примера исполнения УЗО, отвечающего всем требованиям ГОСТ Р 50807-95, в табл. 2 приведены технические характеристики АСТРО\*УЗО производства ОПЗ МЭИ.

Таблица 2

(ГОСТ Р 50807-95). Технические характеристики АСТРО\*УЗО

Наименование параметра	Номинальное значение
Номинальное напряжение $U_n$ , В	220, 380*
Частота $f_n$ , Гц	50
Номинальный ток нагрузки $I_n$ , А	16, 25, 40, 63, 80*
Номинальный отключающий дифференциальный ток (установка) $I_{\Delta n}$ , мА	10, 30, 100, 300*
Номинальный не отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n0}$	$0,5 I_{\Delta n}$
Номинальная включающая и отключающая (коммутационная) способность $I_m$ , А	1500
Номинальный условный ток короткого замыкания (термическая стойкость) при последовательно включенной плавкой вставке 63 А $I_{nc}$ , А	10000
Номинальное время отключения при номинальном дифференциальном токе $T_n$ , не более, мс	30
Диапазон рабочих температур, °С	Минус 25 ÷ 40
Максимальное сечение подключаемых проводов, мм <sup>2</sup>	25,50*
Срок службы:	
электрических циклов, не менее	4000
механических циклов, не менее	10 000

\* В зависимости от модификации устройства.

## Превышение температуры

Превышение температуры частей УЗО не должно превосходить предельных значений, установленных в табл. 3

# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Таблица 3

## (ГОСТ Р 50807-95). Предельные значения температуры для частей УЗО

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

4.2. Нормативные значения измеряемой величины.

Значения параметров УЗО должно соответствовать параметрам, приведенным ниже:

4.2.1. Технические параметры УЗО.

Таблица 4

## Технические параметры УЗО

№	Параметр	Значение
1	Способ и место установки	(щитовое, УЗО-вилка, УЗО-розетка)
2	Число полюсов и число токоведущих проводников	(2,4)
3	Номинальное напряжение ( $U_n$ )	(220, 380 В)
4	Номинальный ток ( $I_n$ )	(16, 25, 40, 63, 80, 100 А)
5	Номинальный отключающий дифференциальный ток ( $I_{\Delta n}$ )	(10, 30, 100, 300, 500 мА)
6	Максимальное время отключения ( $T_n$ )	( $I_{\Delta n} - 0,3$ с; $2I_{\Delta n} - 0,15$ с; $5I_{\Delta n} - 0,04$ с)
7	Номинальный не отключающий дифференциальный ток ( $I_{\Delta n0}$ )	$I_{\Delta n0} = 0,5I_{\Delta n}$
8	Номинальная включающая и отключающая способность ( $I_m$ )	$I_m = 10I_n$ (но не менее 500 А)
9	Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току ( $I_{\Delta m}$ )	$I_{\Delta m} = 10I_n$ (но не менее 500 А)
10	Предельное значение не отключающего тока в условиях сверхтока ( $I_{nm}$ )	$I_{nm} = 6I_n$
11	Номинальный ток короткого замыкания ( $I_{nc}$ )	3000, 4500, 6000, 10 000 А
12	Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания ( $I_{\Delta c}$ )	3000, 4500, 6000, 10 000 А

4.2.2 Проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки

Таблица 5

## Проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки

№	Вид проверки	Результат
1	Обоснованность выбора зоны защиты УЗО	Перечень электроприемников в зоне защиты, требующих обязательной защиты УЗО (сантехкабины, ванны, сауны, розеточные группы и т.д.) ПУЭ, гл. 6 п.п. 6.1.14, 6.1.16, 6.1.17, 6.1.48-49, 6.4.18 ПУЭ гл.7 п.п. 7.1.48, 7.1.71-88
2	Соответствие параметров УЗО проектным данным	$U_n, I_n, I_{\Delta n}, I_{\Delta n0}, T_n, I_m, I_{\Delta m}, I_{nm}, I_{nc}, I_{\Delta c}$
3	Соответствие параметров УЗО параметрам устройств защиты от сверхтоков	$I_{nУЗО} \geq I_{nAB}$



# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

## 4.2.3. Проверка правильности монтажа.

Таблица 6

**Проверка правильности монтажа**

№	Вид проверки	Результат
1	Проверка соответствия монтажа утвержденной схеме электроустановки	Монтаж соответствует схеме
2	Проверка фазировки подключенных к УЗО проводников (фазных и нулевого рабочего)	Нулевой рабочий и фазный проводники подключены соответственно обозначениям на корпусе УЗО
3	Проверка отсутствия соединения нулевого рабочего проводника N в зоне защиты УЗО с нулевым защитным проводником PE, а также открытыми проводящими частями электроустановки	Нулевой рабочий проводник в зоне защиты не имеет соединений с заземленными элементами и корпусами электрооборудования
4	Контроль надежности затяжки контактных зажимов УЗО и аппаратов защиты от сверхтока	Затяжка контактных зажимов выполнена в пределах нормы

## 4.2.4. Проверка работоспособности УЗО.

Таблица 7

**Проверка работоспособности УЗО**

№	Вид проверки	Результат
1	Проверка фиксации органа управления	Рукоятка четко фиксируется в обоих («Вкл.» и «Откл») положениях
2	Проверка путем нажатия кнопки «Тест» (десятикратно)	Устройство срабатывает
3	Замер отключающего дифференциального тока	$I_{\Delta} = ?$
4	Замер «фонового» тока утечки ( $I_{УТ}$ ) электроустановки	$I_{УТ} = ?$

### 4.3. Обоснованность выбора защиты УЗО.

Обоснованность выбора зоны защиты УЗО должно соответствовать требованиям ПУЭ:

Раздел 6. «Электрическое освещение» и Раздел 7. «Электрооборудование специальных установок», Глава 7.1. «Электроустановки жилых, общественных, административных бытовых зданий».

**4.3.1.** В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м применение светильников класса защиты 0 запрещается, необходимо применять светильники класса защиты 2 или 3. Допускается использование светильников класса защиты 1, в этом случае цепь должна быть защищена устройством защитного отключения (УЗО) с током срабатывания до 30 мА.

**4.3.2.** Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности – не выше 220 В и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных – не выше 50 В. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается напряжение до 220 В для светильников, в этом случае должно быть предусмотрено или защитное отключение линии при токе утечки до 30 мА, или питание каждого светильника через разделяющий трансформатор.

**4.3.3.** Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и т.п. приравниваются при выборе напряжения к стационарным светильникам местного стационарного освещения.

**4.3.4.** При выполнении схем питания светильников и штепсельных розеток следует выполнять требования по установке УЗО, изложенные в гл. 7.1 и 7.2.

**4.3.5.** Для установок наружного освещения: освещения фасадов зданий, монументов и тому подобного, наружной световой рекламы и указателей в сетях TN-S или TN-C-S, рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 30 мА, при этом фоновое значение токов утечки должно быть по крайней мере в 3 раза меньше уставки срабатывания УЗО по дифференциальному току.

**4.3.6.** Установки световой рекламы, архитектурного освещения зданий следует, как правило, питать по самостоятельным линиям – распределительным или от сети зданий. Допускаемая мощность указанных установок не более 2 кВт на фазу при наличии резерва мощности сети.

Для линии должна предусматриваться защита от сверхтока и токов утечки (УЗО).

**4.3.7.** В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3 по ГОСТ Р 50571.11-96, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реаги-

# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

рующих на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА.

**4.3.8.** Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов, рекомендуется предусматривать устройства защитного отключения.

**4.3.9.** Если устройство защиты от сверхтока (автоматический выключатель, предохранитель) не обеспечивает время автоматического отключения 0,4 с при номинальном напряжении 220 В из-за низких значений токов короткого замыкания и установка (квартира) не охвачена системой уравнивания потенциалов, установка УЗО является обязательной.

**4.3.10.** При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее чем в 3 раза больше, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю.

**4.3.11.** В зоне действия УЗО нулевой рабочий проводник не должен иметь соединений с заземленными элементами и нулевым защитным проводником.

**4.3.12.** Во всех случаях применения УЗО должно обеспечивать надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок.

**4.3.13.** Не допускается использовать УЗО в групповых линиях, не имеющих защиты от сверхтока, без дополнительного аппарата, обеспечивающего эту защиту.

При использовании УЗО, не имеющих защиты от сверхтока, необходима их расчетная проверка в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока.

**4.3.14.** В жилых зданиях не допускается применять УЗО, автоматически отключающие потребителя от сети при исчезновении или недопустимом падении напряжения сети. При этом УЗО должно сохранять работоспособность на время не менее 5 с при снижении напряжения до 50% номинального.

**4.3.15.** В зданиях могут применяться УЗО типа А, реагирующие как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждений, или АС, реагирующие только на переменные токи утечки.

Источником пульсирующего тока являются, например, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, видеомагнитофоны, персональные компьютеры и др.

**4.3.16.** В групповых сетях, питающих штепсельные розетки, следует применять УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА.

Допускается присоединение к одному УЗО нескольких групповых линий через отдельные автоматические выключатели (предохранители).

Установка УЗО в линиях, питающих стационарное оборудование и светильники, а также в общих осветительных сетях, как правило, не требуется.

**4.3.17.** В жилых зданиях УЗО рекомендуется устанавливать на квартирных щитках, допускается их установка на этажных щитках.

**4.3.18.** Установка УЗО запрещается для электроприемников, отключение которых может привести к ситуациям, опасным для потребителей (отключению пожарной сигнализации и т.п.).

**4.3.19.** Обязательной является установка УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, например в зоне 3 – ванных и душевых помещений квартир и номеров гостиниц.

**4.3.20.** Суммарный ток утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить 1/3 номинального тока УЗО. При отсутствии данных ток утечки электроприемников следует принимать из расчета 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети – из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника.

**4.3.21.** Для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземленные части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и тому подобное рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300 мА.

**4.3.22.** Для жилых зданий при выполнении требований п. 7.1.83 функции УЗО по пп. 7.1.79 могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30 мА.

**4.3.23.** Если УЗО предназначено для защиты от поражения электрическим током и возгорания или только для защиты от возгорания, то оно должно отключать как фазный, так и нулевой рабочие проводники, защита от сверхтока в нулевом рабочем проводнике не требуется.

**4.3.24.** На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- ♦ основной (магистральный) защитный проводник;
- ♦ основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- ♦ стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;
- ♦ металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание.

Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.

**4.3.25.** К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стацио-

# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

нарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток).

Для ванн и душевых помещений дополнительная система уравнивания потенциалов является обязательной и должна предусматривать, в том числе, подключение сторонних проводящих частей, выходящих за пределы помещений. Если отсутствует электрооборудование с подключенными к системе уравнивания потенциалов нулевыми защитными проводниками, то систему уравнивания потенциалов следует подключить к РЕ-шине (зажиму) на вводе. Нагревательные элементы, установленные в пол, должны быть покрыты заземленной металлической сеткой или заземленной металлической оболочкой, подсоединенными к системе уравнивания потенциалов. В качестве дополнительной защиты для нагревательных элементов рекомендуется использовать УЗО на ток 30 мА.

Не допускается использовать для саун, ванн и душевых помещений системы местного уравнивания потенциалов.

Зафиксированное значение тока является отключающим дифференциальным током –  $I_{\Delta}$  данного экземпляра УЗО, которое согласно требованиям стандарта ГОСТ Р 50807-95 должно находиться в диапазоне  $0,5I_{\Delta n} - I_{\Delta n}$ .

## 5. Условия измерений

При проведении испытаний соблюдают следующие условия:

- ♦ испытания УЗО производят в закрытом, сухом, отапливаемом помещении, при искусственном или естественном освещении;
- ♦ температура воздуха – от 5 до 40°C и относительной влажности 80% (при 25°C);
- ♦ частота тока при испытаниях – 50 Гц;
- ♦ расположение УЗО – горизонтальное.

## 6. Метод испытаний

Соответствие параметров, выбора места установки УЗО требованиям нормативной документации проверяется визуально.

Измерение не отключающего дифференциального тока и отключающего дифференциального тока проводят методом прямых измерений.

## 7. Требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам

При выполнении измерений применяются средства измерения и другие технические средства, приведенные в табл. 8.

Таблица 8

Приборы, средства измерений

Порядковый номер и наименование средства измерений (СИ), испытательного оборудования (ИО), вспомогательных устройств	Обозначение стандарта, ТУ и типа СИ, ИО	Заводской номер	Метрологические характеристики (кл. точности, пределы погрешностей, пределы измерений)	Наименований измеряемой величины
1. Амперметр	Э-527		Предел измерения 0–2,5А Класс точности 0,5 Погрешность ±0,5%	Дифференциальный ток отключения УЗО
2. Миллиамперметр	Э-535		Предел измерения 0–25мА Класс точности 0,5 Погрешность ±0,5%	Дифференциальный ток отключения УЗО
3. Сопротивление	ПЭВ-25 2,7 кОм			
4. Сопротивление	ПЭВ-25 680 Ом			
5. Сопротивление	СП-5 10 кОм			

Амперметр Э-527 и сопротивление ПЭВ-25 680 Ом применяются при испытаниях УЗО с дифференциальным током отключения до 300 мА. Миллиамперметр Э-535 и сопротивление ПЭВ-25 2,7 кОм применяются при испытаниях УЗО с дифференциальным током отключения до 30 мА.

## 8. Требования к погрешности измерений

Точность измерений определяется классом точности применяемых приборов, который должен быть не ниже 0,5.

## 9. Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

**9.1.** Подключить источник питания с соблюдением полярности, т.е. фазный и нулевой рабочий проводники должны быть подключены к соответствующим клеммам УЗО.

**9.2.** Питание УЗО при измерениях может осуществляться как по постоянной схеме, так и от постороннего источника питания.

# ДИГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

**9.3.** Для достижения необходимой точности измерения цепь нагрузки должна быть отключена.

**9.4.** Если в цепи нагрузки отсутствует коммутационный аппарат или установлен однофазный, то отключение цепи нагрузки производится отсоединением проводников от клемм УЗО.

**9.5.** В цепи нагрузки не должно быть соединения нулевого рабочего и нулевого защитного проводников.

**9.6.** Собрать схему для проведения измерений, приведенную в приложении 1.

## 10. Последовательность и порядок выполнений испытаний (измерений)

При выполнении измерений выполняют следующие операции:

**10.1.** Проверяют обоснованность выбора зоны защиты УЗО.

Визуально проверяется соответствие смонтированной схемы УЗО проекту. Осмотр выполняется на полностью смонтированной и предъявляемой к сдаче электроустановке. При визуальном осмотре производится:

- ♦ проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки;
- ♦ отсутствие видимых повреждений УЗО;
- ♦ проверка соответствия монтажа утвержденной схеме электроустановки;
- ♦ проверка фазировки подключенных к УЗО проводников (фазных и нулевого), фазные и нулевые рабочие проводники должны иметь цветовую маркировку в соответствии с НД;
- ♦ проверка соблюдения полярности при подключении УЗО к источнику питания;
- ♦ проверка соответствия типов и параметров УЗО проекту;
- ♦ проверка отсутствия соединения рабочего нулевого проводника (N) в зоне защиты УЗО с защитным проводником (PE), а также с корпусами электрооборудования и повторным заземлением;
- ♦ проверка надежности затяжки контактных зажимов УЗО и аппаратов защиты от сверхтоков.

**10.2.** Определение порога срабатывания (дифференциального отключающего тока –  $I_D$ ) УЗО:

1. Отключить от установленного в электроустановке УЗО цепь нагрузки с помощью двухполюсного автоматического выключателя. В том случае если в электроустановке применен однополюсный автоматический выключатель, при выполнении данного измерения для достижения необходимой точности необходимо отсоединить и нулевой рабочий проводник.

2. С помощью гибких проводников подключить к указанным на схеме клеммам УЗО измерительную цепь с переменным резистором и миллиамперметром. Переменный резистор первоначально должен находиться в положении максимального сопротивления.

3. Плавно снижать сопротивление резистора.

4. Зафиксировать показание миллиамперметра в момент срабатывания УЗО. Зафиксированное значение тока является отключающим дифференциальным током –  $I_D$  данного экземпляра УЗО, которое согласно требованиям стандарта ГОСТ Р 50807-95 должно находиться в диапазоне  $0,5I_{\Delta n} - I_{\Delta n}$ . В том случае если значение  $I_D$  выходит за границы данного диапазона, УЗО подлежит замене.

**10.3.** Измерение тока утечки в зоне защиты УЗО.

Измерение тока утечки по данной методике возможно только при условии применения электромеханических УЗО, например АСТРО\*УЗО, поскольку электромеханические УЗО обладают высокой стабильностью ( $\pm 5\%$ ) значения отключающего тока –  $I_D$  (порога срабатывания):

1. Подключить к УЗО цепь нагрузки с помощью автоматического выключателя.

2. С помощью гибких проводников подключить к указанным на схеме клеммам УЗО измерительную цепь с переменным резистором и миллиамперметром. Переменный резистор первоначально должен находиться в положении максимального сопротивления.

3. Плавно снижать сопротивление переменного резистора.

4. Зафиксировать показание миллиамперметра в момент срабатывания УЗО –  $I_{изм}$ . Зафиксированное значение тока  $I_{изм}$ , используется для расчета  $I_{ут}$ , по следующей формуле:

$$I_{ут} = I_D - I_{изм}$$

где:  $I_{ут}$  – ток утечки в зоне защиты УЗО, мА;  
 $I_D$  – значение отключающего тока, используемого для данного измерения УЗО, мА;  
 $I_{изм}$  – зафиксированное миллиамперметром значение тока, мА.

Значение  $I_{ут}$  является искомым «фоновым» током утечки данной электроустановки.

**10.4.** Выявление дефектных цепей электроустановки.

Если определенное по данной методике значение тока утечки  $I_{ут}$  в зоне защиты УЗО превышает  $1/3$  номинального отключающего дифференциального тока УЗО, то это означает, что в зоне защиты имеется дефектная цепь. Для обнаружения дефектных цепей электроустановки проводят измерение тока утечки по вышеизложенной методике с последовательным отключением электрических цепей и электроприемников. После устранения дефекта изоляции, являющегося причиной повышенного тока утечки, необходимо провести повторное измерение тока утечки в электроустановке.

**10.5.** Общая работоспособность УЗО выполняется десятикратным нажатием на кнопку «Тест» устройства.

## 11. Обработка результатов измерений

Дифференциальный ток отключения УЗО с учетом погрешности определяется по формуле:

$$I = I_u + \left( \frac{I_u \cdot \delta_u}{100} \right),$$

где:  $I_u$  – показания прибора, mA;

$\delta_u$  – относительная погрешность измерения, определяемая по формуле:

$$\delta_u = \sqrt{\delta_0^2 + \delta_1^2 + \delta_2^2} = \sqrt{0,5 + \delta_1^2},$$

где:  $\delta_0$  – основная относительная погрешность миллиамперметра, равная 0,5%;

$\delta_2$  – дополнительная относительная погрешность при отклонении частоты на 10% от пределов нормальной области частот, равная 0,5%;

$\delta_1$  – дополнительная относительная погрешность по температуре, %;

$$\delta_1 = \pm \frac{20 - (T^0)}{10} \cdot 0,5,$$

где:  $T^0$  – температура окружающего воздуха при измерении.

## 12. Контроль точности результатов измерений

Контроль точности результатов измерений обеспечивается ежегодной поверкой приборов в органах Госстандарта РФ. Приборы должны иметь действующие свидетельства о госповерке. Выполнение измерений прибором с просроченным сроком поверки не допускается.

## 13. Оформление результатов измерений

13.1. Результаты проверки отражаются в протоколе соответствующей формы.

13.2. При заполнении протокола в графе «Вывод на соответствие требованиям» напротив каждого пункта вносить запись: «соответствует» или «не соответствует».

13.3. Перечень замеченных недостатков должен предъявляться заказчику для принятия мер по их устранению.

13.4. В протокол заносятся значения величин, рассчитанные с учетом погрешности измерений в соответствии с разделом 11 данной методики.

13.5. Протокол испытаний и измерений оформляется в виде электронного документа и хранится в соответствующей базе данных. Второй экземпляр протокола распечатывается и хранится в архиве ЭТЛ.

13.6. Копии протоколов испытаний и измерений подлежат хранению в архиве электролаборатории не менее 6 лет.

## 14. Требования к квалификации персонала

К выполнению измерений и испытаний допускают лиц, прошедших специальное обучение и аттестацию с присвоением группы по электробезопасности не ниже III при работе в электроустановках до 1000 В, имеющих запись о допуске к испытаниям и измерениям в электроустановках до 1000 В.

Проверку работоспособности УЗО должен проводить только квалифицированный персонал по распоряжению в составе бригады, в количестве не менее 2-х человек. Производитель работ должен иметь 5-й разряд, члены бригады – не ниже 4-го разряда.

## 15. Требования к обеспечению безопасности при выполнении измерений и экологической безопасности

15.1. При проведении измерений необходимо руководствоваться требованиями «Межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей».

15.2. Измерения производятся по распоряжению.

15.3. Перед началом работы в зоне измерений должны быть выполнены все организационные и технические мероприятия по технике безопасности, а именно:

- ♦ отключена проверяемая электроустановка;
- ♦ вывешены предупреждающие плакаты;
- ♦ проверено отсутствие напряжения и остаточного заряда на корпусе испытуемого оборудования указателем напряжения до 1000 В.

15.4. Если по условиям эксплуатации невозможно отключить питающее напряжение, допускается подключать прибор без снятия напряжения. В этом случае прибор необходимо одним зажимом надежно соединить с корпусом контролируемого объекта, после чего второй зажим прибора подключить к фазному проводу. Подсоединение необходимо производить в диэлектрических перчатках.

15.5. Проверка работоспособности УЗО не наносит вреда для окружающей среды.

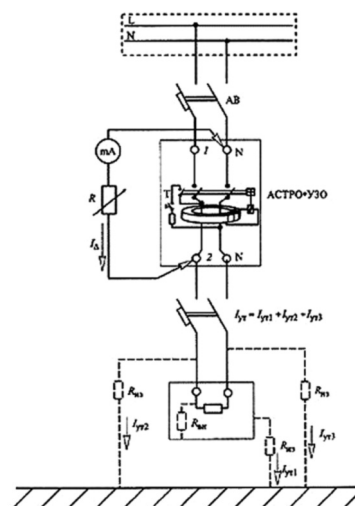


Рис. 1. Схема измерения параметров УЗО



## ВОПРОС – ОТВЕТ

**ВОПРОС:** *Алексей Бондарчук, ООО ПКФ «Комплекс»*

В административно-производственном здании имеется встроенная ТП.РУ-0,4 кВ, укомплектованная распределительными щитами собственного производства. Является ли обоснованным требование инспектора установить двери на щиты? Ведь, согласно ПУЭ, п. 1.1.33, в электропомещениях на распределительных щитах может и не быть дверей, а в главе 1.7 предъявляются требования к оболочкам и дверям только при их наличии.

**ОТВЕТ:** *Виктор Шатров, референт Ростехнадзора; Людмила Казанцева, УИЦ НИИ «Проектэлектромонтаж» (АНО)*

Пункт 1.1.33 ПУЭ 7-го изд. допускает применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения к ним лишь в помещениях, доступных только для квалифицированного персонала, и при условии, что такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей. Кроме того, доступные для прикосновения токоведущие части должны быть расположены таким образом, чтобы их обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним (например, при выполнении ремонтных работ в электропомещениях).

Естественно, что требования к оболочкам и ограждениям могут предъявляться только при их наличии (п. 1.7.68 ПУЭ). В п. 1.7.72 ПУЭ указаны условия, при которых ограждения и оболочки в электропомещениях напряжением до 1 кВ как мера защиты от прямого прикосновения могут отсутствовать (отчетливое обозначение помещений, доступ в них только с помощью ключа, свободный выход из них, соответствие минимальных размеров проходов обслуживающим требованиям главы 4.1).

Следует иметь в виду, что возможность использования токоведущих частей без защиты от прямого прикосновения, указанная в п. 1.1.33, является допущением, но не рекомендацией к повсеместному применению.

В отношении электроустановок, введенных в эксплуатацию до утверждения ПУЭ 7-го изд., требования инспектора энергетического надзора об обязательном выполнении указаний этих Правил неправомерны.

**ВОПРОС:** *Любовь Паращенко, ОАО РШИ «Якутпроект»*

Каким образом обеспечить вторую категорию электроснабжения для токоприемников (например, школы), если в населенном пункте имеется всего один источник электроснабжения по высокой стороне? Установка резервных дизельных электростанций для всех потребителей приводит к существенному удорожанию, и заказчик зачастую отказывается от установки резервных источников.

**ОТВЕТ:** *Виктор Шатров, референт Ростехнадзора*

В соответствии с указаниями п. 1.2.17 ПУЭ категория электроприемников по надежности электроснабжения при отсутствии указаний в ведомственных нормативных документах устанавливается проектной организацией. В имеющемся документе – СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» – в учреждениях «образования, воспитания и подготовки кадров» электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации отнесены к первой категории по надежности электроснабжения.

В малых населенных пунктах (отступление от указаний СП), учитывая отсутствие второго источника электроснабжения, приходится допускать электро-

## ВОПРОС – ОТВЕТ

снабжение школ от одного источника. При этом следует обеспечить возможность восстановления электроснабжения в течение не более 24 ч. Электроснабжение электроприемников противопожарных устройств (по меньшей мере сигнализации о возникновении пожара), охранной сигнализации школ следует предусматривать от аккумуляторной батареи.

**ВОПРОС: Евгений Марченко, электролаборатория при Краснодарском ГУЭС**

Согласно п. 2.7.15 ПТЭЭП (2003 г.), на каждое находящееся в эксплуатации заземляющее устройство должен быть заведен паспорт, содержащий, кроме всего прочего, «данные по напряжению прикосновения (при необходимости)».

Для каких заземляющих устройств необходимо производить измерение напряжения прикосновения?

**ОТВЕТ: Виктор Шатров, референт Ростехнадзора**

Измерение напряжения прикосновения производится на территории открытых распределительных устройств напряжением выше 1000 В сетей с эффективно или глухозаземленной нейтралью, которые выполнены с соблюдением требований к напряжению прикосновения (п. 1.7.88 ПУЭ 7-го изд.; п. 1.7.49 ПУЭ 6-го изд.). Условия проведения измерений указаны в п. 1.7.91 ПУЭ 7-го изд.

**ВОПРОС: Шамиль Чинакаев, ЗАО «НТЦ ЛАГ Инжиниринг»**

При проектировании подземных автостоянок жилых и общественных зданий в последнее время широко применяется прокладка проводов осветительной сети в стальных трубах по потолку. Прошу разъяснить, допускается ли прокладка осветительной сети открыто по потолку кабелем ВВГ или ВВГнг?

**ОТВЕТ: Виктор Шатров, референт Ростехнадзора**

В соответствии со Сводом правил по проектированию и строительству СП 31 -110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» и проектом главы 2.1 ПУЭ 7-го изд. «Электропроводки» открытая прокладка кабелей ВВГнг и ВВП-irLS допускается по основаниям, в т.ч. по потолку, со степенью горючести НГ и П.

Степень горючести строительных материалов, из которых выполнены конструкции (основания), по которым прокладываются кабели, следует определять по ГОСТ 30244 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».

При выборе конкретных условий прокладки линий осветительной сети следует учитывать, что территории автостоянок относятся к пожароопасным зонам и технические решения должны выбираться с учетом указаний главы 7.4 «Электроустановки в пожароопасных зонах» ПУЭ и СНиП 21-02-99 «Стоянки автомобилей».

**ВОПРОС: Сергей Волков, ЗАО «ТулаЦентр-Проект»**

Можно ли использовать типовой альбом А5-92 «Прокладка кабелей напряжением до 35 кВ в траншеях» для кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, например АПвПг на напряжение 10 кВ (кабель одножильный, т.е. прокладка осуществляется либо треугольником со стяжкой жил бандажами, либо три жилы прокладываются в одной плоскости)? Может, есть специальные типовые альбомы на кабели из сшитого полиэтилена?

**ОТВЕТ: Виктор Шатров, референт Ростехнадзора**

Пособия типа упомянутого альбома А5-92 можно использовать как рекомендации в части, не противоречащей действующим нормативно-техническим документам, утвержденным в установленном порядке. Указания упомянутого альбома могут быть использованы при выборе способа прокладки кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.

**ВОПРОС: Геннадий Воронин, ОАО «Камкабель»**

Проектом предусмотрена совместная подвеска неизолированных проводов ВЛ 6 кВ и проводов СИП с изолированной нейтралью ВЛИ 0,4 кВ с расстоянием по вертикали между ближайшими проводами ВЛ разных напряжений – 1,0 м (в соответствии с п. 2.4.33, абзац 2, ПУЭ). Инспектор Энергонadzора утверждает, что расстояние должно быть 2,0 м, ссылаясь на п. 2.4.33, абзац 4, в котором расстояние не менее 2,0 м требуется при подвеске неизолированных и (почему-то!!!) изолированных проводов ВЛ до 1 кВ. Непонятно, к чему тогда относятся абзацы 2 и 3 п. 2.4.33? Инспектор утверждает, что в п. 2.4.33 речь идет о ВЛИ 6 кВ и ВЛИ 0,4 кВ. На мои уточнения, что есть п. 2.3.34, который определяет расстояния между ВЛИ разных напряжений, она возражает, что ВЛИ 6 кВ и ВЛЗ 6 кВ – это разные вещи.

**ОТВЕТ: Виктор Шатров, референт Ростехнадзора**

При установлении расстояний между проводами воздушных линий электропередачи было принято решение не учитывать наличие или отсутствие изоляции на проводах напряжением 0,4 кВ, за исключением СИП, что и нашло отражение в указаниях пп. 2.4.33 и 2.4.34. Расстояние 2,0 м между проводами на опоре и в пролете должно выдерживаться при совместной подвеске неизолированных проводов напряжением 6–20 кВ и неизолированных и изолированных проводов напряжением 0,4 кВ. В других случаях расстояния между проводами линий разных напряжений могут быть приняты меньшими. Например, при совместной подвеске защищенных проводов 6–10 кВ и неизолированных или изолированных проводов напряжением до 1 кВ расстояние между ними должно быть не менее 1,5 м.

Под «ВЛИ» в ПУЭ 7-го изд. понимается воздушная линия электропередачи напряжением до 1 кВ с использованием самонесущих изолированных проводов (СИП-1, СИП-2, СИП-4), скрученных в жгут.

Защищенные провода напряжением 6–10 кВ, обозначаемые некоторыми изготовителями как СИП-3, не предназначены для скручивания в жгуты, каждый из них закрепляется на отдельном изоляторе. Линии электропередачи с использованием таких проводов обозначаются «ВЛЗ». Аббревиатура «ВЛИ» в отношении линий напряжением выше 1 кВ в ПУЭ не используется. В п. 2.4.33 расстояния указаны от неизолированных проводов ВЛ 6–20 кВ до проводов ВЛ напряжением до 1 кВ.

#### **ВОПРОС: Евгений Аверин, PBLС**

В многоквартирном здании из монолитного железобетона высотой 92 м в качестве контура заземления использован естественный заземлитель – проваренная арматура фундамента. Как спуски использована арматура монолитного железобетона, проваренная на всем протяжении, соединенная горизонтальными эквипотенциальными поясами через 20 м. Обязательны ли внешние молниеприемные пояса на фасаде здания (облицован гранитом)? Возможна ли установка активного молниеприемника, который будет использовать выполненную систему молниеотводов (спусков)?

#### **ОТВЕТ: Виктор Шатров, референт Ростехнадзора**

В случае использования арматуры железобетонных конструкций здания в качестве токоотводов при соединении горизонтальных и вертикальных элементов арматуры сваркой, как указано в приведенном примере, дополнительное выполнение наружных токоотводов, в т.ч. горизонтальных соединительных поясов, не требуется (см. «Инструкцию по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» (СО-153-34.21.122-2003), п. 3.2.2.5, последний абзац. – М.: Издательство МЭИ, 2004 г.).

Если внешний молниеприемник является готовым заводским изделием, его установка и присоединение к системе токоотводов выполняются в соответствии с инструкцией изготовителя молниеприемника. При этом проектом каркаса здания, используемого в качестве системы токоотводов, должны быть предусмотрены необходимые присоединительные выпуски и устройства.

Если внешний молниеприемник должен быть изготовлен и установлен в соответствии с проектной документацией на молниезащиту объекта, его конструкция, крепление и соединения должны соответствовать п. 3.2.4 Инструкции СО-153-34.21.122-2003 и п. 3 «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» (РД 34.21.122-87).

#### **ВОПРОС: Анна Беляева, АО «Черноморкурорт-проект»**

Как выбрать номинальный ток вводного аппарата распределительного щитка индивидуальной комплектации в готовую оболочку? Согласно приложению ВЗ ГОСТ Р 51778-2001, он выбирается по сумме номинальных токов защитных аппаратов групповых цепей и с учетом коэффициента одновременности групповых защитных аппаратов по табл. В1. Если у меня 15 однофазных автоматических выключателей групповых цепей по 16 А, а вводный выключатель выбираю 3-фазный, то (при равномерной нагрузке фаз) сумму токов брать в пересчете на одну фазу, т.е.  $16 \times 5 = 80$  А или  $16 \times 15 = 240$  А? Согласно п. 6.6.3, для комплектации щитков рекомендуется применять аппараты одного модульного ряда на унифицированную рейку, а при необоснованно завышенных значениях токов вводных аппаратов нет возможности применять готовые оболочки для крепления на DIN-рейку.

#### **ОТВЕТ: Людмила Казанцева, УИЦ НИИ «Проект-электромонтаж» (АНО)**

Номинальный ток трехфазного (трехполюсного или четырехполюсного) вводного аппарата распределительного щитка следует выбирать по сумме номинальных токов защитных аппаратов групповых цепей одной фазы; при неодинаковом количестве защитных аппаратов групповых цепей в разных фазах – по сумме токов защитных аппаратов фазы с наибольшим количеством аппаратов.

Коэффициент одновременности по табл. В. 1 ГОСТ Р 51778-2001 при этом следует выбирать также по числу защитных аппаратов одной фазы щитка; при неодинаковом количестве защитных аппаратов групповых цепей в разных фазах – по числу защитных аппаратов фазы с наименьшим количеством аппаратов.

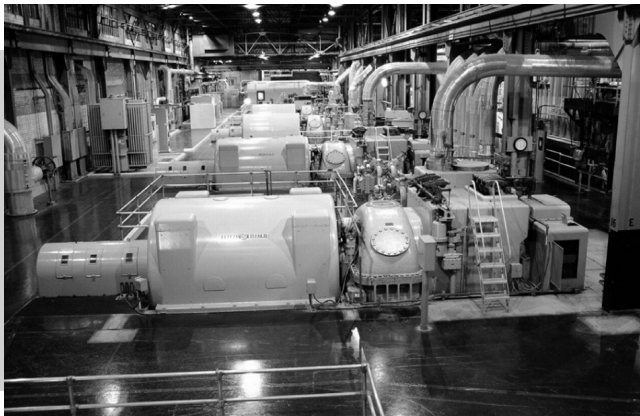
#### **ВОПРОС: Алексей Кремнев, «ПО Элтехника»**

Зачастую проектные организации в проект распределительных устройств 6–10 кВ закладывают номинальный ток сборных шин на ступень выше, чем номинальный ток на вводе. Существуют ли в нормативной документации требования либо обоснования необходимости выполнения таких решений?

#### **ОТВЕТ: Виктор Шатров, референт Ростехнадзора**

Подобное проектное решение следует считать оправданным. «Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока...» предлагают увеличение мощности подстанции производить, как правило, путем замены трансформаторов на более мощные. При этом выбор оборудования и ошиновки подстанции производится с учетом установки в перспективе следующего по шкале мощности трансформатора.





**Е. Вахитов,  
В. Литвак,  
Томский  
политехнический  
университет**

# РЕМОНТНЫЙ НОРМАТИВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

**В**ажным направлением энергетической стратегии России являются нормирование и прогнозирование энергопотребления. Существующие, общепринятые и утвержденные методики расчетов нормирования потребления энергоресурсов необходимо пересматривать в частном порядке для конкретных промышленных предприятий. Любой функционирующий промышленный объект осуществляет остановочные и плановые ремонты. В этот период технического простоя потребление энергоресурсов учитывается технологическими нормами. Технологической нормой называется норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии, которая учитывает их расход на основные и вспомогательные технологические процессы производства данного вида продукции, расход на поддержание технологических агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, а также технически неизбежные потери электроэнергии при работе оборудования, технологических агрегатов и установок.

Прогнозирование потребления энергоресурсов в период капитального ремонта предприятия осуществляется, как правило, на основе статистических данных за прошедшие периоды. Это было бы оправданно, если бы перечень проводимых работ был аналогичным предыдущему периоду. В противном случае прогноз потребления энергоресурсов на основе данных за прошедшие периоды является не совсем точным.

Большинство работ, выполняющихся в период капитального ремонта предприятия, осуществляются

специализированными подрядными организациями на договорной основе. Кроме того, учет потребления энергоресурсов затруднен ввиду разнообразия работ и мест их проведения.

В результате анализа договоров с такими организациями можно сделать вывод о том, что существует необходимость ввода ремонтной нормы потребления энергоресурсов для подрядных организаций. Данное решение позволяет экономически скорректировать бюджет предприятия и заключать договоры с подрядными организациями с тарификацией за использованные энергоресурсы.

Методика планирования капитальных ремонтов, внедренная на томском предприятии ООО «Сибметалхим», позволяет спланировать объем технических работ и более точно спрогнозировать потребление энергоресурсов в этот период. Ее суть заключается в разработке норм удельного потребления энергоресурсов на единицу подрядной организации на основе конкретного перечня работ.

Для планирования работ, выполняющихся в период капитального ремонта, все производственные службы составляют заявки и перечни работ на этот период.

Основная трудность как раз может заключаться в составлении полного перечня работ, инструментов, количества специалистов, которые будут выполнять работу в период капитального ремонта. На основании этого перечня планируется ожидаемое потребление энергоресурсов (табл. 1 и 2) и рассчитываются соответствующие нормы потребления энергоресурсов.

# ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Таблица 1

## Сводная ведомость потребления электроэнергии подрядной организацией на основании составленных заявок

Электроснабжение				
Наименование оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Число часов использования, ч	Потребляемая электроэнергия, кВт·ч	Стоимость, руб. (с НДС)
Угловая шлифмашина Makita 9079 SF (2 кВт), 20 шт.	40	160	6400	9700
Инверторный сварочный выпрямитель ВД 200 СЭИ (5,6 кВт; 200 А; ПВ = 60%) 18 шт.	61	230	14 030	21 300
Ремонтное освещение	10	250	2500	3800
Всего			22 930	34 800

Таблица 2

## Ожидаемое потребление энергоресурсов, кроме электроэнергии, подрядной организацией

Наименование энергоресурса	Ед. измерения	Тариф (без НДС)	Потребление	Стоимость, руб. (с НДС)
Горячее водоснабжение	Гкал	726 руб./Гкал	80	68 500
Хозпитьевая вода	м³	28,58 руб./м³	1100	37 100
Стоки	м³	6,17 руб./м³	1100	8000
Всего				113 600

Рассмотрим формирование ремонтного норматива на примере службы главного механика томского ООО «Сибметахим» при условии, что работы выполняет подрядная организация.

В результате расчетов получены следующие вариации ремонтного норматива удельного расхода потребления энергоресурсов для подрядной организации в период капитального ремонта:

♦ удельный расход потребления электроэнергии на единицу работы (подряда) **22 930 кВт·ч/ед. подряда** (ед. подряда – фирма, которая выполняет работу, т.е. подрядчик);

♦ удельный расход тепловой энергии (ГВС) на единицу работы (подряда) **80 Гкал/ед. подряда**;

♦ удельный расход хозяйственной воды на единицу работы (подряда) **1100 м³/ед. подряда**;

Суммарная стоимость энергоресурсов составляет **148 400 руб.**

### Анализ и согласование полученных результатов

В силу действия Федерального закона «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период» с 1 апреля 2006 года юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям запрещается совмещение деятельности по передаче электрической энергии и оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике с деятельностью по производству и купле-продаже электрической энергии, а с даты окончания переходного периода реформирования электроэнергетики – группам лиц и аффилированным лицам в границах одной ценовой зоны оптового рынка. В целях обеспечения реализации

указанных требований с 1 апреля 2006 года не допускается одновременно иметь на праве собственности или на ином предусмотренном федеральными законами основании имущество, непосредственно используемое при осуществлении деятельности по передаче электрической энергии и оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, и имущество, непосредственно используемое при осуществлении деятельности по производству и купле-продаже электрической энергии.

Это говорит о невозможности и незаконности перепродажи электроэнергии. В связи с этим предполагается для подрядной организации уменьшить сметную стоимость работ на сумму, полученную в результате применения ремонтного норматива, т.е. на **148 400 руб.**

В предложенном подходе норматив формируется как результат системы планирования капитальных ремонтов в виде **ремонтного норматива**. Индивидуальность данного подхода обуславливается отраслью производства. Универсальность состоит в том, что система планирования работ по ремонту и обслуживанию оборудования есть практически на каждом предприятии и это служит фундаментом для получения прогрессивного норматива. Кроме того, аналогичным методом может быть получен ремонтный норматив для текущих ремонтов, выполняемых подрядными организациями. Ремонтная норма в этом случае должна определяться с учетом количества работающего персонала, а также с планированием потребления энергоресурсов в период ремонтов, если работы выполняются силами ремонтного персонала предприятия.



# ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**А.Л. Черников**

**Механизм повышения конкурентоспособности ремонтных предприятий в электроэнергетике в условиях реформирования отрасли. Автореф. канд. дисс. Спец.: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством. Смоленск: Смоленский институт бизнеса и предпринимательства, 2007. – 21 стр.**

### **Общая характеристика работы**

#### **Актуальность темы**

Степень значимости деятельности ремонтных предприятий возрастает вследствие быстрого старения основных фондов генерирующих и сетевых компаний, износ которых составляет более 50 и 70% соответственно.

В условиях высокого износа основных фондов предприятий электроэнергетики и повышения требований различных групп потребителей к качеству энергообеспечения важнейшей составляющей конкурентного потенциала предприятий отрасли с учетом фор-

мируемого свободного рынка электроэнергии является эффективная система управления качеством. Система данного типа в общем случае реализует комплексный подход к обеспечению конкурентоспособности продукции и услуг электроэнергетики на основе повышения эффективности основных и вспомогательных бизнес-процессов.

Вместе с тем используемые подходы к повышению конкурентоспособности организации на основе построения систем менеджмента качества (СМК) не в полной мере учитывают специфику формируемого рынка электроэнергии, услуг по ее передаче, выпол-

нения ремонтных работ, а также существенного влияния эффективности функционирования ремонтных предприятий электроэнергетики на обеспечении конкурентоспособности всех предприятий отрасли. Следует также отметить, что при построении СМК ремонтных предприятий электроэнергетики необходимо учитывать их тесную взаимосвязь (как по показателям, так и по процессам) с СМК обслуживаемых электроэнергетических предприятий, ориентированную на повышение их конкурентоспособности на внутреннем и международных рынках.

В связи с этим возникает актуальная научная задача разработки механизма повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремонтных предприятий в электроэнергетике в условиях реформирования отрасли на основе совершенствования систем управления качеством, учитывающая специфику вспомогательных бизнес-процессов в данной отрасли.

**Цель исследования** – разработка механизма повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремонтных предприятий электроэнергетики в условиях реформирования отрасли, который основан на построении комплексной системы менеджмента качества, интегрированной с СМК генерирующих и сетевых предприятий и учитывающей специфику бизнес-процессов предприятий данного типа.

**Научная новизна работы** состоит в разработке механизма повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремонтных предприятий электроэнергетики в условиях реформирования отрасли, который основан на построении комплексной системы менеджмента качества, интегрированной с СМК генерирующих и сетевых предприятий на уровне отдельных основных и вспомогательных бизнес-процессов с учетом специфики отраслевых факторов в условиях рыночного реформирования электроэнергетики, а также методики его реализации.

**Значение полученных результатов для теории и практики:**

1. Предложенный механизм повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремонтных предприятий электроэнергетики в условиях реформирования отрасли может быть использован при разработке научно обоснованных решений по формированию и реализации долговременных конкурентных преимуществ электроэнергетических предприятий.

2. Разработанная методика повышения конкурентоспособности ремонтных предприятий электроэнергетики, основанная на построении интегрированной СМК ремонтных предприятий и обслуживаемых электроэнергетических предприятий с использованием результатов анализа диаграмм Исикавы, может найти практическое применение для повышения эффективности функционирования интеграционных образований в промышленности.

## Содержание работы

Проведенный анализ функционирования электроэнергетической отрасли позволил выявить следующие проблемы:

♦ быстрое старение основных фондов, коэффициент износа которых составляет более 50% и продолжает увеличиваться;

♦ неравномерный рост энергопотребления в различных регионах России, что при практически неизменной структуре генерирующих мощностей в ряде случаев усугубляет дефицит электроэнергии во время пиков энергопотребления;

♦ значительный объем неудовлетворенных заявок на техническое присоединение к электрическим сетям, который оценивается в 10 ГВт. Доля удовлетворенных заявок на техническое присоединение к сетям постоянно снижается: 32% – в 2004 году, 21% – в 2005 году, около 16% – в 2006 году. В значительной части случаев трудности подключения к электрическим сетям сдерживают развитие малых и средних предприятий промышленности, что негативно сказывается на экономике целых регионов.

Кроме того, возникают задачи повышения значения коэффициента используемой мощности электростанций с приведением их экологических параметров к уровню мировых стандартов, а также повышения эффективности функционирования электроэнергетических предприятий за счет снижения издержек, удельных расходов по эксплуатации и потерь в электрических сетях.

Анализ современных подходов к повышению конкурентоспособности и экономической эффективности электроэнергетических предприятий в условиях реформирования отрасли показывает, что задача формирования долгосрочных конкурентных преимуществ на основе использования сильных сторон для повышения адаптационной способности компании решается посредством использования инструментария стратегического менеджмента качества и инновационных решений по созданию комплексных систем менеджмента качества (СМК).

Одним из основных подходов к повышению экономической эффективности электроэнергетических предприятий является активизация инновационной деятельности. При этом предполагается развитие всех составляющих «потока инноваций», соответствующего модели ТАМО, предложенной в работах Ф. Янсена: технологических, продуктовых, маркетинговых и организационно-управленческих инноваций.

В диссертации отмечается, что инновации по совершенствованию СМК в полной мере могут быть отнесены к каждой из перечисленных выше групп инноваций (по Т. Янсену). На рис. 1 показано место инноваций по совершенствованию СМК в общем потоке инноваций (модель ТАМО).

Действительно, инновации по совершенствованию СМК непосредственно касаются реализации новых

# НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

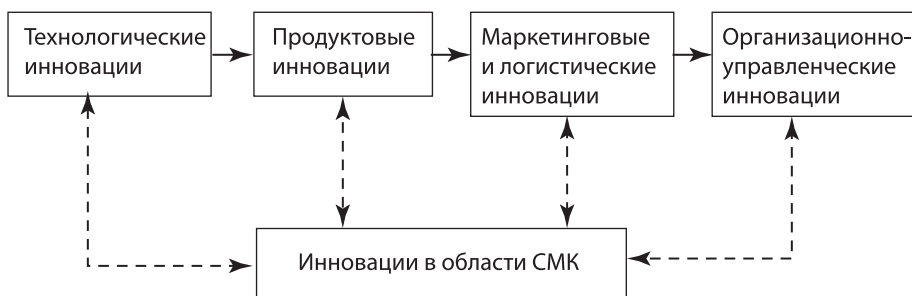


Рис. 1. Место инноваций по совершенствованию СМК в общем потоке инноваций

производственных технологий и проведения исследований, качества новых образцов продукции, маркетинговых, логистических и организационно-управленческих технологий.

Проведенный в диссертации анализ показывает, что функционирование электроэнергетической отрасли имеет специфические особенности, которые необходимо учитывать при разработке систем менеджмента качества. Во-первых, специфической является роль электроэнергетики в экономике, что определяет и особенности ее регулирования. С одной стороны, электроэнергетика является стратегической отраслью промышленности, поэтому определенные отношения в данной сфере регулируются федеральными законами. С другой стороны, в настоящее время базовым принципом функционирования электроэнергетики является переход к рыночным отношениям. Во-вторых, специфическими являются сами бизнес-процессы в электроэнергетической отрасли. Специфика бизнес-процессов в электроэнергетике связана с характерными особенностями энергетического производства, к которым относят:

- ◆ технологическое единство и совпадение во времени процессов генерации, передачи, распределения и потребления энергии;
- ◆ одновременность протекания процессов производства, передачи и потребления и невозможность создания больших запасов электрической энергии вызывает жесткую зависимость режима и объема производства от режима и объема ее потребления;
- ◆ особая важность для хозяйствующих субъектов, населения и всей экономики страны в целом обеспечения надежного энергоснабжения;
- ◆ высокий потенциальный уровень экологической опасности некоторых типов объектов электроэнергетики для населения и окружающей среды.

Учитывая связующую роль инноваций в области управления качеством, повышение экономической эффективности деятельности электроэнергетических предприятий может быть связано с внедрением интегрированных систем менеджмента качества, обеспечивающих взаимодействие всех участников цепи производства и доставки электроэнергии (генерирующих, сетевых, ремонтных предприятий и т.д.) конечному потребителю.

В диссертации показано, что ремонтные предприятия электроэнергетики занимают особое место в обеспечении функционирования данной отрасли. Несмотря на то что доля их основных фондов в общей структуре фондов данной отрасли невелика (около 2%), именно

данные предприятия выполняют функции поддержания производственных мощностей в работоспособном состоянии, обеспечивающем необходимое качество производимой электроэнергии, а в случае возникновения критических ситуаций – восстановление режима нормального функционирования генерирующих и сбытовых структур.

В настоящее время для энергоремонтных предприятий характерны проблемы, присущие большинству предприятий данной отрасли, – высокая степень износа основных фондов, необходимость модернизации производственной базы, повышения качества менеджмента в организации, что приводит в итоге к низкому качеству выполнения ремонтных работ и работ, связанных с обслуживанием электроэнергетического оборудования.

В работе рассмотрена взаимосвязь между процессами СМК генерирующих и сетевых предприятий энергетики с СМК ремонтных предприятий, которая обусловлена тем обстоятельством, что основные производственные бизнес-процессы ремонтных предприятий являются вспомогательными для генерирующих и сетевых предприятия электроэнергетики, обеспечивающими нормальное протекание их основных бизнес-процессов. В перечень основных производственных бизнес-процессов ремонтных предприятий входят процессы ремонтного обслуживания, включающие подпроцессы организации ремонтной деятельности, выполнения ремонтных работ, контроля выполнения ремонтной деятельности, формирования планов-графиков комплексного капитального ремонта, проведения аварийно-восстановительных работ, участие в приемке оборудования из ремонта, участие во вводе в эксплуатацию различных энергетических объектов (распределительных сетей, телемеханизации, средств связи и т.п.).

Особенностью ремонтных предприятий электроэнергетики на данном этапе реформирования отрасли является то обстоятельство, что именно рынок услуг по ремонту после выделения энергоремонтных организаций в самостоятельные структуры по объективным обстоятельствам является наиболее конкурентным и характеризуется самой низкой степенью регулирования со стороны государственных структур по сравнению с другими секторами энергетики (генерация, диспетчеризация, передача). Указанная особенность определяет необходимость формирования

конкурентного потенциала ремонтных предприятий электроэнергетики с целью обеспечения их эффективного функционирования в стратегической перспективе.

Другой характерной особенностью электроэнергетики текущего периода является то, что эффективность генерирующих и сетевых предприятий (а в конечном итоге, и предприятий-потребителей электроэнергии) существенным образом определяется конкурентоспособностью энергоремонтных предприятий, которые в диссертации предложено разделить на четыре группы: экономические, организационные, потребительские, экологические. Очевидно, что степень значимости указанных показателей определяется типом ремонтных предприятий электроэнергетики и реализуемой ими стратегией.

Ремонтные предприятия в зависимости от специфики их деятельности можно классифицировать следующим образом:

1. Комплексные – выполняющие широкую номенклатуру работ, связанных с ремонтом электроэнергетического оборудования, строительством и т.д.
2. Специализирующиеся по видам выполняемых работ.
3. Специализирующиеся по типам электроэнергетических предприятий (генерирующие, сетевые и т.д.).
4. Специализирующиеся по объектам ремонта (ремонт трансформаторов, ЛЭП, генераторов и т.д.).

В диссертации показано, что для ремонтных предприятий электроэнергетики первого типа предпочтительной является стратегия широкой дифференциации, второго типа – стратегия рыночной ниши, третьего – оптимальных издержек, четвертого – низких издержек. Соответственно, определяются и методы конкуренции.

Для создания, обеспечения и улучшения качества деятельности предприятию необходимо использовать процессный подход. Каждый процесс является одним из элементов системы менеджмента качества. Соответственно, необходимо определить, организовать и управлять сетью бизнес-процессов с целью обеспечения их качества, т.е. общее руководство качеством достигается через управление процессами в организации.

Системы менеджмента качества предприятий изоморфны (подобны), соответственно, перечни процессов тоже изоморфны, причем существенная часть процессов СМК является обязательной и одинаковой для всех предприятий, внедряющих СМК: определение процессов на предприятии; описание взаимодействия процессов; определение параметров процессов, требований к качеству продукции и обеспечению ресурсами; процессы производства, управления, контроля, измерения, организации СМК. Для обеспече-

ния эффективности системы менеджмента качества необходимо выделить эти процессы, а также соответствующую им систему ответственности, полномочий, ресурсы, параметры их результативности, что позволит в итоге повысить уровень конкурентоспособности предприятий на основе инновационного развития. В частности, целесообразно выделять следующие процессы СМК: процессы управления, вспомогательные процессы – обеспечения ресурсами, основные процессы – производства, контроля.

В диссертации предложен механизм повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремонтных предприятий электроэнергетики в условиях реформирования отрасли, который основан на построении комплексной системы менеджмента качества, интегрированной с СМК генерирующих и сетевых предприятий и учитывающей специфику бизнес-процессов предприятий данного типа.

На рис. 2 показана взаимосвязь СМК ремонтных, генерирующих и сетевых электроэнергетических предприятий и формирование на их основе интегрированной СМК, позволяющей учитывать условия функционирования формируемого конкурентного рынка электроэнергии.

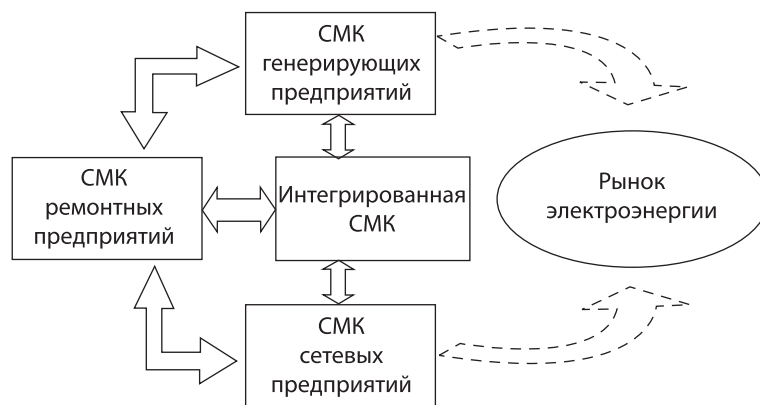


Рис. 2. Интеграция СМК предприятий электроэнергетики

Построение комплексной СМК, сохранив основные преимущества интегрированных систем для отдельных предприятий, позволит обеспечить согласованность действий данных организаций по управлению основными и вспомогательными бизнес-процессами, приводящую к возникновению синергетического эффекта.

Основой для построения комплексной СМК является тесная взаимообусловленность результатов основных бизнес-процессов энергоремонтных предприятий и основных и вспомогательных бизнес-процессов генерирующих и сетевых предприятий электроэнергетики, что позволит формировать требуемые параметры эффективности их деятельности. Разбив указанные параметры (показатели) эффективности на группы (например, на потребительские, экономические, экологические, организационные показатели),

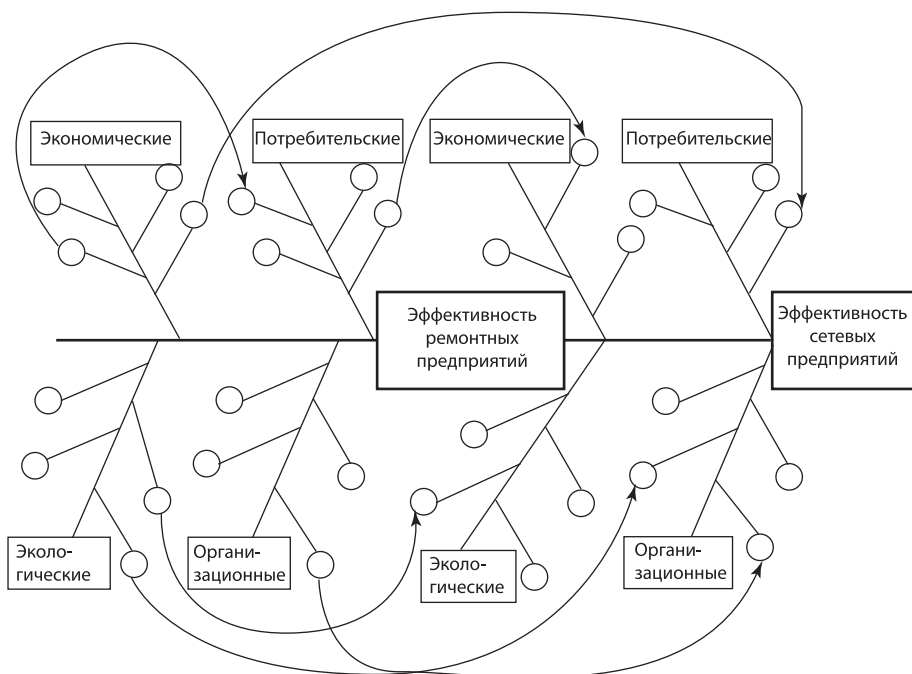


Рис. 3. Взаимосвязь показателей эффективности ремонтного и сетевого предприятия электроэнергетики

можно при помощи диаграмм Исикавы проиллюстрировать взаимосвязь данных показателей, характеризующих ремонтные, генерирующие и сетевые предприятия электроэнергетики, которая должна быть учтена при построении интегрированной СМК. На рис. 3 схематично приведен пример указанных взаимосвязей для ремонтного и сетевого предприятия электроэнергетики.

Формирование долгосрочной конкурентоспособности предполагает следующую последовательность действий: в соответствии со стратегическими целями организации определяются стратегические цели в области всеобщего управления качеством, осуществляется стратегическое и текущее планирование, определяются целевые параметры показателей конкурентоспособности энергетической и обслуживающей ее ремонтной организации, осуществляется организация работ по качеству (разработка системы качества, создание необходимой инфраструктуры, обеспечение необходимыми материальными и нематериальными ресурсами, в том числе информационными, трудовыми, финансовыми и др.), управление персоналом, осуществление контроля качества на всех стадиях производственного процесса, разработка корректирующих, предупреждающих и профилактических мероприятий, принятие оперативных решений в процессе тактического управления, реализация мероприятий в производственном процессе или при корректировке планов и организации работ.

При этом модернизация производственной базы, повышение квалификации управленческого и производственного персонала генерирующих и сетевых

предприятий должны сопровождаться адекватным совершенствованием и ростом параметров результативности бизнес-процессов энергоремонтных предприятий. В противном случае возникающий дисбаланс не позволит создать и эффективно использовать предлагаемую комплексную СМК, ориентированную на потребителя.

Создание комплексной СМК указанного типа позволит также синхронизировать потоки инноваций ремонтных, генерирующих и сетевых предприятий. В работе отмечается, что решение указанной задачи для электроэнергетической отрасли должно осуществляться с учетом нескольких международных стандартов: ISO

9001-2000 (ГОСТ Р ИСО 9001-2001); ISO14001-2004 (ГОСТ Р ИСО 14001-98, готовится к выпуску новая версия стандарта); OHSAS18001-99 (ГОСТ Р 12.0.006-2002) и др. Несмотря на то что конкретная структура и состав вышеперечисленных стандартов не являются полностью идентичными, на основе стандарта ИСО 9001, рассматриваемого в качестве базового, можно последовательно сформировать интегрированную систему менеджмента качества, рассмотренную выше.

Методика построения комплексной СМК энергетических предприятий предполагает выполнение следующих этапов:

1. Исследование рынка и определение степени удовлетворения потребности в услугах данных предприятий.
2. Определение тенденций развития технико-экономического уровня производства и передачи электроэнергии на ближайшие 5 лет.
3. Выявление факторов макро- и микросреды, влияющих на конкурентоспособность услуг энергоремонтных предприятий.
4. Выявление необходимых показателей конкурентоспособности услуг энергоремонтных предприятий.
5. Определение ресурсных возможностей производителя электроэнергии.
6. Создание комплексной СМК:
  - 6.1. Анализ существующих СМК генерирующих, сетевых и энергоремонтных предприятий.
  - 6.2. Адаптация организационной структуры органов управления СМК посредством формирования

единого отдела управления качеством, создание структуры, осуществляющей внутренний аудит СМК, а также информационной системы, позволяющей организовать мониторинг процессов СМК.

6.3. Определение приоритетности и очередности реализации целей по формированию комплексной СМК.

6.4. Сертификация СМК предприятий.

7. Осуществление совместного бизнес-планирования и определение основных направлений развития бизнес-процессов.

8. Построение дерева конечных целей в области СМК.

9. Формирование и согласование нормативов улучшения технико-экономических, экологических показателей услуг ремонтных предприятий.

10. Организация выполнения плановых заданий.

11. Организация мониторинга (контроль и учет) выполнения плановых заданий.

Реализация модели интегрированных СМК позволяет обеспечить постоянное развитие предприятия, повышение его конкурентоспособности, т.к. здесь предполагает постоянное взаимодействие с внешней средой (анализ и учет требований потребителей, анализ конкурентной среды, достижений конкурентов, информации и научно-техническом прогрессе и др.). Все указанные процессы носят циклический характер, т.е. по мере достижения поставленных целей последующий цикл управления осуществляется на более высоком уровне, поднимаясь вверх по «спирали качества».

Белгородская энергосистема в числе первых энергокомпаний РАО «ЕЭС России» начала процедуру реструктуризации, причем 1 июня 2003 года из ОАО «Белгородэнерго» был выделено ОАО «Белгородэнергоремонт». На основании решения Совета директоров ОАО РАО «ЕЭС России» (31.10.2003 № 152) о снижении аффилированности дочерних ремонтных компаний АО-энерго 28 ноября Совет директоров ОАО «Белгородэнерго» принял решение о продаже 100% акций ОАО «Белгородэнергоремонт», а 24 февраля 2004 года заседанием конкурсной комиссии по подведению итогов проведения закрытого аукциона акции ОАО «Белгородэнергоремонт» были реализованы сторонним организациям.

На предприятиях электроэнергетики внедрение СМК осуществляется сравнительно недавно. Однако среди электросетевых компаний ОАО «Белгородэнерго» стала первой, получившей в июне 2006 года сертификат соответствия СМК. Внедрение СМК в ОАО «Белгородэнерго» позволило улучшить финансовые показатели и повысить инвестиционную привлекательность компании.

В то же время практика внедрения систем менеджмента качества по модели ИСО 9000, QS-9000, VDA-6.1 в ОАО «Белгородэнерго» выявила ряд проблем:

♦ для создания системы качества в настоящее время широко используются апробированные на практике рекомендации международных стандартов ИСО 9000 и системы QS 9000. Однако эти рекомендации представлены как набор самостоятельных элементов для создания систем качества и не учитывают в полной мере специфику электроэнергетической отрасли;

♦ отсутствие тесной интеграции основных составляющих СМК генерирующих, сетевых и энергоремонтных предприятий электроэнергетики.

Проведенный в диссертации анализ функционирования рынка ремонтных услуг предприятий электроэнергетики Белгородской области позволил сделать вывод, что в настоящее время наиболее перспективным направлением повышения конкурентоспособности энергоремонтных услуг является интеграция СМК ремонтных предприятий и обслуживаемых ими генерирующих и сетевых компаний.

Предложенный в диссертации механизм был практически использован при разработке и внедрении системы менеджмента качества в ОАО «Белгородэнергоремонт» в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2001. При разработке и внедрении указанной СМК была осуществлена интеграция ее основных составляющих с СМК ОАО «Белгородэнерго». В результате была реализована комплексная СМК, что позволило повысить рентабельность ОАО «Белгородэнергоремонт» с 6,8% в 2005 году до 9,4% в 2006 году, а также обеспечить входные барьеры для конкурентов.

## Основные результаты работы, выводы и предложения

1. На основе экономического анализа основных результатов реформирования электроэнергетической отрасли РФ определены основные направления повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремонтных предприятий в электроэнергетике, функционирующих на наиболее конкурентном рынке услуг, являющихся вспомогательными для частично и полностью регулируемых видов деятельности в электроэнергетике (генерация, передача и диспетчеризация), что позволяет предложить пути оптимизации бизнес-процессов данных предприятий.

2. На основе анализа издержек, учитываемых при формировании цен на электроэнергию для конечных потребителей, выявлена сущность и роль ремонтных предприятий при формировании системы конкурентных отношений в электроэнергетике, что позволило произвести классификацию ремонтных предприятий с точки зрения их влияния на конкурентоспособность обслуживаемых ими генерирующих предприятий и эффективность функционирования сетевых предприятий.

3. Предложен механизм повышения конкурентоспособности и экономической эффективности ремон-



тных предприятий электроэнергетики в условиях реформирования отрасли, который в отличие от известных основан на построении комплексной системы менеджмента качества, интегрированной с СМК генерирующих и сетевых предприятий и учитывающей специфику бизнес-процессов предприятий данного типа.

4. На основе анализа бизнес-процессов в электроэнергетике предложена модель взаимосвязи показателей, входящих в состав систем показателей конкурентоспособности генерирующих, сетевых и ремонтных предприятий, что позволяет вырабатывать рекомендации по совершенствованию вспомогательных бизнес-процессов в соответствии с выбранной стратегией развития электроэнергетических предприятий.

5. Предложена модифицированная модель «потока инноваций ТАМО» (по Т. Янсену), которая в отличие от известных содержит новый класс инноваций – организационные инновации в области управления качеством, что позволяет определить направления совершенствования СМК ремонтных предприятий электроэнергетики для повышения эффективности инновационной деятельности и формирования долгосрочных конкурентных преимуществ.

6. Разработана методика повышения конкурентоспособности ремонтных предприятий электроэнергетики, которая в отличие от известных основана на построении интегрированной СМК ремонтных и обслуживаемых электроэнергетических предприятий с использованием результатов анализа диаграмм Исикавы, что позволяет согласовать стратегические и тактические цели взаимодействующих предприятий электроэнергетической отрасли.

7. Разработанные механизм повышения конкурентоспособности ремонтных предприятий электроэнергетики и методика его реализации практически использованы в ОАО «Белгородэнергоремонт» (Белгородская область), что позволило повысить экономическую эффективность его функционирования и сформировать долговременные конкурентные преимущества.

8. Теоретические и методические результаты диссертации используются в учебном процессе Смоленского института бизнеса и предпринимательства.

## Основные работы, опубликованные по теме диссертации

*В журналах перечня ВАК:*

1. Черников А.Л., Какатунова Т.В. Повышение эффективности электроэнергетических предприятий на основе создания интегрированных систем менеджмента качества // Интеграл. – 2007. – № 5. – С. 20–23.

2. Черников А.Л. Управленческие инновации по совершенствованию системы менеджмента качества предприятий электроэнергетики // Инновации. – 2007. – № 7. – С. 98–100.

*В других изданиях:*

3. Обухов П.А., Черников А.Л. Формирование системы управления распределительным электросетевым комплексом Центра и Северного Кавказа // Контроллинг. – 2006. – № 20. – С. 38–47.

4. Черников А.Л. Системы менеджмента качества // Экономические проблемы вступления России в ВТО: Сб. тр. Межд. науч. конф. – Белгород: БГУ. – 2004. – С. 80–89.

5. Черников А.Л. Модель интегрированной системы менеджмента – что за этим стоит? // Коннект. – 2007. – № 6. – С. 116–118.

## GRUNDFOS РАЗРАБОТАЛ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НАСОС ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Компания GRUNDFOS, ведущий мировой производитель насосного оборудования, вывела на российский рынок новые насосы – NBG и NKG. Агрегаты могут применяться как в системах жизнеобеспечения (водоснабжение, отопление, вентиляция), так и для перекачивания агрессивных жидкостей на промышленных предприятиях и морской воды в портах.

Новое оборудование соответствует европейскому промышленному стандарту ISO 2858 и полностью изготовлено из нержавеющей стали специальных марок. Это позволяет использовать его в работе с кислотами, щелочами и другими, вызывающими коррозию, а также содержащими твердые примеси жидкостями.

Кроме того, насосы NBG могут изготавливаться во взрывозащищенном исполнении и имеют Разрешение РОСТЕХНАДЗОРА для применения во взрывоопасных зонах.

«Данные насосы подойдут практически для любого вида промышленных производств, – комментирует Андрей Макаров, руководитель сегмента промышленного оборудования компании GRUNDFOS. – Это могут быть нефтехимические, пищевые, ликероводочные, газодобывающие и другие предприятия. В настоящий момент можно приобрести насосы с расходом до 180 м<sup>3</sup>. Однако в ближайший год мы планируем расширить модельный ряд NBG и NKG. Таким образом в 2010 году появятся и другие модификации данных насосов».

**Компания GRUNDFOS**



**А. Попов,**  
канд. техн. наук,  
директор  
ООО «РАНЕТ ЭНЕРГО»

## **КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ СТОЧНЫХ ВОД – ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ**

**П**латежи предприятий за сброс сточных вод с каждым годом становятся больше. Поэтому для энергетических служб многих предприятий все более актуальна задача организации коммерческого учета сточных и ливневых вод.

И если при установке и эксплуатации узлов учета энергоносителей (тепловой энергии, пара и т.п.) для предприятий стало привычным соблюдение метрологических требований, проведение периодической поверки приборов учета, то при строительстве и эксплуатации узлов учета сточных вод этими требованиями зачастую пренебрегают.

Сточные воды сбрасываются по безнапорным (самотечным) трубопроводам или собираются на канализационных насосных станциях и перекачиваются по напорным трубопроводам.

В данном материале рассмотрим особенности организации учета сточных вод в безнапорных трубопроводах.

ООО «РАНЕТ ЭНЕРГО» начало проектировать узлы учета сточных вод и устанавливать расходомеры с 1991 года, накопило значительный опыт выполнения таких работ на предприятиях различного профиля (ТЭЦ; водоканалах; крупных химических и металлургических заводах, ж/д транспорта и т.д.) в разных регионах и климатических зонах (в т.ч. в районах вечной мерзлоты).

Такие работы выполняются в несколько этапов: обследование объекта, разработка и согласование проекта узла учета, строительство измерительного колодца, замеры скорости потока, доставка и монтаж оборудования, наладка и пуск в эксплуатацию.

Задача обследования – определить возможность и целесообразность организации учета, выбрать место строительства узла учета и тип прибора учета (расходомера), определить объем работ при строительстве узла учета.

Что в данном случае означает возможность и целесообразность организации учета?

Некоторые предприятия сбрасывают воды настолько мало, что ее уровень в трубопроводе составляет несколько миллиметров. На других объектах выпуски сточных вод проходят среди плотной городской застройки (под зданиями, дорогами).

В подобных случаях по результатам обследования выдается мотивированное заключение об отсутствии технической возможности или нецелесообразности строительства узла учета.

При выборе типа расходомера мы не привязаны к определенному производителю или типу прибора учета. Выбор определяют особенности объекта. Применяются отечественные расходомеры ЭХО-Р-02, зарубежные ISCO 4250 и др.



Рис. 1. Расходомер для безнапорных каналов ЭХО-P-02



Рис. 2. Расходомер ультразвуковой переносной ISCO 4250

Узлы учета сточных вод, как правило, устанавливаются в измерительных колодцах на существующих канализационных сетях. В качестве измерительных колодцев зачастую используются существующие контрольные колодцы. В большинстве случаев это ошибочные решения. Колодцы ставятся в местах изменения направления или уклона трубопроводов. Следовательно, при установке расходомеров в таких колодцах нарушаются требования прямолинейности измерительных участков.

Кроме того, лотки в колодцах, соединяющие входные и выходные патрубки, не бывают строго циркулярными. Повышенная влажность и грязь в таких колодцах также не способствуют нормальной эксплуатации приборов.

Поэтому необходимо строительство специальных измерительных колодцев (камер).

Серьезной проблемой при организации учета сточных вод в безнапорных трубопроводах являются подпоры и заиливание в трубопроводах. При наличии постоянного подпора или заиливания на измерительном участке трудно говорить о корректных измерениях расхода.

Возможные причины подпоров:

1. Засорение – скопление в трубопроводе отложений, мусора.

2. Обрушение трубопровода.

3. Контруклон.

4. Подпор со стороны городского коллектора (при врезке трубопровода абонента ниже уровня воды в горколлекторе).

При засорении трубопровода подпор устраняется в результате очистки.

В остальных случаях, как правило, необходимы перекладка или ремонт трубопровода.

Заиливание трубопроводов может происходить в результате:

1. Частичного разрушения труб (начинает вымываться грунт).

2. Малого строительного уклона.

3. Поступления со сточными водами большого количества песка, формовочной смеси и т.п.

Устранение указанных причин также обычно связано со значительными капитальными затратами на перекладку или ремонт труб, приведение в порядок отстойников.

Тем не менее, если предприятие решило организовать учет сточных вод, необходимо проведение работ по приведению в порядок выпусков сточных вод.

Приведем примеры из практики. При проведении работ по организации учета сточных вод на трех выпусках Торжокского вагоностроительного завода были построены измерительные колодцы, очищены от загрязнений трубопроводы, сразу же после этого произведены замеры скорости потока, затем смонтированы и пущены в работу расходомеры. Однако по показаниям расходомеров расход сточных вод был явно завышен.

Анализ ситуации показал, что за прошедшие после очистки трубопроводов две недели на дне труб под расходомерами появился осадок толщиной в несколько сантиметров. Уровень воды повысился, и расходомеры стали давать завышенные значения расхода воды.

Была произведена повторная очистка трубопроводов, но через несколько дней снова образовался осадок. Оказалось, что фактический строительный уклон на выпусках заметно меньше положенного по СНиПу значения 0,007, что и приводило к быстрому засорению трубопроводов.

В таких условиях независимо от выбора типа прибора организовать коммерческий учет, по нашему мнению, нельзя.

Некоторые предприятия идут на заметные затраты при строительстве узлов учета сточных вод. Например, в Оренбурге, на ПО «Стрела», имеются два выпуска Ду 1000 мм. При обследовании было установлено, что в тех местах, где необходимо построить узлы учета (на границе балансовой принадлежности), в трубопроводах имеется подпор в результате частичного обрушения и засорения труб. Предприятие произвело замену труб и выравнивание измерительных

участков, что позволило организовать коммерческий учет сточных вод.

Еще одна проблема возникает уже при эксплуатации узлов учета. Это проблема небаланса при сравнении данных предприятия по водопотреблению и водоотведению. Почему-то в случае обнаружения небаланса предприятие в первую очередь видит причину этого в неправильных показаниях прибора учета сточных вод.

На самом деле по нашему опыту причины небаланса бывают разные:

1. Неучтенные врезки (выпуски) до узлов учета сточных вод.
2. Попадание в сточные воды грунтовых и поверхностных вод.
3. Использование поступающей на предприятие воды на технологические нужды.
4. Некорректный расчет баланса (например, по водосчетчику учитывается поступающая холодная вода, но не учитывается сброс горячей воды из системы ГВС).
5. Неверные показания приборов учета по водопотреблению.
6. Неверные показания приборов учета сточных вод.

К теме данной статьи из перечисленных относится п. 6, поэтому рассмотрим эту позицию подробнее.

Неверными показания расхода могут быть в результате отступлений от метрологических требований (отсутствие прямолинейных участков, подпоры, прогибы трубопровода, загрязнения трубы) при выборе места и строительстве узла учета. Об этом написано выше. Причем в указанных случаях погрешность измерений может выражаться не в единицах, а в десятках процентов.

Другим источником погрешности измерений является субъективный фактор при замерах внутреннего диаметра трубопровода, скорости потока. Действительно, сложно точно измерить внутренний диаметр железобетонного трубопровода, внутренняя поверхность которого с годами сильно изношена. Поэтому необходимо с особой тщательностью выполнять работы по замерам на этапе изысканий, соблюдать требования основного регламентирующего документа «Рекомендации. ГСИ. Расход сточной жидкости в безнапорных трубопроводах. Методика выполнения измерений. МИ-2220».

Как известно, расходомеры для напорных трубопроводов проходят метрологическую аттестацию вместе с измерительными участками. Для расходомеров для безнапорных трубопроводов таких требований нет. Поэтому предприятия, эксплуатирующие такие расходомеры, по окончании сроков поверки приборов отправляют их на поверку, а измерительные участки остаются без контроля. С годами в трубопроводах появляется осадок, стенки труб изнашиваются, в результате характеристики измерительных участков существенно изменяются.

По нашему мнению, перед периодической поверкой расходомеров необходимо проводить контрольные замеры параметров (внутреннего диаметра, уровня и скорости потока) на измерительных участках и при изменении этих параметров вносить соответствующие корректировки в настройки расходомеров при проведении периодической поверки.

Необходимо также производить периодическую очистку измерительных участков от отложений.

В целом, как нам представляется, учет сточных вод целесообразно приравнять к учету энергоносителей.

## НОВОСТИ

### **ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ КОГЕНЕРАЦИОННОГО ЦИКЛА МОЩНОСТЬЮ 20 МВт РАБОТАЕТ НА РУДНИКЕ ПО ДОБЫЧЕ ЗОЛОТА ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ (ЧУКОТКА)**

Станция обеспечивает тепло и электроэнергией рудник по добыче золота и серебра в Чукотском автономном округе (ближайший населенный пункт находится в 90 км). Проект реализуется канадской золотодобывающей компанией Bema Gold Corporation.

В состав электростанции входят четыре дизель-генераторные установки Wartsila 32 на базе 12-цилиндровых двигателей 12V32 мощностью по 5,3 МВт. Они работают на специальном дизельном топливе, которое не замерзает при низких температурах зимой.

В оборудовании, эксплуатирующемся в суровых климатических условиях, использованы все новейшие разработки компании Wartsila для северных регионов. Дизельная электростанция размещена в типовом быстровозводимом здании.

Турбины и дизели



**Н. Смирнов,**  
заведующий отделом охраны  
труда,  
главный технический инспектор  
труда ВРК «Электропрофсоюз»

# О ВЫБОРЕ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

*Необходимость применения защитной спецодежды от воздействия электрической дуги ни у кого не вызывает сомнений. Обязанность работодателя обеспечивать сотрудника комплектом средств индивидуальной защиты закреплена на законодательном уровне. Однако до сих пор электротехнический персонал в некоторых регионах России не имеет жизненно необходимых защитных средств.*

Всероссийский электропрофсоюз своей главной уставной задачей считает защиту социально-экономических прав и интересов своих членов. Вот и сейчас, обращаясь к теме охраны труда, мы хотим добиться от работодателей неукоснительного соблюдения отраслевых норм по охране труда и, как следствие, минимизации рисков на рабочем месте.

Еще несколько лет назад электротравмы занимали в статистике производственного травматизма электроэнергетической отрасли 9–10% от всех несчастных случаев, каждый второй случай был смертельным. Электропрофсоюзом вместе с работодателями проделана необходимая работа по популяризации комплектов термостойкой спецодежды. И за последние два года уровень смертельного травматизма на крупных предприятиях России, используя

щих средства индивидуальной защиты из ткани Номекс®, уменьшился в два раза.

Сегодня никому уже не надо доказывать обязательность применения дугостойких комплектов. Напомним, что каждый работник имеет право, закрепленное в Трудовом кодексе РФ, в статье 221, на бесплатное получение специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ). Объем выдаваемой спецодежды и сроки носки этих комплектов определены в Постановлении Министерства труда и социального развития РФ № 54 от 26.04.2004 года «О внесении изменений и дополнений в типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности».

Руководители энергопредприятий знают о данных требованиях, и многие из них следуют букве закона. Так, большая часть электротехнического персонала предприятий ОАО РАО «ЕЭС России» в той или иной степени обеспечено защитными комплектами. Однако «большинство» вовсе не означает, что все сотрудники, работающие по специальностям, в соответствии с нормами бесплатной выдачи могут реализовать свое право на получение защитного ком-

плекта. Целый ряд энергопредприятий Дальнего Востока и Северо-Кавказских республик не полностью укомплектован термостойкими СИЗ, и совсем не обеспечены ремонтные предприятия!

## О выборе СИЗ

Единственный российский норматив, которым следует руководствоваться при приобретении дугостойких комплектов, – Приказ от 21.10.2004 № 128. Он содержит утвержденные Министерством труда и социального развития РФ «Методические рекомендации по определению технических требований к комплектам для защиты от воздействия электрической дуги». В их основе – мировой опыт, нормативы и стандарты безопасности в этой сфере.

Среди защитных костюмов от электродугового разряда наилучшими признаны модели из тканей Номекс®. Они гарантируют стабильность защитных свойств на протяжении всего срока службы защитной одежды. По сравнению с костюмами из других материалов долговечность подобных СИЗ позволяет реже производить замену спецодежды, следовательно, демонстрируют наилучшее сочетание параметров «цена/качество».

В России термостойкую защитную одежду из Номекс® производит ЗАО «ФПГ Энергоконтракт». Эта компания осуществляет полный спектр работ от разработки и тестирования конструкции до серийного производства. Вся продукция изготавливается на основе ведущих мировых технологий, имеет необходимые российские и международные сертификаты. ОАО РАО «ЕЭС России» прошло тендер среди поставщиков, и были выбраны именно эти СИЗ для защиты своего персонала. На предприятиях холдинга за период применения защитных костюмов из Номекс® производства ЗАО «ФПГ Энергоконтракт» число случаев со смертельным исходом за 2004–2005 гг. уменьшилось на 44%.

Важно и то, что данная спецодежда выпускается в России, следовательно, производитель может оперативно реагировать на пожелания клиентов. Так, сотрудники ОАО «Тюменьэнерго» столкнулись с проблемой: работы персонала в этом регионе ведутся в зоне распространения энцефалитного клеща. Раньше факты поражения клещем регистрировались лишь в лесах Дальнего Востока и Сибири (на энергетических предприятиях этих регионов практикуется обязательная вакцинация). Однако сегодня уже отмечены неоднократные случаи укуса энцефалитного клеща в лесах европейской части России, где вакцинация не является обязательной. По инициативе «Электропрофсоюза» ЗАО «ФПГ Энергоконтракт» оперативно разработал и внедрил термостойкий костюм из ткани Номекс® в специальном исполнении: с плотно прилегающими трикотажными манжетами и капюшоном.

## Критерии оценки качества

На рынке представлено большое число комплектов СИЗ. Все они выполнены из разных материалов.

Хотели бы особо обратить ваше внимание, что ткани типа Номекс® не зря упоминаются в министерских «Рекомендациях» в качестве эталонных: только они обеспечивают защитные свойства в течение всего срока службы комплекта. Важно, чтобы работник в термостойком костюме был под одинаково надежной защитой с первого до последнего дня эксплуатации СИЗ. Обращаем ваше внимание, что костюмы из тканей Номекс® можно стирать настолько часто, насколько требуется. Проводились лабораторные испытания костюмов после 2–3-летней носки, и снижения их защитных свойств не произошло! Это выгодно отличает костюмы производства ЗАО «ФПГ Энергоконтракт» от изготовленных на основе хлопчатобумажных тканей с термостойкими пропитками, защитные свойства которых в процессе эксплуатации и стирки резко снижаются (рис. 1). Лабораторный тест на открытое пламя также подтверждает преимущество комплектов из тканей Номекс®: они дают 2–3% ожогов, тогда как из хлопковых тканей с пропитками степень поражения выше в несколько раз.



Рис. 1. Экранирующие комплекты типа Эп-4(0)

Для правильного выбора комплекта необходимо провести расчет оценки риска (соотнести параметры СИЗ с характеристиками обслуживаемого оборудования – возможной величиной разряда на конкретном рабочем месте). Департаментом Генеральной инспекции и технического аудита ОАО «РАО ЕЭС России», Институтом охраны труда и технического аудита сов-

# ОХРАНА ТРУДА

местно с «Электропрофсоюзом» была проведена работа по классификации электроустановок, обслуживаемых во всех энергосистемах ОАО «РАО ЕЭС России», по величине максимально возможной энергии электрической дуги. Все оборудование было разделено на 6 уровней риска и предложено столько же классов защиты. В ЗАО «ФПГ Энергоконтракт» дополнили и привели свою коллекцию в соответствие с этой классификацией. Как и раньше, работы по расчету оценки риска всех рабочих мест при подборе комплектов защиты производятся специалистами ЗАО «ФПГ Энергоконтракта» бесплатно.

Очень важным представляется здесь наличие сертификатов на поставляемые защитные комплекты. Они выдаются строго на основании протоколов испытаний изделий на подтверждение уровня защитных свойств.

Помните, что каждое слово в «Правилах техники безопасности» – это опыт, полученный ценой чьих-то

жизней. Не повторяйте чужих ошибок. Важно регулярно напоминать работникам о том, что в рабочей зоне нужно находиться в застегнутом защитном костюме, дополненном каской со щитком и термостойкой окантовкой, подшлемником, перчатками, термостойкой обувью и в термостойком или хлопчатобумажном белье. Можно разработать и выдать современные эффективные комплекты, а из-за неправильного их применения получить нулевой результат.

Внимание к деталям сохранит человеческие жизни, поможет развить культуру труда на предприятиях энергетической отрасли. Мы каждый день работаем над тем, чтобы человек, придя на работу, имел все возможности уйти домой здоровым. Люди труда должны чувствовать не только заботу профсоюза, но и ответственный подход работодателя.

## НОВОСТИ

### УПРАВЛЕНИЕ ТООП ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА МУРМАНСКА БУДЕТ АВТОМАТИЗИРОВАНО

НПП «СпецТек» создаст в ОАО «Электротранспорт» информационную систему управления техническим обслуживанием и ремонтами. Основой системы будет программный продукт TRIM-PMS, ориентированный на проекты с быстрой отдачей и небольшим бюджетом.

ОАО «Электротранспорт» оказывает услуги по перевозке пассажиров троллейбусным транспортом в городе Мурманске. Предприятие является стратегически важным для города, т.к. обеспечивает более половины пассажирских перевозок. Общая протяженность эксплуатируемых троллейбусных линий составляет 75 км, энергообеспечение движения осуществляет 11 тяговых подстанций. Предприятие имеет два депо, в распоряжении которых находится 128 троллейбусов.

Высокое качество и надежность перевозок необходимы для сохранения рыночных позиций предприятия в условиях конкуренции с другими перевозчиками. В этой связи важно обеспечить управляемость и прозрачность процессов технического обслуживания и ремонта (ТООП) подвижного состава. Решение данной задачи ОАО «Электротранспорт» связало с внедрением информационной системы управления (ИСУ ТООП) на основе программного продукта TRIM-PMS (TRIM-Planned Maintenance System).

Продукт TRIM-PMS разрабатывался на основе EAM/MRO-системы TRIM, целенаправленно под малобюджетные проекты ИСУ ТООП, с ориентацией на заказчиков с относительно небольшими службами ТООП. Данный продукт унаследовал от TRIM базовые функции управления ТООП, достаточные для предприятий целевой группы. В частности, TRIM-PMS поддерживает операции по учету и паспортизации оборудования, формированию планов-графиков ТООП, учету и заказу запчастей, регистрации отказов и состояния оборудования, формированию складских документов, анализу планов и результатов ТООП, управлению документацией и т.д. Принцип «достаточности» позволил упростить продукт и ограничить объем работ по его внедрению. Фиксированный перечень функций позволяет использовать типовые методики внедрения. Пользуясь руководствами, заказчики, при необходимости, могут выполнить внедрение TRIM-PMS своими силами, ограничившись только затратами на покупку лицензий.

НПП «СпецТек» поставит предприятию ОАО «Электротранспорт» программное обеспечение TRIM-PMS на 8 пользователей. Кроме того, являясь исполнителем проекта, НПП «СпецТек» окажет услуги по внедрению ИСУ ТООП «под ключ». В частности, исполнитель направит заказчику шаблон для сбора исходной информации, на основании которой специалисты НПП «СпецТек» создадут базу данных ИСУ ТООП – с паспортными данными троллейбусов, нормативами на работы ТООП, каталогами узлов, агрегатов, запчастей, журналами пробега (наработки) и т.д. Будет проведено обучение пользователей, разработан модуль обмена данными с бухгалтерской системой 1С, эксплуатационная документация ИСУ ТООП, выполнены пусконаладочные работы. Завершить проект планируется к концу 2009 года.

НПП «СпецТек»

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ



Зарегистрировано в Минюсте РФ 28 апреля 2008 г. № 11597

## **ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

**ПРИКАЗ**  
от 7 апреля 2008 г. № 212

### **ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОРЯДКА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ВЫДАЧЕ РАЗРЕШЕНИЙ НА ДОПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭНЕРГОУСТАНОВОК**

(в ред. Приказа Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182)

Приказываю:

1. Утвердить прилагаемый Порядок организации работ по выдаче разрешений на допуск в эксплуатацию энергоустановок.
2. Направить настоящий Приказ в Министерство юстиции Российской Федерации для государственной регистрации.

**Руководитель**  
**К.Б. Пуликовский**

Приложение  
к Приказу Федеральной службы  
по экологическому, технологическому  
и атомному надзору  
от 7 апреля 2008 г. № 212

### **ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ВЫДАЧЕ РАЗРЕШЕНИЙ НА ДОПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭНЕРГОУСТАНОВОК**

(в ред. Приказа Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182)

#### **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Порядок организации работ по выдаче разрешений на допуск в эксплуатацию энергоустановок (далее – Порядок) разработан на основании федеральных законов, нормативных правовых актов Российской Федерации и нормативных документов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Служба), иных федеральных органов исполнительной власти.
2. Отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182.



# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

3. Требования Порядка являются обязательными для должностных лиц центрального аппарата Службы и ее территориальных органов (далее – должностные лица Службы), на которых возлагаются обязанности по организации и осуществлению государственного энергетического надзора.

## II. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ВЫДАЧЕ РАЗРЕШЕНИЯ НА ДОПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

4. Перед осмотром энергоустановки должностное лицо Службы рассматривает представленную заявителем документацию на соответствие ее техническим регламентам, проекту, исполнительной документации и техническим условиям, требованиям нормативных правовых актов Российской Федерации, нормативных документов Службы и других федеральных органов исполнительной власти, на полноту проведенных наладочных работ и испытаний энергоустановки и правильность оформления протоколов, на наличие эксплуатационной и организационно-распорядительной документации, наличие и достаточность квалификации персонала и его готовность к эксплуатации энергоустановки, на наличие сертификатов соответствия национальным стандартам (согласно утвержденному перечню продукции, подлежащей обязательной сертификации).

5. Должностное лицо Службы для выдачи разрешения на допуск в эксплуатацию электроустановки рассматривает заявление установленного образца и перечень прилагаемых документов:

- копию учредительного документа, заверенную в установленном порядке (для юридического лица);
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - документы, подтверждающие полномочия лица, представляющего заявителя;
  - технические условия на технологическое присоединение и справку об их выполнении (с отметками сетевой организации и субъекта оперативно-диспетчерского управления, при необходимости);
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон;
  - проект электроустановки, согласованный в установленном порядке;
  - однолинейную схему электроснабжения электроустановки, подписанную ответственным за электрохозяйство заявителя;
  - сертификаты соответствия на электрооборудование (согласно утвержденному перечню продукции, подлежащей обязательной сертификации);
  - копию свидетельства о регистрации электротехнической лаборатории в органах Ростехнадзора, проводившей приемо-сдаточные или профилактические испытания, с перечнем разрешенных видов испытаний;
  - перечень инструкций по охране труда и технике безопасности по видам работ;
  - перечень должностных инструкций по каждому рабочему месту электротехнического персонала;
  - приказ о назначении ответственных за электрохозяйство и их заместителей;
  - копию договора с эксплуатирующей организацией (при отсутствии собственного эксплуатирующего персонала);
  - выписку из журнала проверки знаний лиц, ответственных за электрохозяйство, и их заместителей, электротехнического и электротехнологического персонала или копии протоколов проверки знаний;
  - перечень имеющихся в наличии защитных средств с протоколами испытаний, противопожарного инвентаря, плакатов по технике безопасности;
  - список лиц оперативного и оперативно-ремонтного персонала (Ф.И.О., должность, номера телефонов, группа по электробезопасности), которым разрешено ведение оперативных переговоров и переключений;
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - исполнительную документацию (в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов);
  - приемо-сдаточную документацию (протоколы, акты испытаний, наладки в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов, технических регламентов, паспортов изготовителей).
6. Должностное лицо Службы для выдачи разрешения на допуск в эксплуатацию котельной рассматривает заявление установленного образца и перечень прилагаемых документов:
- абзацы второй – четвертый отменены. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - копию учредительного документа (заверенную в установленном порядке) для юридического лица;
  - документы, подтверждающие полномочия лица (лиц), представляющего собственника;
  - абзацы седьмой – восьмой отменены. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - наличие заключения экспертизы промышленной безопасности и ее утверждение органами Ростехнадзора (при идентификации котельной как опасного производственного объекта);
  - абзацы десятый – двенадцатый отменены. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - документ на специальное водопользование;

- разрешения на применение технических устройств на опасном производственном объекте;
  - паспорта зданий (сооружений) и энергоустановок;
  - сертификаты на оборудование (согласно утвержденному перечню продукции, подлежащей обязательной сертификации);
  - технические условия на присоединение тепловых энергоустановок и справка о выполнении технических условий;
  - акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон;
  - промежуточные акты выполненных работ;
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - оформление результатов технического освидетельствования промышленных дымовых труб и энергоустановок;
  - акт приема рабочей комиссией или приемо-сдаточный акт между монтажной организацией и заказчиком;
  - технический отчет о проведении испытаний (измерений), включая методы неразрушающего контроля;
  - разрешение на допуск в эксплуатацию электрических установок;
  - разрешение на допуск в эксплуатацию узла учета тепловой энергии на источнике теплоты;
  - акт комплексного опробования тепловых энергоустановок;
  - акт приемки газопроводов и газоиспользующей установки для проведения комплексного опробования (пусконаладочных работ);
  - паспорт технического устройства (котла, трубопровода, сосуда, работающего под давлением);
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - распорядительные документы по организации безопасной эксплуатации тепловых энергоустановок;
  - выписку из журнала проверки знаний или копии протоколов проверки знаний лиц, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок, и их заместителей, теплоэнергетического персонала;
  - исполнительные схемы трубопроводов и запорной арматуры;
  - должностные инструкции, инструкции по охране труда и технике безопасности;
  - комплект действующих инструкций по эксплуатации энергоустановок, зданий и сооружений;
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - утвержденный техническим руководителем перечень технической документации;
  - утвержденную программу прогрева и пуска в эксплуатацию котельной (котла);
  - перечень имеющихся в наличии защитных средств, средств пожаротушения и оказания медицинской помощи;
  - оперативный план тушения пожара;
  - абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182.
7. Должностное лицо Службы для выдачи разрешения на допуск в эксплуатацию тепловых энергоустановок и тепловых сетей рассматривает заявление установленного образца и перечень прилагаемых документов:
- копию учредительного документа (заверенную в установленном порядке) для юридического лица;
  - документы, подтверждающие полномочия лица (лиц), представляющего собственника;
  - абзацы четвертый – пятый отменены. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - наличие заключения экспертизы промышленной безопасности и ее утверждение органами Ростехнадзора (при идентификации тепловых энергоустановок и тепловых сетей как опасного производственного объекта);
  - абзацы седьмой – восьмой отменены. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;
  - разрешение на применение технических устройств (оборудование тепловых энергоустановок, тепловых пунктов и тепловых сетей, участок тепловой сети, системы, приборы и средства противоаварийной защиты, сигнализации и контроля, используемые при эксплуатации указанного оборудования) при наличии идентифицирующих признаков опасности;
  - документы по регистрации тепловой сети в органах Ростехнадзора или в организации – владельце сети;
  - паспорта трубопроводов и тепловых энергоустановок;
  - сертификаты на трубопроводы, арматуру и тепловые энергоустановки (согласно утвержденному перечню продукции, подлежащей обязательной сертификации);
  - технические условия на присоединение тепловых энергоустановок;
  - справку о выполнении технических условий;
  - акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон;
  - акт приема рабочей комиссией или приемо-сдаточный акт между строительной (монтажной) организацией и заказчиком;
  - технические отчеты о проведенных испытаниях (измерениях), включая отчет о тепловых испытаниях отопительных систем с определением теплозащитных свойств ограждающих конструкций и теплоаккумулирую-

щей способности зданий;

- документы по техническому освидетельствованию;
- разрешение на допуск в эксплуатацию электрических установок (для тепловых пунктов, арматуры с электроприводом, камер и проходных каналов с системами освещения и вентиляции);
- акт комплексного опробования тепловых энергоустановок;

абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;

- распорядительные документы по организации безопасной эксплуатации тепловых энергоустановок;
- выписку из журнала проверки знаний или копии протоколов проверки знаний лиц, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок, и их заместителей, теплоэнергетического персонала;

абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182;

- исполнительные схемы трубопроводов и запорной арматуры;
- должностные инструкции, инструкции по охране труда и технике безопасности;
- комплект действующих инструкций по эксплуатации;
- утвержденную программу прогрева и пуска в эксплуатацию тепловой энергоустановки, тепловой сети;
- перечень имеющихся в наличии защитных средств, средств пожаротушения и оказания медицинской помощи;

абзац отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182.

8. Отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182.

9. При выявлении недостаточности представленных документов и (или) несоответствия их содержания установленным требованиям документы возвращаются заявителю с письменным обоснованием, в котором перечисляются конкретные причины возврата. В этом случае осмотр энергоустановки не проводится.

10. При отсутствии замечаний к представленным документам должностное лицо Службы по обращению заявителя, оформляемому в соответствии с приложениями № 1, 2, 3, согласовывает с ним дату осмотра энергоустановки.

11. Срок рассмотрения документов и осмотра энергоустановки не должен превышать тридцати календарных дней со дня регистрации заявления. По результатам осмотра энергоустановки оформляется акт в соответствии с приложениями № 4, 5, 6.

12. Отменен. – Приказ Минприроды РФ от 20.08.2008 № 182.

13. После устранения выявленных нарушений должностное лицо Службы повторно рассматривает представленную документацию и осматривает энергоустановку.

14. В случае отсутствия замечаний должностное лицо Службы, проводившее осмотр энергоустановки, оформляет акт осмотра энергоустановки и выдает разрешение на допуск ее в эксплуатацию (в соответствии с приложением № 7).

Указанное разрешение подписывается должностным лицом Службы, проводившим осмотр энергоустановки, и утверждается его руководителем или по его распоряжению другим должностным лицом.

15. Акт осмотра и разрешение на допуск в эксплуатацию энергоустановки (далее – разрешение на допуск) оформляются в двух экземплярах каждый, один из которых передается заявителю, второй хранится в Службе.

16. Если в течение трех месяцев энергоустановка не будет технологически присоединена к сетям, ее допуск в эксплуатацию осуществляется повторно.

17. Для проведения пусконаладочных работ, если это предусмотрено проектом, выдается разрешение на допуск на период пусконаладочных работ. Срок действия такого разрешения устанавливается руководителем территориального органа Службы или в соответствии с его распоряжением должностными лицами этого органа, исходя из режима и графика проведения пусконаладочных работ на энергоустановке.

18. Оформление разрешения на допуск в эксплуатацию энергоустановки для аварийно-восстановительных работ, ликвидации аварийных режимов в работе системы энергоснабжения не требуется. Факт присоединения носит уведомительный характер.

19. Заявление, акт осмотра энергоустановки, разрешение на допуск подлежат регистрации и хранению в Службе.

Порядок регистрации и хранения указанных документов устанавливает руководитель территориального органа Службы.

**ПРОДОЛЖЕНИЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ**

## ПРАВИЛА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ «ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК»

В Редакцию журнала предоставляются:

**1. Авторский оригинал статьи (на русском языке)** – в распечатанном виде (с датой и подписью автора) и в электронной форме (первый отдельный файл на CD-диске / по электронной почте), содержащей текст в формате Word (версия 1997–2003).

**2.** Весь текст набирается шрифтом Times New Roman Cyr, кеглем 12 pt, с полуторным междустрочным интервалом. Отступы в начале абзаца – 0,7 см, абзацы четко обозначены. Поля (в см): слева и сверху – 2, справа и снизу – 1,5. Нумерация – «от центра» с первой страницы. Объем статьи – не более 15–16 тыс. знаков с пробелами (с учетом аннотаций, ключевых слов, примечаний, списков источников).

Структура текста:

- **Сведения об авторе / авторах:** имя, отчество, фамилия, должность, место работы, ученое звание, ученая степень, домашний адрес (с индексом), контактные телефоны (раб., дом.), адрес электронной почты – размещаются перед названием статьи в указанной выше последовательности (с выравниванием по правому краю).

- **Название статьи.**

- **Аннотация** статьи (3–10 строк) об актуальности и новизне темы, главных содержательных аспектах, размещается после названия статьи (курсивом).

- **Ключевые слова** по содержанию статьи (8–10 слов) размещаются после аннотации.

- **Основной текст статьи** желательна разбить на подразделы (с подзаголовками).

Инициалы в тексте набираются через неразрывный пробел с фамилией (одновременное нажатие клавиш «Ctrl» + «Shift» + «пробел». Между инициалами пробелов нет).

Сокращения типа **т. е.**, **т. к.** и подобные набираются через неразрывный пробел.

В тексте используются кавычки «...», если встречаются внутренние и внешние кавычки, то внешними выступают «елочки», внутренними «лапки» – «...“...”».

В тексте используется длинное тире (–), получаемое путем одновременного нажатия клавиш «Ctrl» + «Alt» + «-», а также дефис (-).

Таблицы, схемы, рисунки и формулы в тексте должны нумероваться; схемы и таблицы должны иметь заголовки, размещенные над схемой или полем таблицы, а каждый рисунок – подрисуючную подпись.

- **Список использованной литературы / использованных источников** (если в список включены электронные ресурсы) оформляется в соответствии с принятыми стандартами, выносится в конец статьи. Источники даются в алфавитном порядке (русский, другие языки). Отсылки к списку в основном тексте даются в квадратных скобках [номер источника в списке, страница].

- **Примечания** нумеруются арабскими цифрами (с использованием кнопки меню текстового редактора «**надстрочный знак**» – x<sup>2</sup>). При оформлении библиографических источников, примечаний и ссылок автоматические сноски текстового редактора не используются. Сноска дается в подстрочнике на одной странице в случае указания на продолжение статьи и/или на источник публикации.

- **Подрисуючные подписи** оформляются по схеме: название/номер файла иллюстрации – пояснения к ней (что/кто изображен, где; для изображений обложек книг и их содержимого – библиографическое описание; и т. п.). Номера файлов в списке должны соответствовать названиям/номерам предоставляемых фотоматериалов.

**3. Материалы на английском языке** – информация об авторе/авторах, название статьи, аннотация, ключевые слова – в распечатанном виде и в электронной форме (второй отдельный файл на CD / по электронной почте), содержащей текст в формате Word (версия 1997–2003).

**4. Иллюстративные материалы** – в электронной форме (фотография автора обязательна, иллюстрации) – отдельными файлами в форматах TIFF/JPG разрешением не менее 300 dpi.

Не допускается предоставление иллюстраций, импортированных в Word, а также их ксерокопий.

Ко всем изображениям автором предоставляются подрисуючные подписи (включаются в файл с авторским текстом).

**5. Заполненный в электронной форме Договор авторского заказа** (высылается дополнительно).

**6. Рекомендательное письмо научного руководителя** – обязательно для публикации статей аспирантов и соискателей.

Авторы статей несут ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.

Редакция не всегда разделяет мнения авторов и не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных.

Редакция журнала не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

Редакция вправе изъять уже опубликованную статью, если выяснится, что в процессе публикации статьи были нарушены чьи-либо права или общепринятые нормы научной этики.

О факте изъятия статьи редакция сообщает автору, который представил статью, рецензенту и организации, где работа выполнялась.

**Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.**

**Статьи и предоставленные CD-диски, другие материалы не возвращаются.**

**Статьи, оформленные без учета вышеизложенных Правил, к публикации не принимаются.**

*Правила составлены с учетом требований, изложенных в Информационном письме Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ от 14.10.2008 № 45.1–132 (<http://vak.ed.gov.ru/ru/list/inflatter-14-10-2008/>).*

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге  
Агентства «Роспечать»

ф. СП-1

**АБОНЕМЕНТ** на ~~печать~~ журнал **82717**  
(индекс издания)

**Главный энергетик**  
(наименование издания) Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Куда** (почтовый индекс) (адрес)

**Кому** (фамилия, инициалы)

**ДОСТАВочная КАРточка**

**Главный энергетик**  
(наименование издания)

**82717**  
(индекс издания)

Стоимость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов
	передросовки	руб.	коп.	

на 20 10 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Куда** (почтовый индекс) (адрес)

**Кому** (фамилия, инициалы)

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге  
«Почта России»

ф. СП-1

**АБОНЕМЕНТ** на ~~печать~~ журнал **16579**  
(индекс издания)

**Главный энергетик**  
(наименование издания) Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Куда** (почтовый индекс) (адрес)

**Кому** (фамилия, инициалы)

**ДОСТАВочная КАРточка**

**Главный энергетик**  
(наименование издания)

**16579**  
(индекс издания)

Стоимость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов
	передросовки	руб.	коп.	

на 20 10 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Куда** (почтовый индекс) (адрес)

**Кому** (фамилия, инициалы)

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ  
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передрессовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск  
календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией  
об оплате стоимости подписки (передрессовки).

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ  
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передрессовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск  
календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией  
об оплате стоимости подписки (передрессовки).

Для оформления подписки на газету или журнал,  
а также для передрессовки издания бланк абонемента  
с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами,  
разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями,  
изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при передрессовании  
издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится  
работниками предприятий связи и подписных агентств.

Для оформления подписки на газету или журнал,  
а также для передрессовки издания бланк абонемента  
с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами,  
разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями,  
изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при передрессовании  
издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится  
работниками предприятий связи и подписных агентств.

# Главный энергетик

полугодие  
2010

## Выгодное предложение!

Подписка на 1-е полугодие по льготной цене – 3072 руб. (подписка по каталогам – 3840 руб.)

Оплатив этот счет, **вы сэкономите на подписке около 20%** ваших средств.

Почтовый адрес: 125040, Москва, а/я 1

По всем вопросам, связанным с подпиской, обращайтесь по тел.:

(495) 749-2164, 211-5418, 749-5483, тел./факс (495) 250-7524 или по e-mail: [podpiska@panor.ru](mailto:podpiska@panor.ru)

ПОЛУЧАТЕЛЬ:

**ООО Издательство «Профессиональная Литература»**

ИНН 7718766370	КПП 771801001	р/сч. № 40702810438180001886	Вернадское ОСБ №7970, г. Москва
----------------	---------------	------------------------------	---------------------------------

БАНК ПОЛУЧАТЕЛЯ:

БИК 044525225	к/сч. № 30101810400000000225	Сбербанк России ОАО, г. Москва
---------------	------------------------------	--------------------------------

**СЧЕТ № 1ЖК2010 от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009**

Покупатель:

Расчетный счет №:

Адрес:

№№ п/п	Предмет счета (наименование издания)	Кол-во экз.	Цена за 1 экз.	Сумма	НДС 0%	Всего
1	Главный энергетик (подписка на I полугодие 2010 г.)	6	512	3072	Не обл.	3072
2						
3						
ИТОГО:						
ВСЕГО К ОПЛАТЕ:						

Генеральный директор



*Москаленко*

К.А. Москаленко

Главный бухгалтер

*Москаленко*

Л.В. Москаленко

М.П.  
ВНИМАНИЮ БУХГАЛТЕРИИ!

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ (С ИНДЕКСОМ) И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

НДС НЕ ВЗИМАЕТСЯ (УПРОЩЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ).

ОПЛАТА ДОСТАВКИ ЖУРНАЛОВ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ. 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.

ДАННЫЙ СЧЕТ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВАНИЕМ ДЛЯ ОПЛАТЫ ПОДПИСКИ НА ИЗДАНИЯ ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ И ЗАПОЛНЯЕТСЯ ПОДПИСЧИКОМ. СЧЕТ НЕ ОТПРАВЛЯТЬ В АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА.

ОПЛАТА ДАННОГО СЧЕТА-ОФЕРТЫ (СТ. 432 ГК РФ) СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ЗАКЛЮЧЕНИИ СДЕЛКИ КУПИ-ПРОДАЖИ В ПИСЬМЕННОЙ ФОРМЕ (П. 3 СТ. 434 И П. 3 СТ. 438 ГК РФ).

## ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЕЖНОГО ПОРУЧЕНИЯ

Поступ. в банк плат.	Списано со сч. плат.		
<b>ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №</b>		[ ]	
	Дата	Вид платежа	
Сумма прописью			
ИНН	КПП	Сумма	
Плательщик		Сч.№	
		БИК	
Банк Плательщика Сбербанк России ОАО, г. Москва		Сч.№	
		БИК	044525225
Банк Получателя ИНН 7718766370      КПП 771801001		Сч.№	30101810400000000225
		Сч.№	40702810438180001886
Получатель ООО Издательство «Профессиональная Литература» Вернадское ОСБ 7970 г. Москва		Вид оп.	Срок плат.
		Наз.пл.	Очер. плат.
		Код	Рез. поле
Оплата за подписку на журнал <b>Главный энергетик</b> (___ экз.) на <b>6</b> месяцев, без налога НДС (0%). ФИО получателя _____ Адрес доставки: индекс _____, город _____, ул. _____, дом _____, корп. _____, офис _____ телефон _____, e-mail: _____			
Назначение платежа			
Подписи		Отметки банка	
М.П.	_____		
	_____		



При оплате данного счета в платежном поручении в графе «**Назначение платежа**» обязательно укажите:

- 1 **Название издания и номер данного счета**
- 2 **Точный адрес доставки (с индексом)**
- 3 **ФИО получателя**
- 4 **Телефон (с кодом города)**

По всем вопросам, связанным с подпиской, обращайтесь по тел.:

**(495) 922-1768, 211-5418, 749-5483,**  
 тел./факс **(495) 250-7524**  
 или по e-mail: **podpiska@panor.ru**