

ПОДПИСКА



2010

II 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.

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 или по факсу (495) 250-7524, а также позвонив по телефонам: (495) 211-5418, 749-2164, 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

На все вопросы, связанные с подпиской, вам с удовольствием ответят по телефонам (495) 211-5418, 250-7524.

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			Сч. №	40702810438180001886	
ООО Издательство «Профессиональная Литература» Вернадское ОСБ №7970, г. Москва			Вид оп.	01	Срок плат.
Получатель			Наз. пл.		Очер. плат. 6
			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» № 4

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 «Совпромиздат»
www.panor.ru

Почтовый адрес:
125040, Москва, а/я 1 (ИД «Панорама»)

Главный редактор издательства
Шкирмонтов А. П.,
канд. техн. наук
aps@panor.ru
тел. (495) 945-32-28

Главный редактор
Леонов С.А.
glavenergo@mail.ru

Редакционный совет:

Киреева Э. А., канд. техн. наук, проф.
Института повышения квалификации
«Нефтехим», председатель

Жуков В. В., д-р техн. наук, проф.,
чл.-корр. Академии электротехнических
наук РФ, директор Института энергетики

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

Предложения и замечания:
promizdat@panor.ru
тел.: (495) 945-32-28;
922-37-58

Компьютерная верстка
Дьякова О.Е.

Корректор
Маловичко О.В.

Выпускающий редактор
Ветров С.М.

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
e-mail: podpiska@panor.ru

Журнал входит в Перечень ВАК
в редакции от 19.02.2010 г.



Гильдия издателей периодической печати

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

НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ 6

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ 10

Энергосбережение в России: итоги 2009 г. 10

ОБЗОР РЫНКА 13

Российский рынок промышленных датчиков 13

ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО 18

Мониторинг технического состояния воздушных линий –
основной инструмент для определения остаточного
ресурса 18

УДК 621.315

С.М. Давыдкин, филиал ОАО «Инженерный центр ЕЭС» – «Фирма
ОРГРЭС»

*Главная задача обследования воздушных линий (ВЛ) – это оценка техниче-
ского состояния ВЛ в целях определения возможности их дальнейшей
эксплуатации или необходимости их технического перевооружения, рекон-
струкции, модернизации и ремонта. Главная цель – определить состояние
отдельных элементов ВЛ.*

Ключевые слова: воздушные линии, мониторинг, остаточный ресурс, ремонт.

Применение встроенных трансформаторов тока
в современных условиях 27

УДК 621.314

А.Н. Аничкин, А.С. Смирнов, ОАО «Свердловский завод трансформа-
торов тока»

*В связи с обновлением оборудования идет активная замена старых транс-
форматоров тока на новые, отвечающие современным требованиям.
С ростом класса напряжения растет сложность конструкции трансформатора
тока, резко увеличивается расход электротехнической стали, меди и изоля-
ционных материалов. Соответственно, резко возрастает и стоимость обо-
рудования. Существует ли возможность решить эту проблему? Безусловно,
существует. За счет применения встроенных трансформаторов тока (ТВ).*

Ключевые слова: трансформатор тока, замена, магнитопровод.

Анализ новых видов линейной изоляции
для линий 0,4–20 кВ 30

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ 33

Выбор теплотехнических приборов 33

Современные теплообменники 35

ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ 39

Оборудование для подготовки сжатого воздуха 39

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ 42

Балансировка турбогенераторов. Общие правила 42

Диагностика и прогнозирование остаточного ресурса взрывоза-
щищенного электропривода насосно-компрессорного оборудо-
вания нефтехимических производств 49

УДК 621.311

А.В. Самородов, филиал ГОУ «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»

На данный момент существует много методов диагностики электроприводов насосно-компрессорного оборудования, но не все из них можно применять для диагностики взрывозащищенных приводов в связи с опасностью взрыва среды на установке. Предлагается метод диагностики, основанный на спектральном анализе токов и напряжений двигателя электропривода. Применяя этот метод, можно перейти от планово-предупредительного ремонта оборудования к ремонту по фактическому состоянию.

Ключевые слова: электропривод, ресурс, насосно-компрессорное оборудование.

ОБМЕН ОПЫТОМ 52

Совершенствование работы вращающихся печей по обжигу известняка с помощью математического моделирования 52

УДК 621.783.235

В.В. Копцев, А.И. Шкирмонтов, кафедра теплотехнических и энергетических систем Магнитогорского государственного технического университета

Рассмотрена адаптация математической модели вращающейся печи по обжигу известняка. Приведен метод определения среднего времени нахождения материала для совершенствования работы печи.

Ключевые слова: вращающаяся печь, обжиг известняка, математическая модель, движение материала.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ 56

Способ повышения экономической эффективности систем радиационно-конвективного отопления на основе газовых инфракрасных излучателей 56

УДК 535.2.662.983

С.А. Голяк, В.В. Пятачков, МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Рассмотрены вопросы функционирования систем радиационно-конвективного отопления на основе газовых инфракрасных излучателей. Выполнено определение технико-экономической эффективности двух систем. При применении «светлых» газовых инфракрасных излучателей в комбинации с «темными» экономическая эффективность повышается на 40-50%.

Ключевые слова: системы радиационно-конвективного отопления, газовые инфракрасные излучатели.

ЭКОЛОГИЯ 59

Новые тенденции в защите окружающей среды 59

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ 63

Энергия: беречь или искать альтернативу? 63

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ 66

Проблема взрывобезопасности высоковольтного маслонаполненного оборудования и пути ее решения 66

УДК 621.331

Л.А. Дарьям, Ю.А. Дементьев, Д.С. Капустин, А.Е. Филиппов, ОАО «ФСК ЕЭС»

Важнейшими задачами при строительстве и техническом перевооружении подстанций (ПС) являются повышение надежности, автоматизации и снижение эксплуатационных расходов, применение усовершенствованных видов оборудования, в том числе трансформаторов и автотрансформаторов с повышенной надежностью вводов, устройств РПН, необходимой динамической стойкостью и низкими потерями, оснащенных системами мониторинга, а также системами предотвращения взрыва и пожаротушения.

Ключевые слова: подстанция, взрывобезопасность, маслонаполненное оборудование.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 69

Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Правила предоставления статей для публикаций в научно-практическом журнале «Главный энергетик» 74

CONTENT № 4 2010

NEWS IN POWER-ENGINEERING	6
PROBLEMS AND SOLUTIONS	10
Energy saving in Russia: results of the year 2009	10
MARKET OVERVIEW	13
Russian market of industrial sensors	13
ELECTRICAL FACILITIES	18
Monitoring of the technical state of overhead lines – the basic instrument for determination of remaining lifetime	18
УДК 621.315	
S.M. Davydkin, branch of JSC Engineering center UES – firm ORGRES	
<i>The main task of inspection of overhead lines is an estimation of the technical state of lines for the purpose of determination of the possibility of their further exploitation or necessity of their technical re-equipping, reconstruction, modernization and repair. The main goal is to determine the state of separate elements of overhead line.</i>	
Key words: overhead lines, monitoring, remaining lifetime, repair.	
Application of build-in current transformers under modern conditions	27
УДК 621.314	
A.N. Anichkin, A. S. Smirnov, JSC «Sverdlovsky plant of current transformers»	
<i>In connection with equipment's updating there is an active replacement of old current transformers on new ones which comply with modern requirements. With the increase of voltage class increases the complexity of transformer's construction, dramatically increases the expenditure of electrotechnical steel, copper and insulating materials. Consequently dramatically increases the cost of equipment. Is there a possibility to solve this problem? Undoubtedly there is, due to application of build-in current transformers.</i>	
Key words: current transformer, replacement, magnetic conductor.	
Analysis of new types of line insulation for 0,4–20 kV lines	30
HEAT SUPPLY	33
Selection of heat engineering devices	33
Modern heat exchangers	35
AIR SUPPLY AND TECHNICAL GASES	39
Equipment for pressed air preparation	39
DIAGNOSTICS AND TESTING	42
Balancing of turbo generators. General rules	42
Diagnostics and forecasting of remaining lifetime of explosion-proof electric drive of pump and compressor equipment at oil and gas manufacture	49
УДК 621.311	
A.V. Samorodov, branch of State Educational Institution of Higher Professional Education «Ufa State Petroleum Technological University»	
<i>At the present moment there are a lot of methods of diagnostics of electric drives of pump and compressor equipment but not all of them can be applied for diagnostics of explosion-proof drives because of the risk of explosion at site. An article suggests the method of diagnostics based on spectral analysis of current and voltage of the motor of electric drive. Applying this method you can change from scheduled preventive repair of equipment to repair on actual state.</i>	
Key words: electric drive, lifetime, pump and compressor equipment.	
SHARING EXPERIENCE	52
Improvement of operation of rotary furnaces for limestone calcining with the help of mathematical modeling	52

GLAVNYY ENERGETIK (THE CHIEF POWER ENGINEER)

УДК 621.783.235

V.V. Kopev, A.I. Shkirmontov, department of heat engineering and power systems of Magnitogorsky State Technical University

An article considers adaptation of mathematical model of rotary furnace for limestone calcining. It states the method of determination of average time of material residence for improvement of furnace's operation.

Key words: rotary furnace, limestone calcining, mathematical model, material flow.

ECONOMICS AND MANAGEMENT 56

The way of improvement of economical efficiency of the systems of radiative-convective heating based on gas radiant heaters 56

УДК 535.2.662.983

S.A. Golyak, V.V. Pyatohkov, Magnitogorsky State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk

An article considers questions of operation of the systems of radiative-convective heating based on gas radiant heaters. Determination of technical-and-economic efficiency of two systems was made. During application of light gas radiant heaters in combination with dark ones economical efficiency increases on 40–50%.

Key words: systems of radiative-convective heating, gas radiant heaters.

ECOLOGY 59

New tendencies in environment protection 59

ENERGY SAVING 63

Energy: saving or searching for alternative? 63

SAFETY PROCEDURE 66

Problem of explosion safety of high voltage oil-filled equipment and ways of its solution 66

УДК 621.331

L.A. Dar'yam, Yu.A. Dement'ev, D. S. Kapustin, A.E. Filippov, JSC «FGC UES»

The most important tasks during building and technical re-equipage of substations are improvement of reliability, automation and reduction of exploitation costs, application of advanced types of equipment including transformers and autotransformers with increased reliability of inputs, on-load tape changers, necessary dynamic resistance and low losses equipped with monitoring systems and systems of explosion prevention and fire-extinguishing systems.

Key words: substations, explosion safety, oil-filled equipment.

REGULATORY DOCUMENTS 69

Federal law «Concerning energy saving and increase of energy efficiency and alterations in several legislative acts of the russian federation»

Rules of submission of the articles for publication in research-to-practice magazine «The chief power-engineer» 74



ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПО ЗАКОНУ

Недавно на здании областного Института энергосбережения была размещена энергетическая этикетка – первая на Урале среди общественных зданий. Торжественно открыли ее известный на Урале ученый-строитель Юрий Карнет и ученый-энергетик Н. Данилов.

Свердловская область традиционно в авангарде активности по энергосбережению. Институт энергосбережения выступил с инициативой и провел акцию, разместив на своем фасаде собственную энергетическую этикетку. Она стала результатом проведенной специалистами ИНЭС научно-исследовательской работы, включившей в себя энергоаудит, математическое моделирование энергетических потоков, санацию здания, автоматизацию работы инженерных систем. Работа проводилась в сотрудничестве с Немецким энергетическим агентством DENA, таким образом, был учтен передовой зарубежный опыт. Все это позволило перевести здание Института из класса «С» (нормальный уровень) в В-класс (высокий уровень) энергоэффективности.

Указатель класса энергетической эффективности здания, или иначе – «энергетическая этикетка» – наглядно показывает соответствие здания тому или иному качеству энергетической эффективности. Это комплексная оценка всех инженерных систем здания.

Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффектив-

ности» обязывает застройщика размещать на фасаде вводимого в эксплуатацию нового и реконструируемого здания его энергетическую этикетку. До 1 мая 2010 г. на федеральном уровне будут разработаны правила определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов.

Смысл энергетической этикетки – во внедрении в повсеместную практику регулярных энергоаудитов зданий, составлении их энергетических паспортов, разработке мероприятий по повышению энергоэффективности. Грядущее повсеместное внедрение энергоэтикетки позволит потребителям – жильцам, арендаторам – судить о качестве помещений и в конечном итоге – о стоимости их эксплуатации.

В рамках реализации федерального и областного законов сегодня состоялся семинар по тепловизионной диагностике зданий. Директор ИНЭС, проф. Н. Данилов во вступительном слове подчеркнул переломный характер текущего момента в работе по росту энергоэффективности экономики и ЖКХ. Специалисты ИНЭС рассказали о применяющихся методах тепловизионных обследований: канд. техн. наук Е. Герасимова – об истории тепловизионных обследований, их развитии и современном применении, а А. Пирогов – об оценке энергоэффективности зданий и возможностях ее повышения. Кстати, метод тепловизионных обследований изначально являлся военной технологией.

После знакомства с приборной базой будущие инженеры, энергетики, строители, проектировщики переместились на площадку крупнейшей в Европе стройки жилого квар-

тала – района «Академический». Там специалисты ИНЭС совместно со строителями «Академического» провели мастер-класс по пользованию тепловизором. Объектом тепловизионной съемки стал один из жилых домов района.

Тепловизионное обследование – часть энергетического аудита здания. На первом этапе оно позволяет получить визуальный образ (картинку) собственного теплового излучения здания. Далее термограмма как цифровое изображение переводится в массив данных, на основе которых специалистами выполняются комплексные расчеты.

Качественное энергетическое обследование здания предусматривает несколько этапов – сбор информации, проведение внутренних и наружных замеров, анализ проектной документации, анализ строительных материалов, расчеты.

Застройщик района «Академический» – компания «РЕНОВА СтройГруп – Академическое» уделяет серьезное внимание повышению энергоэффективности строящегося жилья. В рамках соглашения о сотрудничестве в этом принимают участие специалисты Института энергосбережения.

С 2009 г. тепловизионное обследование вводимых в эксплуатацию зданий в России обязательно. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» предусматривает ежегодное обновление энергопаспорта здания и мероприятия по повышению его энергетической эффективности. Для этого соответствующие обследования необходимо предусмотреть

в смете расходов на очередной год.

Министерство энергетики и ЖКХ Свердловской области

ЭНЕРГОАУДИТОРОВ БУДУТ ГОТОВИТЬ В КОРПОРАТИВНОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

26–27 января 2010 г. на базе Корпоративного энергетического университета (КЭУ) при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации состоялся первый семинар из цикла профессиональной подготовки энергоаудиторов и энергоменеджеров «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: проблемы, задачи, технологии».

Семинар был посвящен рассмотрению следующих актуальных вопросов: положениям нового Закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ»; энергоаудиту, организационным и правовым вопросам, энергетическим паспортам; разработке программ энергосбережения, подходам к формированию и реализации муниципальных проектов; принципам финансирования муниципальных проектов; международному и отечественному опыту реализации программ энергоресурсосбережения.

В Москве и региональных центрах Корпоративного энергетического университета по системе видеоконференцсвязи в совокупности принимали участие в семинаре более 250 слушателей из энергетических, энергосбытовых и энергоауди-

торских компаний, организаций ЖКХ, руководителей региональных органов власти и муниципальных образований. Семинар открыл директор Департамента государственной энергетической политики и энергоэффективности Министерства энергетики РФ С.А. Михайлов. Он, в частности, сказал: «Корпоративный энергетический университет – единственное образовательное учреждение, с которым у Минэнерго подписано соглашение о взаимодействии. Этим мероприятием КЭУ открывает серию семинаров по энергоэффективности и энергосбережению. И, опираясь на региональные центры Корпоративного энергетического университета, мы думаем вовлечь в процесс подготовки кадров по этому направлению как можно большее количество участников по всей России. В этой связи Минэнерго России проводит активную работу с Министерством образования и науки и Минрегионразвития, а также с организациями, специализирующимися в этой области. Корпоративный энергетический университет будет во главе этого процесса».

Выбор Корпоративного энергетического университета в качестве центра, ответственного за обучение энергоаудиторов, не случаен. КЭУ прошел сертификацию в Системе добровольной сертификации организаций в области рационального использования и сбережения энергоресурсов (РИЭР) и внесен в реестр уполномоченных учебно-методических центров Системы РИЭР, реализующих программы профессиональной переподготовки специалистов.

Сейчас в России порядка 300 энергоаудиторских компа-

ний (из них только 133 зарегистрированы в Ассоциации рационального использования энергоресурсов). В рамках реализации закона их понадобится гораздо больше. К сфере деятельности энергоаудиторов будут отнесены не только энергообследования промышленных предприятий, организаций в муниципальных образованиях, но и участие в разработке и реализации муниципальных, городских, региональных программ по энергосбережению. На основании обследований зданий, сооружений и промышленных предприятий энергоаудиторы составляют отчеты, выносят экспертное заключение об энергоэффективности; рекомендации по внедрению технологий энергосбережения и по проведению мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности. На качественную и своевременную подготовку специалистов-энергоаудиторов и будут направлены в ближайшее время усилия Корпоративного энергетического университета и его региональных учебных центров.

Корпоративный энергетический университет учрежден в 2003 г. ОАО РАО «ЕЭС России» и МЭИ (ТУ). Деятельность университета ориентирована на обеспечение организации обучения персонала по заказам предприятий электроэнергетического комплекса и смежных отраслей, включая программы повышения квалификации и программы профессиональной переподготовки.

Университет имеет в своем составе 10 региональных центров, расположенных на всей территории РФ.

КЭУ обладает лицензией на право ведения образовательной деятельности и свидетель-

ством о государственной аккредитации № НАМЦ-0561.

ЭнергоСовет

НА ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» ПРОШЕЛ ИСПЫТАНИЯ ПЕРВЫЙ В РОССИИ ТРАНСФОРМАТОР СВЕРХВЫСОКОГО КЛАССА НАПЯЖЕНИЯ

В конце января 2010 г. на Производственном комплексе Холдинговой компании «ЭЛЕКТРОЗАВОД» в Москве успешно завершены испытания первого из трех трансформаторов на напряжение 750 кВ, мощностью 417 000 кВА, предназначенных для нового энергоблока Калининской АЭС. Полная масса трансформатора – 317 т. Отгрузка энергетического гиганта намечена на февраль 2010 г. Еще два аналогичных трансформатора отправятся на Калининскую АЭС в апреле этого года.

Разработка и изготовление данного вида оборудования знаменует покорение нового рубежа российским трансформаторостроением – освоение производства отечественных мощных силовых трансформаторов на сверхвысокое напряжение 750 кВ.

Достижение является результатом высокого профессионализма коллектива ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» и последовательно проводимой в последние годы компанией целенаправленной политики радикальной реконструкции и технического перевооружения всего производства.

По техническим параметрам, надежности, удобству

монтажа и эксплуатации трансформатор находится на современном мировом уровне, отличительной особенностью является его полная взаимозаменяемость с аналогичным оборудованием, установленным на объектах Концерна «Росэнергоатом», что значительно позволяет сократить расходы и время по монтажу энергетического оборудования.

В 2008 г. для Концерна «Росэнергоатом» ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» был изготовлен самый мощный из ранее выпускаемых в России трансформаторов – ТЦ-630000/330 мощностью 630 МВА на напряжение 330 кВ.

Благодаря новым инновационным разработкам и своевременному выполнению своих обязательств перед заказчиками в 2009 г. крупнейший российский производитель электротехнического оборудования ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» был признан лучшим поставщиком для атомной отрасли среди отечественных и зарубежных энергомашиностроительных предприятий.

ОАО «Электрозавод»

ПЕТРОЗАВОДСК ИНВЕСТИРУЕТ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

С 2008 г. ОАО «ТГК-1» реализует программу по развитию системы теплоснабжения города на период до 2015 г. с общей суммой инвестиций более 1500 млн руб. По мнению руководства компании, ее реализация позволит практически полностью решить вопрос теплоснабжения округа. Одним из

первых объектов программы стала повысительная насосная станция № 3 (ПНС-3), введенная в эксплуатацию в начале отопительного сезона 2009–2010 гг. Стоимость сооружения – более 120 млн руб.

«Станция улучшила гидравлический режим и обеспечила повышение давления в магистральной тепловой сети «Древлянка», снабжающей теплом несколько районов Петрозаводска», – прокомментировал Василий Карпов, начальник теплотехнической службы филиала Карельский ОАО «ТГК-1». Это дало возможность увеличить надежность и оптимизировать распределение тепловой энергии, что позволило подключить новые объекты.

На станции установлены три вертикальных насоса GRUNDFOS серии TP 400 с частотными преобразователями, мощность каждого из которых 500 кВт. «Выбор такого типа оборудования помог сэкономить площадь застройки. Кроме того, эти насосы работают в автоматическом режиме. Система контроля за работой оборудования ПНС-3 производит передачу данных о параметрах насосов и режима тепловой сети на пульт управления начальника смены станции ТЭЦ, все это сокращает затраты на обслуживание ПНС-3», – продолжил В. Карпов.

По подсчетам специалистов, установка современного оборудования поможет снизить энергопотребление на 20–30%, экономя тем самым и бюджетные средства, и деньги горожан.

Компания GRUNDFOS



Вторая Всероссийская конференция РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2010

г. Москва, 8-9 июня 2010 г., ГК ИЗМАЙЛОВО

www.intecheco.ru

Иновационные технологии для реконструкции и модернизации энергетики:

- обновление инфраструктуры, модернизация технологического оборудования ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС;
- повышение ресурса, эффективности и экономичности энергетического оборудования;
- реконструкция котлов и паротурбинного оборудования;
- ИТ и АСУТП энергетики;
- современные расходомеры, газоанализаторы и пылемеры;
- эффективное вспомогательное оборудование;
- насосы, компрессоры и др.

Экологический инжиниринг. Газоочистка и водоочистка, переработка отходов:

- экология энергетики;
- комплексная реконструкция установок газоочистки;
- пылеулавливание - современные российские и зарубежные электрофильтры;
- системы вентиляции;
- технологии очистки газов от диоксида серы и окислов азота;
- технологии водоподготовки;
- современные градирни;
- решения для водоочистки;
- утилизация золошлаковых отходов энергетики.

Вопросы промышленной безопасности. Антикоррозионная защита:

- ◆ обследования и экспертиза промышленной безопасности;
- ◆ системы неразрушающего контроля ТЭС;
- ◆ технологии и материалы антикоррозионной защиты;
- ◆ лучшие образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии;
- ◆ усиление и восстановление зданий и оборудования;
- ◆ апробированные решения для повышения безопасности эксплуатации оборудования энергетики;
- ◆ системы предупреждения пожаров и пожаротушения.

www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru



Н.А. Еншина,
пресс-служба Danfoss

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РОССИИ: ИТОГИ 2009 Г.

Прошедший год не был для России простым. Мы в полной мере ощутили последствия финансового кризиса. Уменьшение объема ВВП, падение производства, резкое – ниже уровня 2006–2007 гг. – снижение цен на нефть, рекордный за последние 5 лет рост безработицы – вот лишь некоторые итоги минувшего года. Тем не менее наметились и некоторые положительные сдвиги. Например, впервые за долгие годы Россия сделала первые конкретные шаги на пути к энергоэффективной экономике. Возможно, они пока что заметны только взгляду «изнутри», однако уже достаточно значительны, чтобы можно было говорить о тенденции.

Время перемен

Прежде всего следует отметить такое поистине эпохальное для нашей страны событие, как принятие Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении...». За последние несколько лет его проект выдержал не одну редакцию, а бурные дебаты вокруг отдельных положений этого документа приобрели общенациональный масштаб, выплеснувшись за пределы профессионального сообщества и близких

к законодательным кругов. Еще в начале 2009 г. многие вообще не верили в то, что необходимый стране закон будет все-таки принят в ближайшем обозримом будущем. Однако 27 ноября он наконец-то вступил в законную силу.

Другое, бесспорно, значимое событие – недавнее заявление В. Путина о необходимости продления федеральной программы капремонта еще на один год – до 1 января 2013 г. Сегодня уже ни для кого не секрет, что российская коммунальная отрасль имеет чудовищно низкий уровень энергоэффективности. Потери энергии, особенно тепла, составляют подчас более 2/3 от общего уровня потребления, что в 10 раз превосходит среднеевропейские показатели. И это при том, что по своей энергоемкости ЖКХ стоит на первом месте в стране, поглощая не менее половины всей мощности российской энергосистемы. Поэтому форсированная модернизация российского жилого фонда вкупе со всеобщим обязательным переходом к учету потребляемых энергоресурсов (в том числе и тепла) является сейчас одним из основных приоритетов времени.

Нельзя не отметить, что важность энергосбережения хорошо понимают сегодня не только в федеральном центре, но и на местах. Об этом

свидетельствуют программные мероприятия в поддержку энергосбережения и реформирования ЖКХ, проведенные администрациями ряда регионов.

Так, несколько раз в течение минувшего года собирала свою аудиторию российско-датская конференция «Энергосбережение и энергоэффективность – концепция централизованного теплоснабжения», организованная при поддержке Датского совета по централизованному теплоснабжению (DBDH) и посольства Дании в России. В апреле 2009 г. участников форума принимали Ярославль и Нижний Новгород, в сентябре – Самара, а в ноябре – Челябинск и Оренбург.

А совсем недавно, в конце ноября, в Красноярске состоялось еще одно масштабное мероприятие – X Всероссийская научно-практическая конференция «Энергоэффективность систем жизнеобеспечения города». Ее участники обсудили насущные проблемы и основные направления развития коммунальной инфраструктуры крупных городов в условиях меняющейся экономической реальности. «Уже давно стало очевидно, что курс на энергосбережение – определяющий вектор развития экономики XXI века, – говорит Павел Журавлев, заместитель генерального директора компании «Данфосс» (ведущего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления и теплоснабжения зданий) по взаимодействию с органами государственной власти и управления и член экспертного совета по ЖКХ при Комитете по строительству Государственной думы. – Борьба за снижение энергопотерь ведется сегодня во всех отраслях промышленности – от производства микропроцессоров до тяжелого машиностроения. Поэтому другого пути у нас просто нет: либо движение вперед, либо остановка. Выбор нужно сделать сейчас».

Регионы задают тон

Нужно сказать, что многие свой выбор уже сделали: российские города один за другим оптимизируют энергопотребление. Одним из примеров может служить г. Заречный Свердловской области. Федеральная программа капремонта пришла сюда в 2009 г. Жилой фонд этого муниципального образования насчитывает порядка 200 многоквартирных домов, подключенных к системе центрального теплоснабжения. Несмотря на то что город расположен не в южных широтах и зимой температура здесь частенько опускается ниже -30°C , одной из глав-

ных проблем для его жителей в последние годы были систематические «перетопы».

«Температурный режим в городской теплосети часто бывает нестабилен. В результате в системы теплоснабжения зданий поступает перегретая вода. Да и на улице не всегда мороз, – объясняет директор обслуживающей городское жилье управляющей компании ООО «ДЕЗ» Сергей Сколобанов. – Поэтому в домах жарко. Но единственное средство «регулирования» температуры воздуха, которым располагают жильцы, – это форточки. Что касается ГВС, то здесь чрезмерное повышение температуры может быть даже опасно для потребителя. В итоге получается, что люди платят за лишние гигакалории, которые не дают ничего, кроме дискомфорта. Какое уж тут энергосбережение!».

Исправить ситуацию помогла программа капитального ремонта. Чтобы нормализовать режим работы домовых отопительных систем, было решено оснастить их средствами тепловой автоматики. Примечательно, что сделать это собственникам порекомендовали специалисты УК.

В 2009 г. в шестидесяти жилых домах Заречного были установлены узлы регулирования на основе оборудования компании Danfoss, позволяющие управлять температурой теплоносителя на вводе в здание в соответствии с изменениями погодных условий. Теперь климат в домах всегда комфортный, а форточки жильцам нужно открывать только для проветривания. Кроме того, автоматика поддерживает на заданном уровне температуру воды в системе ГВС.

Логическим завершением преобразований стал перевод отремонтированных домов на приборный учет тепла. «В результате мы не только решили проблему «перетопов», но и получили 20%-ную экономию на платежах за отопление, – говорит Сергей Сколобанов. – В следующем году мы планируем подать новую заявку в Фонд содействия реформированию ЖКХ и провести реконструкцию еще в 70 зданиях». Интересно, что контроль за работой всех узлов регулирования будет осуществляться централизованно, из единого диспетчерского пункта.

Имеют подобный опыт и другие регионы. Так, руководством теплоснабжающей организации города Гатчина (Ленинградская область) недавно была предложена городской администрации программа оснащения зданий муниципального жилого фонда автоматизированными индивидуальными тепловыми пунктами. «Мы произвели расчеты и пришли к выводу, что

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

тепло, отпускаемое сегодня потребителям, используется неэффективно, особенно в межсезонье, – рассказывает главный инженер теплосети Владимир Шарабакин. – Причем настолько, что «форточные» потери превышают существующую потребность в увеличении пропускной способности теплотрасс. Так какой же смысл увеличивать диаметр трубопроводов, чтобы отапливать улицу?»

Тем временем в соседней с Гатчиной Луге подобная программа уже реализована. Здесь по инициативе городской администрации в 119 жилых зданиях, в том числе по 114 адресам, взамен элеваторных узлов были установлены тепловые пункты Danfoss. На сегодняшний день уже близятся к завершению пусконаладочные работы.

Нельзя обойти вниманием и программу «Энергоэффективный квартал», которая уже

была реализована или готовится к реализации сразу в целом ряде российских городов, в том числе в Челябинске, Великом Новгороде, Екатеринбурге, Владивостоке, Краснодаре, Тюмени, Казани, Мурманске и Апатитах. Этот проект предусматривает проведение комплексной реконструкции жилых и общественных зданий, а также объектов коммунальной инфраструктуры и инженерных сетей на территории одного из городских микрорайонов.

Финансовый кризис положил начало новому этапу в развитии мировой экономики и заставил нас по-иному взглянуть на многие вещи. Вполне вероятно, что уже в ближайшем будущем традиционно основополагающий вопрос себестоимости энергоресурсов отойдет на второй план, уступив место проблеме эффективности их использования. А значит, уже сегодня мы должны быть во всеоружии.



Тепловой пункт Danfoss



А.А. Журав,
генеральный директор
«Техноком-Ост»,
г. Москва

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ

Автоматические системы управления современным производством – это комплекс сложного многоуровневого оборудования, нацеленный на обеспечение максимальной производительности и высокого качества выпускаемой продукции. Взаимодействие систем управления с технологическими процессами при производстве продукции, контроль за параметрами, количеством и качеством продукта осуществляются различными датчиками и аналитическим оборудованием. Применение датчиков позволяет постоянно контролировать ход технологического процесса и оптимизировать его, что улучшает качество продукции и повышает конкурентоспособность производства. Рост цен на энергоносители и материалы повышает требования к их учету и эффективному использованию, а значит, и в этом случае возникает потребность в приборах учета.

В середине 1990-х гг. в России началась активная модернизация производственного оборудования, установленного зачастую еще в 1970-е и 1980-е гг. Началось строительство новых производств с высоким уровнем автоматизации технологических процессов. Устойчивый рост промышленного производства в России, начиная с 1999 г., означает в том числе и увеличение темпов внедрения современных технологий и систем управления.

Рост потребности в датчиках и аналитическом оборудовании происходит сейчас опережающими темпами по сравнению с общим ростом отраслей промышленности. Это связано с тем, что помимо создания новых производственных мощностей идет активная модернизация оборудования, установленного еще 20 или 30 лет назад и уже давно не отвечающего современным требованиям. Значительную долю занимают также плановая замена и ремонт датчиков на уже работающих производствах.

Для простоты все типы датчиков и аналитического оборудования разделены по типу измеряемой величины и сгруппированы в пять разделов, смысл которых понятен интуитивно: огонь, воздух, вода, земля и человек.

Датчики температуры, оптические датчики и датчики пламени

Датчики температуры – пожалуй, один из самых распространенных типов датчиков. Температуру необходимо измерять везде: в сталеплавильной печи, химическом реакторе или в квартире, в системе отопления. Используемые в промышленности датчики температуры можно разделить по типу измерения на контактные и бесконтактные датчики температуры. Бесконтактные датчики используют принцип измерения мощности инфракрасного излучения, идущего

от каждого объекта, будь то расплавленный металл или кусок льда. Инфракрасное излучение с длиной волны 3–14 мкм от измеряемого объекта попадает на чувствительный элемент бесконтактного датчика температуры и преобразуется в электрический сигнал, который затем усиливается, нормируется, а в новых моделях датчиков и оцифровывается для передачи по сети.

Бесконтактные датчики температуры применяются там, где затруднен доступ к измеряемым деталям, а также необходима мобильность и малая инерционность измерений. Кроме того, бесконтактные датчики температуры незаменимы там, где необходимо измерять высокие температуры – от 1500 до 3000°C. К особому виду ИК-датчиков температуры можно отнести ИК-камеры, которые позволяют получать картину распределения температуры на поверхности измеряемого объекта. Современные технологии позволяют создать недорогие камеры без охлаждаемых и движущихся частей. Например, прибор ThermoView Ti30 производства Raytek, воспроизводящий изображения в ИК-спектре с разрешением 160x160 точек и точностью 2% при температуре в диапазоне от 0 до 250°C. Прибор имеет собственную память изображений и снабжен USB-портом для передачи их файлов в компьютер.

Интересны также модели бесконтактных датчиков температуры, разработанные для измерения температуры прозрачных объектов – стекла и пластиковой пленки: датчики для работы в запыленной или задымленной среде, датчики для измерения температуры пищевых продуктов в холодильных камерах.

Контактные датчики температуры – это прежде всего термопары и термосопротивления. Основным преимуществом данного типа датчиков является высокая точность измерения и их относительная дешевизна. Наибольшее применение получили термопары Хромель-Копель (тип L) и Хромель-Алюмель (тип J). Эти типы термопар обеспечивают высокую точность и стабильность измерений в широком диапазоне температур.

Измерение температуры термосопротивлением основано на том, что такие материалы, как полупроводники и металлы, изменяют свое электрическое сопротивление с изменением температуры. Полупроводниковые термосопротивления, обычно называемые термисторами, имеют среднюю точность и стабильность показаний,

однако такие датчики весьма дешевы и применяются там, где отсутствует необходимость в высокой точности измерений. Напротив, термосопротивления с металлическим чувствительным элементом обеспечивают высокую точность и стабильность измерений. В качестве металлов для термосопротивлений используются платина, медь, резе никель.

Принцип измерения кремниевыми датчиками температуры основан на том, что кремний как полупроводник в значительной степени изменяет свое сопротивление с температурой. Поскольку кремний также применяется для производства интегральных микросхем, то такие датчики температуры могут иметь схемы усиления и обработки сигнала, схемы цифровых интерфейсов, позволяющие напрямую подключать датчик к компьютеру или микропроцессору.

Датчики давления, датчики состава газа, датчики скорости потока и расхода газа

Приборы для измерения давления применяются практически во всех отраслях промышленности, особенно в машиностроении, химической, пищевой промышленности и энергетике. Датчики давления можно разделить на следующие несколько групп по типу измеряемого давления:

◆ Датчики абсолютного давления. Точкой отсчета для них служит нулевое давление, т.е. вакуум. Такие датчики применяются в основном на химических, пищевых производствах, в фармацевтике – там, где параметры технологического процесса зависят от абсолютного значения давления. Измеряемое абсолютное давление обычно не превышает значения 50–60 бар.

◆ Датчики относительного давления. Показания этих датчиков отсчитываются от значения внешнего атмосферного давления. Это наиболее распространенный тип датчиков давления. Датчики относительного давления измеряют давление в системах водоснабжения, различных трубопроводах и емкостях.

◆ Датчики дифференциального давления. Датчики имеют два входа, и результатом измерений является разница давлений между этими входами. Эта разница может быть как положительной, так и отрицательной, однако некоторые модели датчиков дифференциального давления измеряют только односторонние изменения дифференциального давления. Датчики дифференциального давления применяются для кон-

троля загрязнения фильтров при фильтрации газов или жидкостей. Они используются как датчики уровня жидкости при измерении уровня гидростатическим методом. С помощью датчиков дифференциального давления измеряется расход жидкости.

Датчики давления разделяются по типу используемого чувствительного элемента. Это разделение предъявляет существенные требования к областям применения датчиков давления.

Одним из первых типов датчика давления был датчик с чувствительным элементом емкостного типа (имеются в виду устройства, имеющие электрический выходной сигнал). Такие датчики применяются, например, в приборах для измерения кровяного давления. Датчики давления с емкостным чувствительным элементом обладают высокой точностью измерений, большим диапазоном и долговременной ста-

бильностью. Например, датчики давления серии 3051 производства компании Rosemount обладают точностью измерения 0,15%, долговременной стабильностью 0,125% в течение пяти лет эксплуатации и перестраиваемым диапазоном 100:1.

Другим типом является датчик давления с чувствительным элементом в виде мембраны с закрепленными на ней тензодатчиками. Как правило, мембрана изготавливается из нержавеющей стали или другого стойкого металла. Тензодатчики обычно делают металлическими – из манганина или константана – или кремниевыми.

Относительно недавно стали широко использоваться датчики давления с мембраной из керамики, с пьезорезистивными датчиками. Датчики с такой мембраной имеют большую долговременную стабильность показаний и высокую устойчивость к перегрузкам давления. Развитие электроники позволяет в большей мере применять микропроцессорные технологии в системах обработки сигналов от датчиков давления, реализуя цифровые интерфейсы вывода информации с датчиков или их перестройку по диапазону. Датчики давления PF2057 производства IFM Electronic имеют керамическую фронтальную мембрану, позволяющую использовать их для измерения давления вязких сред и суспензий, а также в пищевой промышленности. Кроме токового выхода 4–20 мА датчик имеет пороговый транзисторный выход, светодиодный дисплей и может перестраиваться по диапазону в 4 раза.

Датчики состава газов применяются в химическом производстве для контроля за ходом технологического процесса, а также для мониторинга состояния атмосферы и обеспечения безопасности в производственных цехах и жилых помещениях.

Датчики, определяющие наличие и концентрацию взрывоопасных газов, таких как метан, пропан, водород, ацетилен, обычно используют каталитический принцип. В таких устройствах поверхность чувствительного элемента покрыта тонким слоем катализатора, в качестве которого могут использоваться, например, платина, палладий или диоксид олова. Попадающий на слой катализатора газ окисляется кислородом воздуха и вызывает дополнительный нагрев этого слоя. Изменение температуры приводит к появлению электрического сигнала, который усиливается электронной схемой.



Рис. 1. Датчик давления компании Rosemount

Датчики для определения концентраций токсичных газов, таких, например, как аммиак или сероводород, используют электрохимический принцип измерения. Газ поступает в измерительную ячейку, где под действием электрического тока происходит химическая реакция. Выбирая материал электродов и разделительной мембраны в измерительной ячейке, а также силу тока, можно добиться того, что в реакцию будет вступать только определенный газ, концентрацию которого необходимо измерить.

Третьим типом датчиков газа можно назвать ИК-датчики газа. Принцип измерений основан на поглощении газами определенных длин волн ИК-диапазона. Тот или иной газ поглощает лишь определенные длины волн, и коэффициент поглощения пропорционален концентрации газа. ИК-датчики газа имеют ряд преимуществ, таких как долговременная стабильность, отсутствие чувствительности к другим газам, высокая точность. Несмотря на то что этот тип датчиков был разработан давно, его широкое применение сдерживалось высокой стоимостью оборудования. С появлением новых приемников и излучателей ИК-диапазона стоимость таких приборов приближается к стоимости обычных датчиков газа.

Датчики расхода, уровня жидкости, датчики анализа жидкости

Электронные расходомеры можно четко разделить по принципу действия, причем каждый тип расходомеров имеет свои особенности и занимает соответствующую нишу на рынке.

Кориолисовы расходомеры используют физический принцип, открытый французским математиком Густавом Кориолисом, который показал, что при движении тела относительно вращающейся системы отсчета на него действует сила инерции. В кориолисовом расходомере расположены вибрирующие трубки, через которые идет поток жидкости. Частота вибрации пропорциональна массовому расходу жидкости. Этот тип расходомеров может работать как с жидкостями, так и с газами и обеспечивает очень высокую точность измерений. Основным недостатком данных приборов – высокая стоимость.

Электромагнитные расходомеры используют принцип генерации электрического тока при движении проводника в магнитном поле. Из самого принципа ясно, что электромагнитные расходомеры измеряют расход только проводя-

щих жидкостей. Однако высокая точность, устойчивость к тяжелым условиям эксплуатации, отсутствие перепада давлений и низкая стоимость приборов делают их незаменимыми там, где необходимо измерить расход воды или продуктов на водной основе. Электромагнитными расходомерами невозможно измерить расход непроводящих жидкостей, например нефтепродуктов, однако эти приборы хорошо подходят для измерения расхода вязких жидкостей или даже пастообразных веществ, например йогурта или творога в пищевой промышленности.

Ультразвуковые расходомеры используют ультразвук для измерения скорости потока жидкости или газа. Расход вычисляется путем измерения либо времени распространения ультразвука, либо изменения частоты ультразвуковых колебаний (эффект Доплера). Ультразвуковые расходомеры позволяют измерять расход как газов, так и жидкостей независимо от их электропроводности.

Вихревые расходомеры используют принцип измерения расхода, основанный на том, что вокруг погруженного в поток жидкости тела появляются турбулентные завихрения, частота возникновения которых пропорциональна скорости потока. Вихревые расходомеры имеют среднюю точность измерений и не работают при слишком малых потоках жидкости. Однако эти приборы широко применяются, например, для измерения расхода пара.

Тепловые расходомеры измеряют перенос тепла потоком газа или жидкости от нагревателя к термочувствительному элементу. Тепловые расходомеры фиксируют массовый расход газов или жидкостей (в кг/час), как и кориолисовы датчики, в отличие от остальных, измеряющих объемный поток (в м³/час). Эти приборы имеют невысокую точность измерений, однако они могут работать при низких скоростях потока жидкостей или газов, где другие типы расходомеров неприменимы.

Датчики расстояния, наличия предметов, датчики положения и ориентации

Датчики расстояния, положения и наличия занимают центральное место в автоматизированных сборочных производствах, линиях по розливу и упаковке продуктов, т.е. там, где необходимо определить наличие объекта или расстояние до него. Конкретный тип датчиков выбирается в зависимости от требований.

Индуктивные датчики определяют положение только металлических объектов. Причем если ранние модели индуктивных датчиков были более чувствительными к деталям из железа и магнитных материалов, то в настоящее время выпускаются модели датчиков, имеющих одинаковую чувствительность как к черным, так и к цветным металлам. Совсем недавно появились и обратные датчики – чувствительные только к черным металлам. Например, модель IGC211 производства компании IFM Electronic. Такие датчики применяются, например, на конвейерах, где детали из латуни или дюралюминия не должны давать ложных срабатываний.

При необходимости определять положение неметаллических предметов выбираются емкостные, ультразвуковые или фотоэлектрические датчики. Емкостные датчики реагируют на изменения в электростатическом поле. Такие изменения вызывает практически любой предмет – будь то твердое вещество или жидкость. Однако расстояние, на котором работают емкостные датчики, невелико и составляет максимум 80 мм. На больших расстояниях используются ультразвуковые датчики, изме-

ряющие время, за которое ультразвук проходит расстояние от датчика до объекта и обратно.

Пожалуй, фотоэлектрические датчики наиболее разнообразны по своим характеристикам и сфере применения, однако их принцип работы одинаков. Излучаемый датчиком свет рассеивается, отражается или поглощается объектом, и эти изменения воспринимаются фотоприемником. Благодаря тому что в последних моделях фотоэлектрических датчиков применяется микропроцессорная обработка сигнала, удалось воплотить новые функции приборов, среди которых – автоматическое обучение в процессе работы. Например, для того чтобы перенастроить датчики контрастных меток серии KT5G производства компании Sick, нет необходимости останавливать технологическую линию, как это делалось ранее. Перенастройка прибора происходит в процессе работы. С другой стороны, многие функции датчиков, ранее доступные только для дорогих моделей, в настоящее время стали функционировать и в более дешевых изделиях. Примером тому являются датчики контрастных меток, стоимость которых снизилась в 2–3 раза.

НОВОСТИ

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПСМ ВВЕДЕНЫ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НА ВЫСОТЕ 1000 М НАД УРОВНЕМ МОРЯ

Две дизельные электростанции ПСМ ADV-500 общей мощностью 1000 кВт на базе двигателей Volvo Penta введены в эксплуатацию сервисной службой компании ПСМ в санатории «Заря», расположенном в лечебном парке города Кисловодска на высоте 1000 м над уровнем моря.

Санаторий «Заря», построенный в 1987 г., представляет собой единый семиэтажный комплекс с жилыми и лечебными помещениями, комнатами отдыха, рестораном, бассейном, зимним садом, спортивными залами.

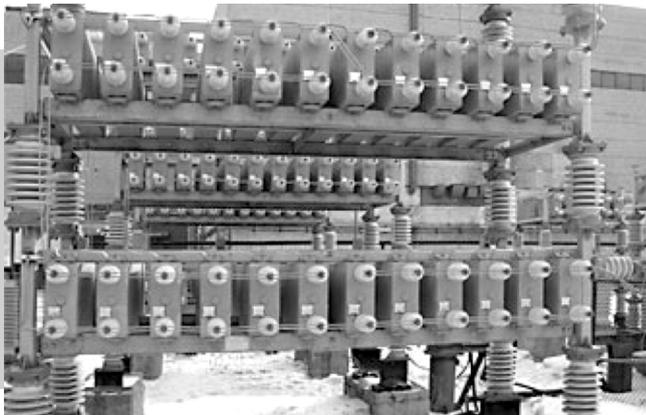
Дизельные электростанции производства ПСМ были закуплены в ходе комплексной реконструкции санатория для обеспечения его резервного энергоснабжения.

Ввиду особенностей месторасположения и назначения объекта, заказчику была необходима электростанция, соответствующая самым современным экологическим стандартам по содержанию вредных веществ в выхлопных газах и уровню шума.

Предпочтение дизельных электростанций производства ПСМ было обусловлено их полным соответствием требованиям, предъявляемым заказчиком к оборудованию.

Среди прочих факторов выбора в пользу дизельной электростанции ADV-500 были отмечены высокий уровень надежности, эффективность, низкое потребление топлива и низкая стоимость эксплуатации.

Компания «Промышленные силовые машины»



С.М. Давыдкин, ведущий инженер,
филиал ОАО «Инженерный центр
ЕЭС» – «Фирма ОРГРЭС».
107023, г. Москва,
Семеновский переулок, д. 15.
Тел. (495) 360-13-35
E-mail: orgres@orgres-f.ru

УДК 621.315

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ – ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

Главная задача обследования воздушных линий (ВЛ) – это оценка технического состояния ВЛ в целях определения возможности их дальнейшей эксплуатации или необходимости их технического перевооружения, реконструкции, модернизации и ремонта. Главная цель – определить состояние отдельных элементов ВЛ.

Ключевые слова: воздушные линии, мониторинг, остаточный ресурс, ремонт.

The main task of inspection of overhead lines is an estimation of the technical state of lines for the purpose of determination of the possibility of their further exploitation or necessity of their technical re-equipping, reconstruction, modernization and repair. The main goal is to determine the state of separate elements of overhead line.

Key words: overhead lines, monitoring, remaining lifetime, repair.

Периодичность проведения обследований определяется предприятием электрических сетей в зависимости от степени агрессивного воздействия среды на ВЛ. Согласно СНиП 2.013.11-85, рекомендуемая периодичность проведения обследования составляет:

- ◆ 25 лет для слабоагрессивной среды;
- ◆ 15–20 лет для среднеагрессивной среды;

◆ 7–10 лет для сильноагрессивной среды.
Проведение обследования ВЛ должна выполнять только специализированная организация.

Обследуются следующие основные элементы ВЛ:

- ◆ фундаменты;
- ◆ металлические, железобетонные и деревянные опоры;

- ◆ провода и грозозащитные тросы;
- ◆ линейная арматура и изоляция;
- ◆ заземляющие устройства;
- ◆ трасса ВЛ.

В процессе обследования ведется ведомость дефектов, в которой фиксируются все выявленные повреждения.

На результатах фактически установленного технического состояния элементов ВЛ при необходимости основывается разработка конкретных рекомендаций по ремонту, усилению или реконструкции обследуемых объектов.

Состав работ по обследованию ВЛ.

Подготовительные работы:

- ◆ ознакомление с нормативной и технической документацией на ВЛ;
- ◆ сбор исходных данных по обследуемой ВЛ;
- ◆ определение объема и порядка проведения обследования.

Методика проведения обследования ВЛ:

- ◆ выявление элементов, снижающих надежность ВЛ;
- ◆ установление причин возникновения дефектов и повреждений;
- ◆ определение влияния условий эксплуатации на надежность работы;

- ◆ прогнозирование состояния элементов во времени;
- ◆ обоснование видов и объемов и сроков ремонтных работ.

Фундаменты

Определение марки бетона ультразвуковым прибором «ИПС-МГ4.01»

При обследовании фундаментов опор и железобетонных стоек опор марка бетона определяется с помощью прибора «ИПС-МГ4.01» (рис. 1).



Рис. 1. Прибор для определения фактической прочности бетона фундаментов «ИПС-МГ4.01»

Таблица 1

Контроль состояния фундаментов

<i>Виды обследования</i>	<i>Рекомендуемые приборы и инструменты</i>	<i>Допуски и отклонения</i>
1. Определение марки бетона	Склерометр, молоток Кашкарова	Не ниже проектной
2. Обнаружение и измерение трещин. Измерение раковин, сколов	Микроскоп Бринелля, линейка измерительная, штангенциркуль	$a < 0,3$ мм (при большей ширине раскрытия трещин требуются ремонтные работы) Раковины $< 10 \times 10 \times 10$ мм
3. Определение диаметра несущей арматуры	Штангенциркуль	$S_{\text{факт.}} / S_{\text{проект.}} \geq 0,9$
4. Определение глубины заложения фундамента	Ультразвуковой дефектоскоп	Глубина заложения – должна соответствовать проекту
5. Определение состояния анкерных болтов и петель анкерных плит (трещины, коррозионные потери сечения)	Ультразвуковой дефектоскоп, Штангенциркуль, микроскоп Бринелля	$S_{\text{факт.}} / S_{\text{проект.}} \geq 0,8$
6. Определение деформации фундаментов для анкерных, анкерно-угловых и концевых опор	Геодезические приборы, прогибомер	До 1,0 мм – вертикальное перемещение за год До 1,0 мм – горизонтальное перемещение на уровне 0,5 м от земли за год

Прибор «ИПС-МГ4.01» предназначен для определения прочности бетона на сжатие неразрушающим ударно-импульсным методом. Принцип действия прибора заключается в обработке импульсной переходной функции электрического сигнала, возникающего в чувствительном элементе при ударе о бетон. Прибор состоит из электронного блока с сигнальным процессором, размещенным в корпусе, клавишной клавиатуры и графического дисплея, расположенных на лицевой панели корпуса, датчика-склерометра, подключаемого к электронному блоку посредством кабеля через разъем в корпусе. Кроме этого, имеется окно инфракрасного канала связи с компьютером для передачи и обработки результатов.

Подготовка к работе и порядок работы с прибором осуществляются согласно инструкции, прилагаемой к данному прибору.

Оценка прочности бетона фундаментов проводится по среднеарифметическим результатам измерений. Замеренная марка бетона должна быть не ниже проектной.

Оценка фундаментов производится по совокупности обнаруженных нарушений и дефектов. Основными характеристиками фундамента являются его деформативность и несущая способность.

Деформативность отдельных подножников определяется вертикальными перемещениями, а стоек опор, заглубленных в котлован, – углом наклона. Если вертикальные перемещения или угол поворота фундаментов в течение года изменяются и приращения превышают допустимые значения, то необходимы мероприятия для закрепления грунта.

Несущая способность фундамента определяется по остаточной прочности бетона с учетом влияния всех дефектов, изложенных в таблице, по формуле:

$$P_{\text{ост.}} = (P_{\text{факт.}} / P_{\text{пр.}}) \delta \cdot 100\%, \quad (1)$$

где: $P_{\text{ост.}}$ – остаточная прочность бетона, %;
 $P_{\text{факт.}}$ – фактическая прочность бетона, измеренная при обследовании;
 $P_{\text{пр.}}$ – проектная прочность бетона.

$$\delta = \delta_{\text{кор.}} \cdot \delta_{\text{трещ.}} \cdot \delta_{\text{отв.}} \cdot \delta_{\text{нагр.}}, \quad (2)$$

где: $\delta_{\text{кор.}}$ – коэффициент, учитывающий влияние коррозионных потерь на несущую способность фундамента,

$$\delta_{\text{кор.}} = F_{\text{кор.}} / F_0,$$

где: $F_{\text{кор.}}$ – фактическая площадь несущей арматуры, определенная по замерам при обследовании;

F_0 – проектная площадь несущей арматуры;

$\delta_{\text{трещ.}}$ – коэффициент, учитывающий потери прочности бетона от продольных и поперечных трещин, $\delta_{\text{трещ.}} = 0,95$;

$\delta_{\text{отв.}}$ – коэффициент, учитывающий потери прочности бетона при наличии сколов, раковин, сквозных отверстий:

$\delta_{\text{отв.}} = 0,95$ при дефектах площадью 25–40 см²;

$\delta_{\text{отв.}} = 0,90$ при дефектах площадью более 40 см²;

$\delta_{\text{нагр.}}$ – коэффициент, учитывающий изменение нагрузок, действующих на фундамент,

$$\delta_{\text{нагр.}} = N_0 / N_{\text{факт.}}$$

где: N_0 – проектные нагрузки, действующие на фундамент;

$N_{\text{факт.}}$ – фактические нагрузки, действующие на фундамент.

Суммарная остаточная прочность бетона должна составлять не менее 70%.

Рекомендации по ремонту и гидроизоляции фундаментов

1. Бетонировка оголовников

Ремонт фундаментов, у которых бетон оголовников растрескивается и выкрашивается, производится путем бетонирования разрушенной части оголовника.

Перед бетонированием разрушенный бетон необходимо удалить, оголенную арматуру обработать раскислителем ржавчины.

Опалубка устанавливается по форме и высоте разрушенного оголовника, бетон и внутренние стенки опалубки промываются водой.

Укладка бетона в опалубку производится с тщательным уплотнением, верх забетонированной поверхности выравнивается мастерком и через 30 мин закрывается мокрым песком.

Бетонирование производится бетоном марки не ниже 300.

Опалубка снимается через 7 дней.

На поверхность оголовника наносится гидроизоляция, после ее отвердения производится подсыпка фундамента грунтом до верха.

2. Гидроизоляция фундаментов

Защита от коррозии фундаментов производится битумной мастикой.

Фундамент откапывается на глубину 1,2 м, поверхность бетона очищается от грунта и высу-

шивается. Мастика наносится в горячем состоянии в два слоя на предварительно огрунтованную поверхность. По окончании работ котлован тщательно засыпается грунтом с послойным уплотнением до верха фундамента.

Для приготовления битумной мастики применяется 80–85% битума БН-III, БН-IV или БН-V и 20–15% наполнителя (асбест № 5 или № 6, молотая известь, цемент любых марок).

Мастика приготавливается в смесителе и нагревается до температуры 160–180°C. Введение наполнителя производится мелкими порциями при постоянном помешивании.

Грунтовка готовится путем холодного раствора битума (25%) в бензине (75%).

Нанесение гидроизоляции на отремонтированный фундамент продлевает срок службы до образования трещин в 2–2,5 раза.

U-образные, анкерные болты и петли анкерных плит

Контроль состояния анкерных U-образных болтов и петель анкерных плит для крепления оттяжек может определяться путем их откопки и замеров фактических диаметров, а также с помощью ультразвуковых диагностических приборов без раскопки (только U-образные и анкерные болты), например дефектоскопом EPOCH IV

производства США. Прибор состоит из блока цифрового отсчета и пьезоэлектрического преобразователя. Вес – 1,2–3,0 кг при использовании батареи с креплением на пояс. Встроенная память позволяет документировать результаты контроля посредством интерфейсной программы под WINDOWS.

С помощью ультразвукового дефектоскопа EPOCH IV возможно проведение измерений остаточной толщины труб, узлов соединений элементов, выполненных внахлестку, и исследование скрытых внутренних дефектов в сварных соединениях.

Подготовка анкерных болтов заключается в зачистке торцов болта до металлического блеска и покрытии их смазкой (солидол, циатим).

Контроль проводится методом эхо-эхо: пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) плотно прижимается к одному торцу анкерного болта. На экране прибора появляется развертка сигналов одной ветви анкерного болта, по амплитуде которой определяются наличие дефектов (потеря сечения в результате коррозии, трещины) и их место.

Оценка их технического состояния проводится по уменьшению площади поперечного сечения, которая не должна превышать 20% от общей площади сечения болта.

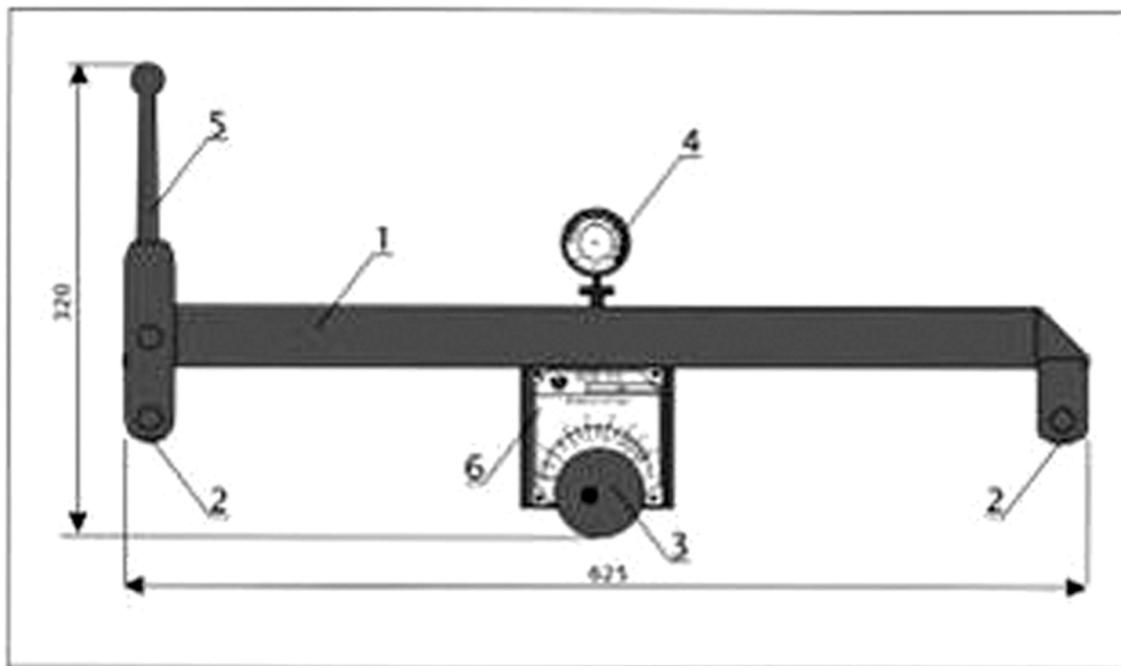


Рис. 2. Измеритель «ИТОМ-10»: 1 – рама; 2 – ролики; 3 – натяжной эксцентрик; 4 – стрелочный индикатор; 5 – рычаг. $P = f N$, где: P – сила; f – стрела прогиба; N – натяжение каната

Оттяжки, провода, грозотросы

Оценка оттяжек опор по прочности

Тяжение в тросовых оттяжках опор при скорости ветра не более 8 м/с и отклонении опор в пределах допусков должно соответствовать проекту и составлять при подвешенных проводах и грозозащитных тросах в пределах 20–50 кН.

Допускается уменьшение площади поперечного сечения троса оттяжки при коррозионном износе до 10%. При обрыве отдельных проволок – до 10% с условием закрепления оборванных проволок бандажом, а при обрыве проволок до 20% – при условии установки ремонтных зажимов, монтируемых методом опрессования.

Контроль тяжения в оттяжках с помощью измерителя «ИТОМ-10» (рис. 2).

Принцип действия «ИТОМ-5-10» основывается на измерении упругости натянутого каната. Если участок каната оттяжки прогибать сосредоточенной силой P на постоянную величину стрелы прогиба f , то существует прямая зависимость между натяжением каната N и силой P :

$$P = f N.$$

Измеряя силу P любым силоизмерителем, можно определить натяжение каната оттяжки.

Прибор «ИТОМ-10» состоит из плоской рамы со шкалой диаметров каната, съемного натяжного эксцентрика стрелочного индикатора усилий, рычага.

Диаметр измеряемого каната оттяжки – 13–22 мм. Предел измерений – 0,1–10 тс, погрешность – не более 2%. При измерении тяжения в канатах длина измеряемого объекта должна быть не менее 1,0 м.

Измерение натяжения оттяжек с помощью «ИТОМ-10» производится одним электромонтером. При измерении эксцентрик устанавливается, чтобы метка на нем совпала с диаметром измеряемой оттяжки на шкале, и фиксируется. Затем канат оттяжки заводится между установочными роликами и эксцентриком, причем стрелочный индикатор должен располагаться снизу от каната. Вращением шкалы на стрелочном индикаторе стрелка совмещается с нулевым делением. Рычаг перемещается в вертикальное положение, и производится отсчет по шкале индикатора. Измерения повторяются три раза перемещением прибора по канату на 5–10 см по его длине. Тяжение определяется по среднему значению отсчетов.

Полученные результаты сравниваются с расчетными значениями тяжений в оттяжках.

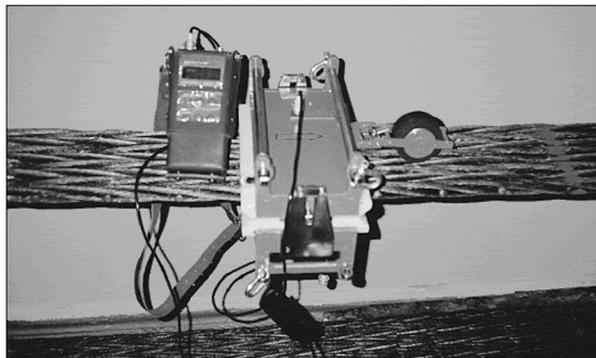


Рис. 3. Определение потери сечения дефектоскопом «Интрос»

Оценка технического состояния проводов и тросов

Допускается уменьшение площади поперечного сечения в результате коррозионного износа для тросов до 10%, а для стального сердечника комбинированных проводов – 20%.

Допускается уменьшение площади поперечного сечения по обрывам отдельных проволок проводов и тросов из одного материала и проводящей части комбинированных проводов и тросов:

- ♦ до 17%, но не более 4 проволок при закреплении оборванных или поврежденных проволок бандажом;
- ♦ до 34% при установке ремонтных зажимов, монтируемых методом опрессования.

Обрыв проволок стального сердечника комбинированных проводов не допускается.

Измеритель износа стальных канатов (дефектоскоп) «Интрос» (рис. 3) предназначен для дефектоскопии стальных канатов (тросов) и стальных сердечников сталеалюминиевых и сталебронзовых проводов. Он измеряет относительную потерю сечения из-за коррозии (ΔS , %), механического износа, а также позволяет обнаружить локальные дефекты в виде обрывов проволок.

Дефектоскоп «Интрос» состоит из электронного блока и магнитного блока со сменным блоком датчиков.

В дефектоскопе реализуется магнитный вид неразрушающего контроля. Магнитная система намагничивает участок контролируемого каната.

Порядок работы при проведении контроля тросов оттяжек:

- ♦ калибровка прибора. Прибор калибруют на неизношенном образце троса (провода), который подлежит контролю. Образец имеет участок без потери сечения и участок с известной потерей сечения, который создается искусственно,

путем удаления определенного количества проволоки. Магнитный блок устанавливают на контрольный образец и перемещают не менее трех раз от одного края образца до другого, чтобы стабилизировать магнитное состояние образца по всей длине. Включают измеритель и перемещают магнитный блок на участок без потери сечения. На дисплее устанавливают 0,0%. Затем перемещают магнитный блок на участок с потерей сечения, устанавливают расчетное значение потери сечения и еще раз проверяют значение 0,0% на неизношенном участке;

- ♦ проведение измерений. Магнитный блок устанавливают на оттяжку (провод, грозотрос) и перемещают ее по всей длине для намагничивания. Затем подключают электронный блок и производят измерение путем перемещения магнитного блока;

- ♦ по окончании процесса контроля информация из измерителя переписывается в компьютер и обрабатывается с помощью программы WINTROS. После обработки результатов выдаются дефектограммы и протокол контроля.

Оценка состояния проводов и тросов из-за коррозии производится по потере сечения:

$$\Delta S_{\text{троса}} (\text{уменьшение площади поперечного сечения троса}) \leq 10\% \Delta S_{\text{провод}} (\text{уменьшение площади поперечного сечения стального сердечника}) \leq 20\%.$$

Определение количества циклов колебаний провода с помощью автономных регистраторов вибрации

Для измерения амплитуды и частоты вибрации проводов (тросов) ВЛ, возникающей под воздействием ветра, и анализа на основании полученных данных их потенциальной усталост-

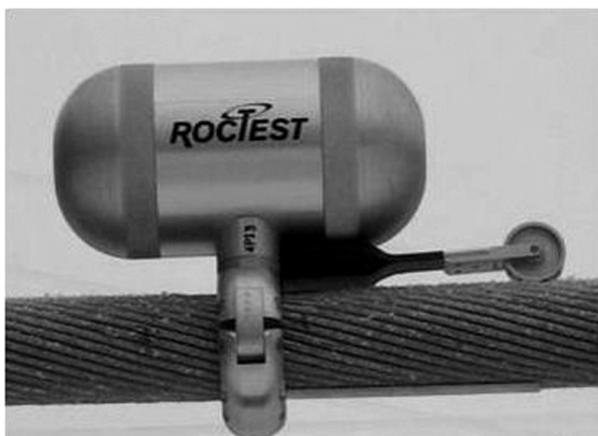


Рис. 4. Виброанализатор PAVICA

ной прочности используется виброанализатор PAVICA (рис. 4). В состав виброанализатора входит высокоточный микропроцессор, который позволяет задавать значения параметров работы и вводить характеристики тестируемых проводов (тросов).

Приборы предназначены для измерения и записи параметров колебаний провода относительно узла крепления. Прибор закрепляется на поддерживающем зажиме таким образом, чтобы цилиндрическая контактная поверхность щупа датчика была горизонтальной и перпендикулярной оси провода, а величина перемещения штока до упора составляла приблизительно половину рабочего диапазона. Измерения производятся на расстоянии 89 мм (3,5 дюйма) от крайней точки контакта провода с ложе поддерживающего зажима. Измерения производятся циклами. Время измерения и между измерениями (их сумма – период цикла) регулируется дискретно. Микропроцессор, встроенный в датчик, анализирует измеряемый процесс вибрации, выделяет и заносит в запоминающее устройство число циклов колебаний с различной амплитудой и частотой в течение срока измерений продолжительностью до 3 месяцев при температуре от -40 до +85°C. Команды на включение-отключение формируются таймером. Для считывания результатов микропроцессор подключается к ПК, куда и сбрасывается накопленная информация.

Прибор автоматически производит расчет, предложенный рабочей группой 22.04 комитета CIGRE, ожидаемого срока службы провода (троса) до усталостного повреждения первой жилы на основании значений амплитуды изгиба. Однако, принимая во внимание значительное разнообразие усталостных характеристик многожильных проводов и неизбежную ограниченность данных, необходимо признать неоднозначность теории накопленного усталостного повреждения (правила Майнера) применительно к многожильным проводам. Поэтому ожидаемый срок службы необходимо рассматривать как оценочный показатель.

Опоры

Оценка технического состояния опор производится по отклонениям опор от проектного положения, прогибам элементов, уменьшению поперечного сечения расчетных элементов в результате коррозии для металлических и гниения для деревянных элементов опор и другим

Контроль состояния опор

Виды обследования	Рекомендуемые приборы и инструменты	Допуски и отклонения
1	2	3
1. Замер отклонения опоры от вертикального положения и отклонение траверс опор	Геодезические приборы, лазерное сканирование	В случае превышения отклонения возможность дальнейшей эксплуатации определяется расчетом
2. Измерение трещин в железобетонных опорах	Микроскоп Бринелля, металлическая линейка, штангенциркуль	$a < 0,3$ мм (ширина раскрытия трещин) при количестве трещин < 2 на длине до 3 м, при превышении определяется расчетом
3. Определение прогибов поясных уголков и местных искривлений элементов	Металлическая линейка, штангенциркуль стальная струна $\varnothing 1$ мм	$f/l < 1/750$, но не более 20 мм (f – прогиб элемента, l – длина элемента) Для несущих элементов определяется расчетом
4. Контроль состояния болтовых соединений	Молоток массой 0,2-0,5 кг	Незатянутые болтовые соединения не допускаются
5. Измерение размера катета и трещин в сварных швах	Шаблоны для оценки катета шва, микроскоп Бринелля, лупа, Польди, ультразвуковой дефектоскоп	Трещины в сварных швах не допускаются
6. Измерение геометрических размеров элементов металлоконструкций	Ультразвуковой толщиномер, металлическая линейка, штангенциркуль	$S_{\text{факт}}/S_{\text{пр}} \geq 0,9$ – для несущих элементов, в отдельных случаях определяется расчетом $S_{\text{факт}}/S_{\text{пр}} \geq 0,8$ – для ненесущих элементов $S_{\text{факт}}/S_{\text{пр}} \geq 0,7$ – для косынок (S – площадь поперечного сечения)
7. Определение искривления стойки одностоечной свободностоящей или центрифугированной или вибрированной опоры	Металлическая линейка Стальная струна $\varnothing 1$ мм	$f < 10$ см, (f – стрела прогиба)
8. Определение тяжения в оттяжках	Устройство контроля усилий в оттяжках ИТОМ-10, индикатор натяжения «ИН»	$\pm 20\%$ от проектного тяжения
9. Определение повреждений в тросовых оттяжках опор	Магнитный дефектоскоп «Интрос» Штангенциркуль	Уменьшение площади поперечного сечения оттяжки $S_{\text{факт}}/S_{\text{проект}} \geq 0,9$

1	2	3
10. Определение состояния деталей деревянных опор	Молоток массой 0,2-0,5 кг Прибор для измерения глубины загнивания древесины конструкции ЦВЛ или СКТБ ВКТ Мосэнерго,	Допустимый диаметр здоровой части древесины ВЛ 35 кВ ≥ 12 см для стоек и приставок ≥ 10 см для траверс ВЛ 110 кВ и выше; ≥ 16 см для стоек и приставок ≥ 14 см для траверс
11. Определение марки бетона стоек железобетонных опор	Склерометр, молоток Кашкарова	Не ниже проектной

параметрам, которые не должны превышать значений, указанных в табл. 2.

А. Оценка металлоконструкций по прочности

Метод оценки остаточной прочности (несущей способности) разработан ОАО «Институт Энергосетьпроект» и Донбасской государственной академией строительства и архитектуры и заключается в следующем:

1. По результатам натурных обследований уточняются фактические нагрузки и воздействия:

- ◆ расчетно-климатические нагрузки;
- ◆ природно-геологические;
- ◆ изменение нагрузок при замене проводов и тросов, принятых проектом;
- ◆ сравнение действительной расстановки опор по трассе с пролетами, принятыми при проектировании опор;
- ◆ учет дефектов и повреждений элементов (прогибы, отсутствие элементов, изменение условий закрепления и узлов сопряжения элементов).

2. Оценивается изменение расчетных характеристик материала и поперечных сечений элементов за счет коррозионных повреждений.

3. Производится перерасчет конструкции на уточненные нагрузки и данные о характеристиках материала и остаточной площади поперечного сечения элементов.

Обе методики, предложенные ОАО «Институт Энергосетьпроект» и Донбасской государственной академией строительства и архитектуры, отличаются лишь уровнем проработки способов оценки изменений расчетных характеристик материала и поперечных сечений элементов за счет коррозии.

В Методике ОАО «Институт Энергосетьпроект» детально проработаны способы измерения коррозионных потерь при обследовании прогнозирования коррозионного износа металлических конструкций во времени в зависимости от района эксплуатации и оценки долговечности металлических элементов ВЛ (времени, в течение которого элемент будет удовлетворять требованиям норм по прочности и устойчивости с учетом коррозионных повреждений).

В методике Донбасской государственной академии строительства и архитектуры предложено учитывать неравномерность разрушения поверхности металла путем введения коэффициента питенгообразования.

Б. Оценка древесины по прочности

Оценка технического состояния древесины проводится по степени ее загнивания по натурным измерениям, на основании которых делается расчет механической прочности древесины, а для определения среднего срока службы пользуются номограммой, составленной на основании многолетних наблюдений за эксплуатацией деревянных опор.

В. Оценка стоек железобетонных опор по прочности

Для железобетонных стоек опор допускаются следующие отклонения:

- ◆ толщина стенки бетона ± 5 мм;
- ◆ кривизна стойки вдоль продольной оси – не более 2 мм на 1 м погонной длины;
- ◆ толщина защитного слоя бетона – не менее диаметра стержня арматуры (для продольной рабочей арматуры) и не менее 10 мм при толщине конструкции стойки до 250 мм;

- ♦ прочность бетона при обследовании конструкций – не менее проектной;
- ♦ допуски по ширине раскрытия трещин, щелей, раковин, выколов.

Оценка изоляторов

Подвесные фарфоровые изоляторы должны браковаться, если:

- ♦ имеются радиальные трещины, бой фарфора (больше 25% объема фарфора), оплавления или ожоги глазури, стойкое загрязнение поверхности фарфора, трещины, искривления и выполивание стержня, трещины в шапках изоляторов;
- ♦ не выдерживают напряжения (нулевые изоляторы) при измерении штангой с постоянным искровым промежутком;
- ♦ они выдерживают не более 50% напряжения, нормально приходящегося на изолятор;
- ♦ при проверке мегаомметром на напряжение 2,5 кВ сопротивление сухих изоляторов менее 300 МОм.

Стекланные изоляторы бракуются, если разрушена стеклодеталь, на поверхности стекла имеются волосяные трещины, стойкое загрязнение поверхности стекла.



Рис. 5. Ультразвуковой толщиномер УТ-82

Для выявления фактических электрических характеристик линейных изоляторов проводятся их электрические испытания. Результаты испытаний сравниваются с паспортными электрическими характеристиками данного типа изолятора.

Оценка заземляющих устройств

Отклонение от проектного значения (требований ПУЭ) сопротивление заземляющего устройства опор не должно превышать 10%.

Заземлитель не соответствует требованиям, если разрушено более 50% его сечения.

Оценка просеки

Ширина просеки, расстояния от ВЛ до различных объектов должны соответствовать требованиям, приведенным в гл. 2.5 ПУЭ.

3. Определение величины коррозии стали ультразвуковым толщиномером

В настоящее время для определения величины коррозии элемента применяются ультразвуковые толщиномеры 25 DL PLUS, 26 MG и другие производства США и УТ-82 (рис. 5), А1209, А1208 производства России. Прибор состоит из блока цифрового отсчета и пьезоэлектрического преобразователя. Вес – до 1 кг, диапазон измерений – 0,08–510 мм (по стали).

Порядок проведения измерений следующий:

- ♦ подготовка дефектоскопа согласно инструкции;
- ♦ подготовка поверхности конструкций к измерениям путем смазки циатимом (солидол) поверхности приблизительно на диаметр пьезоэлектрического преобразователя таким слоем, чтобы закрыть все неровности и шероховатости;
- ♦ установка пьезоэлектрического преобразователя. Пьезоэлектрический преобразователь плотно прижимается к элементу в месте нанесения смазки, и на экране прибора высвечивается остаточная толщина элемента без учета рыхлых отложений ржавчины.

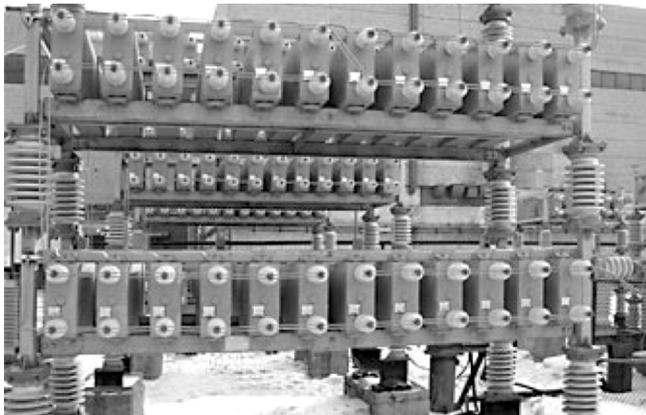
Ультразвуковой толщиномер позволяет измерять остаточную толщину элементов по грубой и ржавой поверхности (без зачистки) при температуре окружающей среды до -18°C.

Оценка технического состояния ВЛ

Заключение о техническом состоянии ВЛ в целом дается на основании оценки состояния отдельных элементов и узлов и содержит:

- ♦ описание элементов ВЛ;
- ♦ сведения о сроках и особенностях эксплуатации, проведении ремонтных и других видов работ;
- ♦ ведомость дефектов;
- ♦ оценка состояния отдельных элементов ВЛ;
- ♦ общая оценка технического состояния всей ВЛ;
- ♦ рекомендации по устранению обнаруженных неисправностей элементов ВЛ.

Данные обследования элементов ВЛ служат основным источником определения объемов работ при проектировании, реконструкции ВЛ.



А.Н. Аничкин, инженер-конструктор;
А.С. Смирнов,
ведущий специалист по маркетингу,
ОАО «Свердловский завод
трансформаторов тока»
620043, г. Екатеринбург,
ул. Черкасская, 25.
Тел. (343) 234-31-04
E-mail: design@cztt.ru

УДК 621.314

ПРИМЕНЕНИЕ ВСТРОЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В связи с обновлением оборудования идет активная замена старых трансформаторов тока на новые, отвечающие современным требованиям. С ростом класса напряжения растет сложность конструкции трансформатора тока, резко увеличивается расход электротехнической стали, меди и изоляционных материалов. Соответственно, резко возрастает и стоимость оборудования. Существует ли возможность решить эту проблему? Безусловно, существует. За счет применения встроенных трансформаторов тока (ТВ).

Ключевые слова: трансформатор тока, замена, магнитопровод.

In connection with equipment's updating there is an active replacement of old current transformers on new ones which comply with modern requirements. With the increase of voltage class increases the complexity of transformer's construction, dramatically increases the expenditure of electrotechnical steel, copper and insulating materials. Consequently dramatically increases the cost of equipment. Is there a possibility to solve this problem? Undoubtedly there is, due to application of build-in current transformers.

Key words: current transformer, replacement, magnetic conductor.

В современных условиях, в связи с обновлением оборудования, устаревшего не только морально, но, что еще хуже, и физически, совершенствованием релейной защиты и внедрением АИИСКУЭ, идет активная замена старых трансформаторов тока на новые, отвечающие современным требованиям. И если на класс напряжения 10 кВ стоимость трансформатора тока невелика и не является определяющей при проведении реконструкции, то с увеличением класса напряжения картина меняется. Связано это с тем, что с

ростом класса напряжения растет сложность конструкции трансформатора тока, резко увеличивается расход электротехнической стали, меди и изоляционных материалов. Соответственно, резко возрастает и стоимость оборудования. Существует ли возможность решить эту проблему? Безусловно, существует. За счет применения встроенных трансформаторов тока (ТВ).

Обновление оборудования подстанций касается не только трансформаторов тока. Зачастую оно включает в себя замену высоковольтных

вводов выключателей и силовых трансформаторов как наиболее важных и ответственных элементов подстанции. Следовательно, при этом возможны полная или частичная замена ТВ.

Новые высоковольтные вводы имеют диаметр значительно меньший, чем у их более старых аналогов. Это, в свою очередь, дает возможность уменьшить внутренний диаметр трансформаторов тока и, следовательно, улучшить его метрологические характеристики. Кроме того, применение аморфных или нанокристаллических сплавов позволяет изготавливать ТВ высоких классов точности, 0,2S и 0,5S, начиная с первичных токов 100–300А, в зависимости от размеров трансформатора. Меньшие размеры вводов позволяют также значительно сократить габариты ТВ, применяемых для релейной защиты.

Поскольку ТВ относятся к электрооборудованию класса напряжения 0,66 кВ, то в их стоимости отсутствуют затраты на высоковольтную изоляцию – она обеспечивается вводом. По этой же причине конструкция ТВ, относительно простая среди трансформаторов тока, не изменяется с ростом класса напряжения электрооборудования.

Основным фактором, влияющим на стоимость ТВ, являются затраты на магнитопровод. Для производства магнитопроводов используются два основных материала: электротехническая сталь – для защитных или комбинированных трансформаторов; аморфные или нанокристаллические сплавы – для измерительных. Стоимость остальных материалов на цене встроенных трансформаторов сказывается незначительно. Поэтому, как правило, затраты на приобретение ТВ получаются значительно ниже, чем стоимость отдельно стоящего трансформатора тока. Например, комплект из 6 трансформаторов тока: 2 шт. – ТВ-110-I-1 – измерительные 0,2S и 0,5S; 4 шт. – ТВ-110-IV – комбинированные 0,5–10P, выполняет те же самые функции, что и опорные трансформаторы типа ТФЗМ-110 или ТГФ-110, но при этом стоимость комплекта ТВ будет в полтора-два раза ниже.

На ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» выпускается широкая номенклатура встроенных трансформаторов тока – 39 типов для различных нужд эксплуатации. В их число входят и измерительные трансформаторы высоких классов точности – 0,2S и 0,5S – 14 типов. Завод также изготавливает трансформаторы ТВ

под заказ, с техническими характеристиками, необходимыми потребителю. Таким образом, ОАО СЗТТ обеспечивает практически любые потребности заказчика в части трансформаторов со стандартными и специальными характеристиками.

Однако в случае, когда нет необходимости замены высоковольтных вводов, широкому использованию ТВ высоких классов точности (0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5) препятствует ряд факторов:

1. Замена существующих ТВ на новые, более высоких классов точности, связана с трудоемкой и продолжительной (а значит, и капиталоемкой) работой по их переустановке: демонтаж ввода, установка трансформатора в бушинг, монтаж ввода.

2. Возможный срок выполнения этой работы ограничивается климатическими условиями нашей страны, т.е. установка в зимний период затруднена и, как правило, невозможна.

3. Количество ТВ, устанавливаемых внутри выключателей, ограничено. Встроенные трансформаторы тока высоких классов точности обладают низкими кривыми предельных кратностей, что связано с использованием при изготовлении магнитопроводов аморфных сплавов. Это требует перенастройки релейной защиты, что нежелательно или технически не возможно.

4. После работ по замене встроенных трансформаторов тока необходима регулировка выключателя.

Решением этих проблем является применение трансформаторов тока наружной установки с внутренним диаметром, достаточным для установки снаружи на ввод выключателя. Это позволяет проводить установку ТВ в любое время года. В этом случае решается и вопрос с релейной защитой, т.к. нет необходимости замены ранее установленных ТВ.

Первый в России встроенный трансформатор тока наружной установки с литой изоляцией был разработан, изготовлен и испытан на ОАО СЗТТ в 2006 г. В том же году трансформатор успешно прошел аттестацию в ОАО «ФСК ЕЭС». В настоящее время трансформаторы ТВ-110-IX, предназначенные для установки на вводы 110 кВ, серийно выпускаются на токи от 100 до 1000 А и классами точности 0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5, 10P.

Трансформатор ТВ-110-IX представляет собой размещенный в литом корпусе, выполненном из компаунда, тороидальный магнитопровод, на который равномерно намотана вто-

ричная обмотка, и экран, выполненный из электропроводящего материала. Экран служит для защиты вторичной обмотки трансформатора от высокого напряжения. Для получения различных коэффициентов трансформации вторичная обмотка имеет несколько ответвлений.

Первичной обмоткой трансформатора служит высоковольтный ввод выключателя или силового трансформатора. Высоковольтная изоляция при этом обеспечивается изоляцией ввода. Выводы вторичных обмоток закрываются защитной пломбируемой крышкой.

В настоящее время на ОАО СЗТТ налажен серийный выпуск ТВ наружной установки для вводов 35, 110 и 220 кВ, соответственно ТВ-35-IX, ТВ-110-IX-3 и ТВ-220-IX. Конструкция их аналогична ТВ-110-IX. Кроме того, трансформатор ТВ-110-IX-3 имеет три вторичных обмотки (измерительные и защитные), которые комплектуются в зависимости от заказа.

Важным условием для ТВ наружной установки является то, что верхняя часть трансформатора должна быть ниже последнего ребра высоковольтного ввода, чтобы не шунтировать его. Поэтому подставки трансформаторов сде-

ланы сменными, чтобы можно было изменять их высоту зависимости от заказа.

Выводы

1. При замене высоковольтных вводов является возможность замены встроенных трансформаторов тока, что позволяет значительно снизить расходы при создании АИИС КУЭ и совершенствовании релейной защиты.

2. Широкому применению встроенных трансформаторов тока (когда нет замены высоковольтных вводов) высоких классов точности (0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5) мешает ряд причин, связанных с конструктивной особенностью встроенных трансформаторов.

3. Конструкция трансформаторов тока ТВ-110-IX, ТВ-35-IX, ТВ-110-IX-3 и ТВ-220-IX наружной установки позволяет обойти проблемы, препятствующие широкому распространению встроенных трансформаторов тока.

4. Трансформаторы тока серии ТВ для наружной установки являются наиболее экономичным вариантом модернизации подстанций, где требуются внедрение АИИС КУЭ и совершенствование релейной защиты.

НОВОСТИ

WOLTAG РЕАЛИЗОВАЛ КРУПНЫЙ ПРОЕКТ ПО РАЗРАБОТКЕ ВЫПРЯМИТЕЛЯ МОЩНОСТЬЮ 1,3 МВА

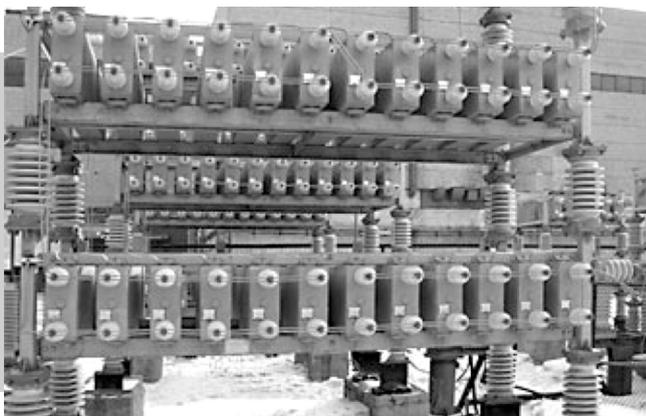
Состоялся успешный запуск системы В-ТПЕ-4000-320 УХЛ4 (выпрямитель) предназначенной для эксплуатации в районах базирования морских судов.

Проект по созданию выпрямителя разрабатывался на основе производственной базы Woltag – Конструкторским центром «ВольтагИнжиниринг» совместно с НПФ «СЭПТ», г. Санкт-Петербург, и изготавливался на заводе «Инвертор», а также с учетом требований заказчика к качеству питания бортовой сети кораблей. Реализация проекта, включающая все этапы разработки – от комплекта технической документации до изготовления промышленного оборудования – заняла рекордно короткие сроки – 3 месяца.

Продукт создан с использованием инновационных технических решений на основе серийных выпрямителей меньшей мощности с соблюдением принципа модульности. Номинальная выходная мощность системы составляет 1,3 МВт. Изделие предназначено для эксплуатации в районах базирования морских судов в качестве зарядно-подзарядного устройства с возможностью рекуперации энергии в береговую сеть.

Данный проект по праву может считаться прорывом для российского электротехнического рынка. До сегодняшнего дня аналогов на отечественном рынке не было, ранее выпрямители с большой мощностью выпускались на Украине. Уже сегодня компания Woltag готова производить интеллектуальные модульные мобильные выпрямительно-подзарядные устройства для аккумуляторных батарей большой мощности, срок службы которых – более 20 лет.

Woltag



В. Головин,
технический директор
ОАО «ЮАИЗ»

АНАЛИЗ НОВЫХ ВИДОВ ЛИНЕЙНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЛИНИЙ 0,4–20 кВ

Реструктуризация энергетической отрасли привела к самоустранению энергетиков от проектов создания и модернизации линейной изоляции для распределительных сетей напряжением 0,4–20 кВ, и эту нишу заняли заводы – изготовители линейной изоляции: ОАО «ПО Электросетьизоляция», ЗАО «МЗВА» и др. Что сегодня предлагают производители?

Новые разработки предприятий зачастую копируют зарубежные аналоги с некоторыми изменениями и доработками, необходимыми для линий России. Такая ситуация довольно-таки опасна, поскольку потребителю предлагается большое количество хорошо разрекламированных видов изоляции для одной и той же функции, не имеющих опыта эксплуатации. Выбрать, что полезно и целесообразно из этой гаммы предложений, сложно; при этом вновь организованная структура МРСК не имеет пока своей системы сертификации нового продукта.

ЗАО «ЛЭП-Комплект» и другие компании сегодня предлагают для линий 6 и 10 кВ несколько видов линейной изоляции. Это полимерные изоляторы типа ОЛК 12,5-20, ЛОСК, ИШП-20А, ИШП-20Б. Новизна их в том, что изоляционный элемент изготовлен из полимера, и во время эксплуатации механические нагрузки

от провода воздействуют на изоляционный элемент из кремнийорганической резины или стеклопластика, что обязательно скажется на механических характеристиках изолятора. К тому же отсутствие методов испытания такой изоляции на долговечность увеличивает риск отказов при массовом их использовании.

Электрическая прочность кремнийорганической резины – 20 кВ/мм, фарфора – 25 кВ/мм и стекла – 30 кВ/мм, что ведет к значительному удорожанию полимерных изоляторов против массово применяемых изоляторов ШФ10Г, ШФ20Г, ШС10Д при достижении одинаковых характеристик на электрическую прочность. Но, самое главное, не устраняется основной недостаток фарфоровых и стеклянных изоляторов из отожженного стекла – это сложность обнаружения пробитого изолятора.

Применение опорных линейных фарфоровых изоляторов типа ОФЛ в качестве линейной изоляции и изолированных траверс в моноблоках для линий 6–10 кВ снизит их надежность из-за возможности поломки керамического стержня в месте крепления к траверсе или опоре. Линейный изолятор такой конструкции непробиваем, но обладает низкой механической прочностью, т.к. фарфоровому элементу во время эксплуатации приходится работать на изгиб.

Практика эксплуатации опорно-стержневых фарфоровых изоляторов на 35–110 кВ показала, что частый выход их из строя (разрушение в районе нижнего фланца) случается из-за быстрого старения керамического материала. Для выхода из сложной ситуации ОАО «ФСК ЕЭС» была разработана и находится в стадии реализации программа по замене опорно-стержневых фарфоровых изоляторов на ЛЭП и подстанциях на новые, из высокоглиноземистого фарфора или полимера.

Стеклопластиковый стержень в силу своей конструкции предназначен для использования при применении к нему нагрузки вдоль оси на растяжнике и не предназначен для работы на изгиб и сжатие. А в конструкциях ОЛК и ЛОСК стержень во время эксплуатации должен работать на изгиб и на сжатие.

Опора с изолированными траверсами (применение опорно-стержневых изоляторов – моноблоки)

Предлагаемые конструкции опор ООО «Спецавтоматикасервис» (г. Москва) для строительства линий 6–10 кВ содержат в своих конструкциях опорно-штыревую изоляцию из фарфора или полимера, выполняющих функцию изолятора-траверса или просто изолятора для крепления провода. Данные конструкции защищены патентами, а, соответственно, якобы обладают

новизной. Но любая новизна должна нести полезность. Данные же конструкции значительно дороже традиционных и обладают сомнительной надежностью, т.к. в них используются изоляторы, не проверенные временем.

Традиционные конструкции опор с применением металлических траверсов и штыревых изоляторов имеют единственный недостаток: во время монтажа штыревых изоляторов строители применяют не соответствующий ГОСТу штырь, который во время эксплуатации гнется



Рис. Изолятор ШС10-И

Таблица 1

Характеристики изолятора ШС10-И

Наименование характеристик	Норма
Номинальное напряжение, кВ	10
Механическая разрушающая сила на изгиб, кН	12,5
Механическая разрушающая сила остатка на изгиб, кН	7
Пробивное напряжение частоты 50 Гц	130
Выдерживаемое напряжение (под дождем), кВ	45
Выдерживаемое напряжение стандартного грозового импульса +/-, кВ	110/110
Напряжение при испытании на пробой импульсным напряжением в воздухе (крутой фронт), кВ	220–245
Длина пути утечки, мм	350
Термостойкость (перепад температур), °С	70
Степень загрязнения атмосферы при эксплуатации	–III

Характеристики изолятора ШС30 (LS 175)

Наименование характеристик	Норма
Механическая разрушающая нагрузка на изгиб, кН	20
Номинальный диаметр изоляционной детали, мм	238
Номинальная высота, мм	211,5
Пробивное напряжение, кВ	130
Выдерживаемое напряжение стандартного грозового импульса, кВ +/-	175/175
Напряжение при испытании на пробой импульсным напряжением в воздухе (крутой фронт), кВ	360–395
Выдерживаемое напряжение (в сухом состоянии), кВ	100
Выдерживаемое напряжение (под дождем), кВ	70
Номинальная длина пути утечки, мм	735

от воздействующих нагрузок. Устранив это несоответствие, мы имеем дешевые, надежные, проверенные жизнью изоляционные узлы ЛЭП 6–10 кВ.

Штыревые фарфоровые изоляторы типа ШФ20Г, выпускаемые ОАО «Гжельский завод «Электроизолятор» для линий 6–10 кВ и другими производителями, не имеют претензий со стороны потребителей и по цене в несколько раз ниже полимерных и опорных линейных фарфоровых, что делает их на сегодняшний день выше всех по конкурентоспособности на ВЛ до 10 кВ.

Для рынка также разработан и сертифицирован новый изолятор ШС10И (рис.) – двухэлементный из закаленного стекла и фарфора (табл. 1).

Данная конструкция изолятора может применяться взамен существующих ШФ10Г, ШФ20Г, ШС10Д на линиях 6–10 кВ.

Изолятор имеет повышенные механические и электрические характеристики и легко обнаруживается в случае пробоя изоляции, юбка из стекла разрушается, при этом провод остается на фарфоровом элементе. Также конструкция

данного изолятора предусматривает наличие винтовой втулки, что обеспечивает легкость монтажа (накручивание изолятора на штырь).

При механических нагрузках во время эксплуатации фарфор и стекло работают на сжатие, а нагрузку воспринимает металлический штырь, что обеспечивает неповреждаемость изолятора.

Известно, что производители осваивают трехэлементный штыревой изолятор из закаленного стекла ШС30 (LS 175) (табл. 2), который обладает увеличенной длиной пути утечки – 700 мм и всеми теми же свойствами, что и изолятор ШС10И, и может быть использован для линий до 30 кВ. Данная конструкция изолятора широко применяется в Европе, и наличие такого продукта в России позволит увеличить мощности распределительных линий за счет повышения их напряжения до 30 кВ.

Предполагается, что будущее линейной изоляции для распределительных линий за изоляторами типа ШС10И и ШС30 (LS 175), которые дают возможность увеличить мощности передаваемой энергии и обеспечат необходимую надежность линий.



А.Н. Широких,
технический директор
ЗАО «РОСМА»

ВЫБОР ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В советское время более 90% потребностей рынка в теплотехнических приборах обеспечивалось крупными заводами, такими как: «МАНОТОМЬ» (Томск), московский завод «МАНОМЕТР», казанский «ТЕПЛОКОНТРОЛЬ». После начала перестройки и развала бывшего СССР экономика России пришла в упадок, в стране нарушились хозяйственные связи, отечественные заводы увязли в имущественных спорах и практически прекратили производство, на рынок пришли западные компании, такие как WIKA, BURDON HAENNI, JUMO, KFM и др. Они заняли большую долю рынка, чему способствовали высокая инфляция и сильно заниженный курс доллара. Как альтернатива на нашем рынке появилось большое количество неликвидных приборов и приборов с консервации, которые в советское время – период плановой экономики – накапливались и хранились годами на больших предприятиях, а теперь были за бесценок выброшены на рынок.

Постепенно увеличивается государственное финансирование служб коммунального хозяйства, начинает развиваться частное строительство, налаживаются новые хозяйственные связи, растут новые предприятия. Быстрый рост количества новых узлов учета и реконструкция старых, увеличение потребности в теплотехниче-

ском оборудовании в промышленной отрасли привели к существенному увеличению спроса на рынке измерительных приборов. Такие благоприятные условия способствовали появлению новых производителей манометров и термометров (таких как «РОСМА», «МЕТЕР», «ФИЗТЕХ»), которые пришли на рынок с амбициозными планами и за прошедшее десятилетие сумели превратиться в крупные компании. На примере «МАНОТОМЬ» можно увидеть, что произошло с лидерами советских времен, которые значительно утратили свои позиции либо же вообще фактически прекратили существование. Общей проблемой всех постсоветских гигантов стали менеджмент и большие издержки производства, продвижение товаров на рынке происходит по инерции, а она конечна.

Несмотря на развитие электронных средств измерения и контроля температуры и давления, необходимость визуального контроля не исчезнет еще очень долго. Спрос на эти изделия устойчивый, что приводит к ужесточению конкуренции. Быстро растущий рынок за последние годы притягивал новые инвестиции, в связи с чем новые производители и поставщики появлялись ежегодно. Большинство новых игроков стремились занять долю рынка преимущественно за счет низкой цены на свою продукцию.

Низкая цена, в свою очередь, приводит к необходимости применения более дешевых материалов, ухудшению конструкции, снижению качества механизмов и их ремонтпригодности. По существу приборы становятся одноразовыми со сроком жизни, равным межповерочному интервалу – купил, использовал до окончания поверки и выкинул. Такая концепция полностью устраивает многие посреднические и монтажные организации, которые предоставляют стандартную гарантию на изделия, равную межповерочному интервалу на прибор, для них главное – продать, сдать объект в эксплуатацию. Такая концепция «одноразовых изделий» встречается не только в производстве приборов. На наш взгляд, в этом нет ничего плохого, экономически этот подход вполне оправдан, а продукция также имеет своего покупателя. Но в большинстве случаев промышленной эксплуатации приборов этот подход вряд ли применим, и мнимая экономическая выгода при покупке новых приборов теряется сразу, как только у потребителя возникают дополнительные траты на ремонт или замену вышедших из строя приборов. Это приводит к негативному отношению к таким приборам, их продавцу и, как следствие, к производителю.

Каждый клиент, выбирая приборы для измерения давления и температуры, должен сам сделать выбор: будет это недорогой, одноразовый прибор, который придется менять по окончании срока поверки или приобретать более дорогие и качественные приборы. В случае если предпочтение отдается более качественному оборудованию, стоит обратить внимание на наличие сервисных центров и региональных представительств у производителя. Исходя из вышесказанного, всех производителей теплотехнических приборов предлагаем условно разделить на три ценовые группы.

Первую представляют компании, предлагающие высокое качество и широкий ассортимент товаров по сравнительно высоким ценам. К таким компаниям можно отнести: WIKA, JUMO, «МАНТОМЬ» и некоторые др. Они предлагают очень широкий спектр не только показывающих, но и электронных приборов для высокотехнологичных отраслей: энергетики, нефтяной и газовой промышленности (датчики и преобразователи давления и температуры и др.). Для этих компаний показывающие приборы не являются основным товаром, а необходимы для комплексного снабжения потребителя. Некоторые производители упростили конструкции прибо-

ров, чтобы быть более конкурентными и в других ценовых сегментах, но, как правило, цена даже на такие приборы все равно остается несколько выше из-за более высокой себестоимости производства и общих издержек.

К средней ценовой группе относятся крупные компании с большим опытом работы на российском рынке, проповедующие принцип «высокое качество за разумные деньги». Они имеют достаточно большой ассортимент показывающих приборов, используемых не только в коммунальном хозяйстве и в машиностроении, но и в нефтегазовой и химической отраслях (виброустойчивые и коррозионностойкие манометры и термометры). На наш взгляд, именно у этих компаний соотношение цены и качества товара оптимально, что особенно важно для потребителя в условиях экономического кризиса.

К нижней ценовой группе можно отнести компании, рыночная стратегия которых основана главным образом на низкой отпускной цене. Так, в эту группу попадают большинство поставщиков из Китая, Индии и Белоруссии. Однако необходимо понимать, что качество и срок службы таких приборов соответствуют цене.



Рис. Манометр ЭКМ-100



В.В. Кутилов,
компания **ClimateMaster,**
г. Москва

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ

Теплообменники – неотъемлемая часть современного климатического оборудования, включающего, пожалуй, максимальное число теплообменных элементов. Практически в любом аппарате, механизме, на любом производстве проходят процессы, связанные с выделением или поглощением тепловой энергии. Теплообменники в виде радиаторов охлаждения есть в каждом автомобиле, в бытовых кондиционерах и обогревателях; теплообменником является давний отечественный кипятильник. От быстрой доставки или отведения тепла зависят эффективность многих технологических операций и работоспособность техники.

Проблема теплообмена

С ростом энергетических мощностей и объема производства все более увеличиваются масса и габариты применяемых теплообменных аппаратов, на изготовление которых расходуется немало средств и материалов. Многие инженеры, разрабатывающие теплообменное оборудование, озабочены проблемами снижения размеров и массы теплообменников и повышения эффективности их работы.

Усложняется и конструкция теплообменников. Для интенсификации процесса в теплообменных аппаратах используются все более сложные схемы. Например, применяются турбулизаторы, закрутка потока в трубах с помощью

винтовых вставок, каналы сложной формы, лопаточные завихрители, расположенные на входе или вдоль всей трубы. С целью повышения эффективности теплообмена к потоку газа подмешиваются капли жидкости или твердые частицы, а к потоку жидкости – газовые пузырьки. Во имя интенсификации процессов воздействуют на жидкость электростатическими или ультразвуковыми полями, используют действие вибрации и акустического резонанса.

Виды теплообменников

По принципу действия теплообменники подразделяются на три основных вида: рекуперативные, регенеративные и смешительные.

В рекуперативных теплообменниках передача тепла осуществляется через твердую разделяющую стенку (обычно металлическую). Тогда теплоноситель и приемник тепла не смешиваются и не соприкасаются, сообщаясь только через стенку теплообменника. Это самый распространенный вид таких устройств, используемый повсеместно. Теплоносителем может выступать, например, спираль нагревателя в электрическом котле, а стенка может иметь сложную ребристую поверхность.

Регенеративные теплообменники работают по более сложному алгоритму. Здесь тепло более нагретого теплоносителя отдается сначала твердому телу насадки, затем – холодному. В этом случае теплоносители последовательно

омывают насадку, нагревая и охлаждая ее. Например, в промышленности используются мощные регенеративные теплообменники, которые сначала забирают тепло у разогретой жидкости, а потом отдают его в воздух, выключаясь из цикла.

В смесительных теплообменниках имеет место непосредственное соприкосновение теплоносителя и приемника тепла. Смесительные теплообменники используются в том случае, когда вещества легко разделить после смешения (например, вода поставляет тепло, а воздух его принимает) либо когда вещества можно смешать (например, вода и водяной пар). Такие теплообменники используются, например, на тепловых электростанциях (в градирнях).

По типу устройства теплообменники подразделяются на теплообменники с поверхностью нагрева, состоящей из труб (имеют вид змеевиков), с плоскими поверхностями нагрева и такие, в которых поверхность нагрева образуется стенками аппарата. Здесь выделяют достаточно много подтипов оборудования.

К оборудованию с поверхностью нагрева, составленной из труб, относятся погружные теплообменники, у которых поверхность теплообмена (змеевик) помещается в сосуд с жидкостью – обычно с водой или антифризом.

Оросительные теплообменники состоят из труб, орошаемых снаружи водой. Приемником тепла в данном случае является воздух, а вода повышает теплоотдачу за счет испарения.

Теплообменники «труба в трубе» состоят из двух концентрически расположенных труб, причем один теплоноситель протекает по внутренней трубе, а другой – по кольцевому пространству между обеими трубами.

Широко распространены кожухотрубные теплообменники (рис. 1), состоящие из пучка труб, концы которых закреплены в специальных трубчатых решетках. Пучок труб располагается внутри общего кожуха. В рабочем состоянии один из теплоносителей движется по трубам, а другой – в межтрубном пространстве (между кожухом и трубами). Этот тип теплообменников наиболее распространен в тяжелой промышленности, нефтедобыче и нефтепереработке. Кожухотрубные теплообменники по применимости и распространенности конкурируют с популярными сегодня пластинчатыми теплообменниками. К этому типу теплообменников также относятся устройства: витые из труб, с теплообменом между стенками аппарата и трубами, исполь-

зующие оребренные трубы (теплообменники воздушного охлаждения).

К теплообменникам с поверхностью нагрева, составленной из плоских элементов, относятся пластинчатые и спиральные. Их применение в последние годы расширяется благодаря практичности и высокому КПД, который может достигать 60%.

В число теплообменников с поверхностью нагрева, образуемой стенками аппаратов, входят реакторы, нагревающие змеевики, располагаемые снаружи. В этом случае тепло поступает (или отдается) в змеевик, опоясывающий «рубашку» реактора.

Дополнительно выделяют подтипы теплообменников, в которых применяют различные типы жидкостей, а также теплоносители, находящиеся в различных агрегатных состояниях. Использование жидкостей с низкой температурой кипения позволяет повысить теплопередачу и эффективность работы теплоотводящего оборудования. Такие теплообменники часто называют испарительными, или двухфазными.

Параметры теплообменника

Поскольку самый распространенный тип теплообменников – рекуперативный, преимущественно они используются в инженерной оснастке при строительстве и обустройстве. Разделение по типу устройства касается именно рекуперативных теплообменников – специалисты наиболее широко проработали их возможности, и на рынке предлагается широкая номен-

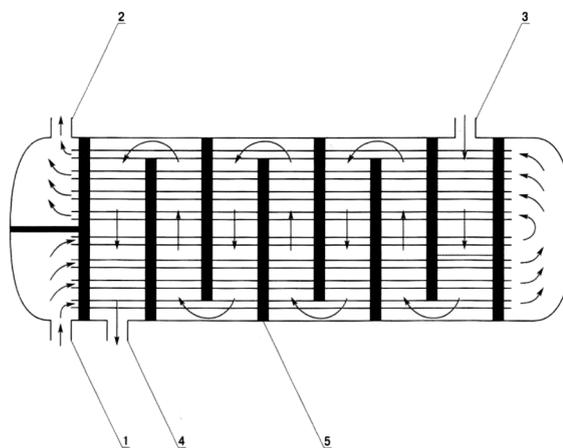


Рис. 1. Теплообменник поверхностного типа (кожухотрубный; 1 – вход в трубную решетку; 2 – выход из трубной решетки; 3 – вход в межтрубное пространство; 4 – выход из межтрубного пространства; 5 – перегородка)

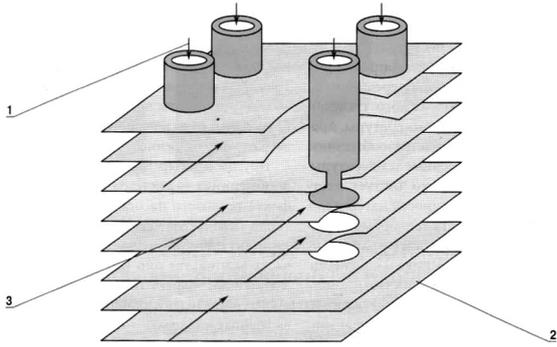


Рис. 2. Пластинчатый теплообменник (1 – поток в трубах; 2 – ребра из тонколистового металла; 3 – поток, параллельный ребрам)

клатура теплообменного оборудования данного типа.

Рекуперативные теплообменники характеризуются следующими параметрами: размер поверхности теплообмена; коэффициент теплопередачи, оценивающий количество тепла, передаваемое через 1 м² поверхности теплообмена при разности температур между теплоносителями 1°С (этот коэффициент зависит от типа теплоносителей, их параметров и скоростей движения).

Указанные параметры определяются потребностью в теплопередаче и задают характеристики самого теплообменника: давление и температуры, при которых будет работать теплообменник (обычно это повышенные температуры и высокое давление, что диктует жесткие требования к прочности материалов и швов); поверхность теплообмена (которая позволяет вычислить производительность теплообменника и соотнести ее с фактической потребностью); конструкционный материал (определяющий надежность конструкции и эффективность теплообмена); наличие температурных напряжений (и необходимость их компенсации). Эти напряжения возникают при неравномерном нагреве различных частей теплообменника, что наблюдается главным образом в случае использования больших промышленных теплообменников и требует особого внимания к конструкции, материалам и компенсирующим элементам.

Популярные теплообменники и их использование

Теплообменники используют в котлах, в установках для охлаждения жидкости (чиллерах), в кондиционерах и рекуператорах, отдающих тепло уже нагретого воздуха свежему вентиля-

ционному потоку. Регенеративный теплообмен позволяет повысить эффективность работы климатической системы, сократив затраты на отопление.

Другой пример использования теплообменника – системы на основе эффекта теплового насоса. В этом случае тепло передается через теплообменники и внутренний водяной контур в ту часть здания, где оно необходимо. Подобный же эффект используется в системах «чиллер-фанкойл» и называется «байпас чиллера» – в том случае, когда температура окружающего воздуха достаточно низка, тепло забирается из охлаждающей воды градирни «чиллер-фанкойл»-системы.

К теплонасосным системам относится и использование в качестве источника тепла водоемов и грунтовых вод. С помощью теплообменника подобную систему можно организовать по закрытому контуру: вода из водоема отдает тепло подготовленной обессоленной воде контура через теплообменник. Подобный подход позволяет избежать проблем, связанных с преждевременным старением и засорением трубопровода внутри здания.

В последнее время в климатических системах все чаще используют именно пластинчатые теплообменники (рис. 2). Как уже отмечалось, они занимают меньше пространства при большей площади теплоотдачи, практичнее и эффективнее. Специалисты утверждают, что применение пластинчатых теплообменников фактически обеспечивает много преимуществ. По экспертным оценкам, замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые позволяет повысить эффективность работы в разных случаях на 20–30%.

Для большинства теплообменников основным конструкционным материалом служит легированная сталь или медь. В качестве припоя применяется медь или более стойкие никельсодержащие материалы. Диапазон давлений для подобных пластинчатых теплообменников достигает 31 бар при температурах до 185°С.

Пластинчатый теплообменник обычно представляет собой элемент, в котором теплоноситель циркулирует в плоскостях между пластинами, скрепленными между собой. На пластинах создают каналы движения теплоносителя, после чего их между собой спаивают или скрепляют иным способом. Толщина пластин такого теплообменника обычно составляет несколько десятых миллиметра (0,3–0,8 мм). Общая же пло-

щадь пластин может варьироваться. Более того, пользователь сам может изменять эффективную площадь теплообмена, вводя в теплообменник дополнительные пластины или извлекая их из него.

Важно заметить, что здесь на первый план выходят физические параметры теплообменников – вес, размер. Для пластинчатых теплообменников это площадь пластин, и задача инженеров – максимально снизить общий объем теплообменной системы, повысив ее производительность. Для этого теплообменники комбинируют различными способами, фиксируя расстояние между ними и скорость движения жидкостей внутри.

Обслуживание теплообменников

Комфортный климат внутри любого помещения, будь то офис, многоквартирный дом или коттедж, влияет на эффективность работы и удобство жизни людей. Поэтому практически любое климатическое (отопительное, кондиционирующее) оборудование нередко работает круглые сутки.

В процессе обслуживания разные виды теплообменников требуют различного внимания к себе. Как и в случае с любым оборудованием, здесь необходимы периодические осмотры и контроль стабильности работы теплообменников. Изменение параметров (например, выходных температур) системы, в которую входит теплообменник, может свидетельствовать о снижении эффективности его работы.

В этом случае необходима проверка состояния поверхностей теплообмена. В первую очередь нужно следить за поверхностями, соприкасающимися с водой. В случае использования обычной, неподготовленной воды на стенках труб и пластинчатых теплообменников осаждаются соли, уменьшающие сечения труб и снижающие теплопроводность стенок. Если для кожухотрубных теплообменников слой накипи в 0,05–0,1 м является вполне нормальным, то для пластинчатых этот показатель критичен – они оборудованы каналами с очень малым сечением. Поэтому даже минимальные солевые отложения быстро изменяют термодинамические параметры таких теплообменников. Соответственно, когда речь идет об очистке внешних поверхностей пластин, все просто, но как только

дело касается очистки внутренних каналов, возникают трудности.

Для решения этих проблем используют различные способы. Изначально для снятия солевых отложений применялись только химические способы – в теплообменник подавали специальные составы. Подобный способ очистки широко применяется и сейчас, однако он не позволяет бороться с встречающимися в ряде случаев кремниевыми отложениями. В течение некоторого времени задача оставалась нерешенной, но с недавних пор все популярнее становится ультразвуковой способ защиты труб и каналов теплообменников: ультразвук позволяет снизить скорость образования накипи, а в ряде случаев и вовсе обеспечить работу оборудования без образования отложений.

Однако защитники пластинчатых теплообменников утверждают, что подобное загрязнение происходит крайне медленно вследствие высокой турбулентности потоков теплоносителя, циркулирующего по оборудованию. Эта турбулентность связана с рифлением, которым обладают пластины теплообменника, и их гладкостью. Часто производители заявляют, что пластины специально отполированы для улучшения теплообмена и увеличения турбулентности. Другой вид работ, связанных с обслуживанием теплообменников, – это очистка внешних блоков, соприкасающихся с атмосферным воздухом. Окисление поверхностей здесь играет не самую первую роль, главная же проблема – в механическом загрязнении: внешний блок забивается пылью, пухом тополей, листьями и другим мусором.

В результате теплообменник практически перестает пропускать воздух, отвод тепла нарушается, компрессор начинает перегреваться и зачастую выходит из строя. Поэтому необходимо не реже одного раза в год проводить профилактический осмотр и чистку внешних блоков теплообменников.

При надлежащем обслуживании качественный теплообменник прослужит без ремонта 18–20 лет. Для климатического оборудования это критический срок эксплуатации, по истечении которого обычно требуется полная замена. Промышленные же теплообменники практически всегда можно подвергнуть восстановительной процедуре, вернув их в работу после капитального ремонта.



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Для повышения качества продукции и увеличения срока службы промышленного оборудования используются фильтры очистки и осушители сжатого воздуха. Постоянно совершенствуясь благодаря усилиям производителей, эти установки остаются выгодной альтернативой даже широко рекламируемым в последнее время безмасляным компрессорам.

Чистота сжатого воздуха, используемого в технологических процессах, является неукоснительным требованием во многих областях индустрии. Достаточно назвать, к примеру, космическую отрасль, чьи нормативы строги как нигде, а также химическую, электронную, фармакологическую и пищевую промышленность, где тоже знают цену «нежелательным примесям». Если же взять отдельно самую «неизбежную» составляющую такой беды, то в плане ее радикального устранения вывод на массовый рынок т.н. безмасляных винтовых компрессоров оказался подлинной панацеей.

Эти агрегаты буквально всем хороши – здесь реклама и в самом деле ни капельки не приукрашивает. Но потребители, в свою очередь, отмечают малое количество производителей такой техники и еще довольно высокую ее стоимость.

К тому же безмасляные компрессоры имеют весьма существенное ограничение по областям применения: в силу винтовой конструкции агрегата обеспечиваемое им максимальное давление не превышает 11,5 бар. И там, где этот параметр должен быть больше, а требования по отсутствию примесей достаточно высоки, для очистки компрессионного воздуха от неизбежно попадающего в него технического масла (причем не только при поршневой, но и при стандартной винтовой прокатке) традиционно применяют угольные фильтры.

Очистка от масла

Фильтры с активированным углем способны практически идеально освободить сжатый воздух от органических примесей. Однако срок их службы зависит от температуры и влажности прокачиваемого воздуха, концентрации масла на входе. К тому же потребителю придется заранее смириться с высокими затратами на их обслуживание, т.к. сами по себе эти фильтры никак не регенерируются. Прибавьте сюда же затраты на утилизацию эмульсии.

Производители оборудования для подготовки сжатого воздуха не понаслышке знают обо

всех этих проблемах, и каждый по-своему стремится устранить их. К примеру, фирма Friulair выпускает сепараторы CCS, работающие по принципу закручивания потока струи сжатого воздуха. Эта, проще говоря, центрифуга предназначена для отделения капельной фракции жидкостей и крупных твердых частиц, даже с переменными скоростями потока. Она высокоэффективна и не требует обслуживания.

Магистральные фильтры Friulair представлены следующими моделями: FT, LF и FW. Они имеют четыре степени фильтрации. Применяемый материал устойчив к высоким температурам (максимум 120°C) и синтетическим маслам, не содержит силиконовых веществ. Фильтры серии FT и FW имеют разъемный корпус для замены фильтрующего элемента. Стандартная комплектация с автоматическим конденсатотводчиком и ручным клапаном для карбоновых картриджей. Фильтры серии LF имеют встроенный фильтр-картридж в «стакан». Применяются при «плотном» монтаже и в труднодоступных местах.

Лучше нормы

Блок фильтрации ETC встраивается непосредственно в рабочий контур компрессора, между масляным сепаратором и радиатором. Воздух подогревается в пластинчатом теплообменнике и подается далее в заполненный катализатором конвертер. Необходимая рабочая температура катализатора поддерживается посредством электроподогрева.

При протекании через конвертер содержащиеся в воздухе углеводороды каталитически окисляются. Очищенный сжатый воздух после прохождения через ETC получается даже существенно лучше, чем предписывается по нормам DIN-ISO 8573-1, класс 1. Содержание масел в нем даже при экстремальных условиях эксплуатации оборудования никогда не превысит показателя в 0,001 мг/м³. Прочие углеводороды, попавшие во всасываемый воздух из окружающей среды, будут тоже полностью окислены. Этот высокий стандарт поддерживается в течение всего срока службы картриджа конвертера (минимум 15 тыс. рабочих часов).

За счет энергосберегающего типа окислительного процесса (приблизительно 5 (Вт/м³)*мин), а также исключения необходимости утилизации отходов данная система обеспечивает себе экологически и экономически уверенную перспективу применения.

После использования катализатор заново регенерируется, таким образом, общий энергетический и экологический баланс выглядит более чем позитивно.

Затраты на техобслуживание очень незначительны, а на срок гарантийного эксплуатационного периода их не требуется вовсе. Достаточно осуществлять просто зрительный контроль во время периодической инспекции компрессорного агрегата в целом.

Система ETC может быть доустановлена в технологическую линию в любой момент и подходит для всех типов компрессоров. Катализатор работает равномерно в течение всего срока службы, независимо от влажности воздуха, температуры на выходе из компрессора, концентрации масла на входе в конвертер.

Убираем конденсат

Производимый компрессором воздух всегда содержит водный конденсат, который при попадании в пневмосистему приводит к коррозии, а как следствие – к преждевременному выходу из строя дорогостоящего оборудования. Компании, производящие устройства для подготовки сжатого воздуха, настоятельно рекомендуют использовать осушители, призванные полностью удалять влагу. Затраты на инвестиции в них невелики и уж никак не сопоставимы с расходами на последующий ремонт оборудования, если подобной очисткой пренебрегать. Между тем эффективность различных моделей осушителей, представленных на компрессорном рынке, достаточно высока.

Та же компания Dalgakiran, к примеру, предлагает использовать для удаления конденсата осушители адсорбционного типа серии SDA. Они позволяют получать воздух с точкой росы до -70°C (содержание влаги 0,12 г на 1 м³). При этом потери на регенерацию не превышают 15%.

Еще более низкий показатель потерь (5%) имеет осушитель серии NST. Он предназначен для осушения сжатого воздуха до точки росы – -40°C. То же относится к оборудованию адсорбционного типа, но с горячей регенерацией.

Серия осушителей PLH максимально использует производственные и функциональные преимущества пластинчатых теплообменников. Они являются более подходящими для условий работы под очень высоким давлением (на моделях PLH 15-500). А осушитель рефрижераторного типа серии DK пред-

ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ



Рис. Осушитель FRIULAIR серии HDT

назначен для осушения сжатого воздуха до точки росы +3°C.

Фирма Friulair использует собственное ноу-хау. Причем как в производстве оборудования, так и в выпуске комплектующих к нему.

Только осушители холодильного типа представлены ею сразу семью моделями – АСТ, АДЕ, АНТ, DFE, PCD, PLH, PLS, TDF-MAXI. Линейка обладает широким диапазоном по производительности – от 200 до 200 000 л/мин. Точка росы сжатого воздуха на выходе из осушителей – +3°C, исключение составляют осушители АДЕ (+5°C) и АНТ (+7°C). Но если потребителю нужен иной показатель, то это тоже не проблема. Адсорбционные осушители с холодной регенерацией серии HDT (рис.) выпускаются для получения точки росы сжатого воздуха до -70°C.

Установка концевого охладителя серии AFR максимально гарантирует приведение сжатого воздуха к эксплуатационным параметрам и защиту последующего пневмооборудования от высокой температуры. Сжатый воздух охлаждается приблизительно на 10°C выше температуры окружающего воздуха. Эффект охлаждения конденсирует высокий процент водяного пара в жидкость, вода отделяется от воздушного потока в циклонном сепараторе, установленном на выходе из охладителя.

Владимир БАРАНОВ.
По материалам журнала
«Промышленный вестник»

НОВОСТИ

ООО «ЭНЕРГОДЕВЕЛОПМЕНТ» УСПЕШНО ПРОВЕЛО ЗАМЕНУ ГОРЕЛОК

ООО «ЭнергоДевелопмент» успешно провело замену устаревших мазутных горелочных устройств отечественного производства на современные газовые горелки компании IBS (Италия) на котлах ДКВР-6,5-13 и ДКВР-20-13. Применены горелки с укороченным пламенем и с регулируемой длиной пламени.

Объект в Ярославской области с новыми горелками успешно сдан в эксплуатацию в начале декабря 2009 г.

Установка горелок компании IBS позволила заказчику снизить ежедневные затраты на закупку топлива почти в четыре раза. При этом суммарная стоимость импортных горелочных устройств ненамного превосходит стоимость отечественных аналогов. В настоящий момент аналогичный проект начался в Волгоградской области на котлах серии ПТВМ.

РосТепло.RU



БАЛАНСИРОВКА ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ. ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Что, когда и как балансировать

Работы по балансировке следует предусмотреть в двух случаях:

- ◆ при повышенной вибрации оборотной частоты, вызванной дисбалансом;
- ◆ при работах по ремонту ротора, которые не исключают внесения дисбаланса либо связаны с неопределенным состоянием неуравновешенности (например, после правки одного из роторов, при замене одного из роторов). Насадные детали (кроме легких точеных вкруговую колец) перед посадкой на ротор следует подвергнуть статической балансировке. Излишне балансировать детали, которые прошли балансировку при изготовлении (имеется соответствующий документ).

На станке предусматриваются две технологии балансировки:

- ◆ определение и компенсация внесенного дисбаланса путем двукратной балансировки ротора соответственно до и после выполнения ремонтных работ (первая технология);
- ◆ балансировка ротора с последующим (по возможности) распределением грузов по длине (вторая технология).

Первая технология используется при локальном внесении дисбаланса (перелопачивание одного-двух дисков, снятие и насадка бандажных колец с ремонтом подбандажной изоляции).

Вторая технология применяется после полной перемотки ротора генератора, полного перелопачивания ротора турбины, также после правки ротора, либо при компенсации прогиба, если последняя невыполнима по результатам индцирования. При полной перемотке ротора генератора полезно предварительно отбалансировать «голый» ротор до начала укладки новой обмотки.

Для гибких роторов применение второй технологии требует последующей балансировки на месте. Избегайте по возможности такой балансировки, применяйте ее только в случаях, упомянутых выше. Как правило, в других случаях балансировка по второй технологии нарушает состояние уравновешенности и затрудняет последующие работы по виброналадке.

Балансировка на месте выполняется:

- ◆ при повышенной вибрации оборотной частоты, вызванной дисбалансом;
- ◆ при ремонте роторов с возможным внесением дисбаланса.

В последнем случае балансировку после ремонта следует запланировать, если не выпол-

нялись работы по балансировке на станке либо если при балансировке на станке использовалась вторая технология (см. выше).

Распределение грузов по длине ротора выполняется после балансировки на станке по второй технологии (по возможности) и в процессе балансировки на месте, если штатных плоскостей коррекции не достаточно для компенсации дисбаланса либо устанавливаемые массы грузов чрезмерно велики (см. п. «Балансировка на месте»).

Определение причин вибрации

Ниже рассматриваются дисбаланс, прогиб ротора, дефекты муфты.

Рассмотрите все варианты, которые по предварительному анализу не могут быть исключены. Учтите, что кроме описываемых здесь, вам могут встретиться и другие дефекты.

Дисбаланс

Отложение солей или эрозия лопаток

Признаки: вибрация меняется медленно (в течение нескольких месяцев). Если дисбаланс локализуется на РНД, то наиболее вероятно эрозия лопаток, иначе – неравномерное отложение солей.

Повреждение лопаточного аппарата

Признаки: вибрация меняется мгновенно либо несколькими скачками за рассматриваемый период. По масштабу дефекта определите вид повреждения лопаток: при малом масштабе наиболее вероятны поломки проволочных и бандажных связей, при большом – собственно лопаток.

Ослабление посадки дисков

Признаки: дисбаланс меняется при взятии нагрузки. Чаще наблюдается на новом роторе либо после замены или пересадки дисков. Локализуется только в местах посадки насадных дисков.

Технологический (ремонтный) дисбаланс

Признаки: возникает после ремонта роторов: на генераторе при ремонте со снятием бандажей, на турбине – после перелопачивания или замены дисков (диска). После замены ротора изменения вибрации неизбежны.

Прогиб ротора

Остаточный прогиб ротора

Признаки: вибрация мало зависит от режима, практически не меняется во времени.

Тепловой прогиб ротора турбины

Признаки: плавный рост вибрации по мере повышения температуры ротора либо во вре-

мени под нагрузкой. Локализуется на турбинных роторах, преимущественно на РВД и РСД.

Основные причины: отсутствие тепловых осевых зазоров между насадными деталями. Если зазоры отсутствуют во втулках концевых уплотнений, то причина определяется опытом с изменением температуры пара, подаваемого на уплотнения (см. раздел «Испытания»).

Наличие масла в центральном отверстии ротора, в некоторых случаях рост вибрации происходит непрерывно во времени до весьма высоких значений (неустойчивый режим теплообмена в центральном отверстии). Определяется осмотром внутреннего отверстия.

Протечки пара внутрь ротора

Как правило, может наблюдаться на роторах, ранее препарированных для проведения специальных испытаний. Определяется проверкой плотности внутренней полости ротора.

Тепловая нестабильность ротора вследствие ликвационных дефектов поковки.

Причина встречается крайне редко, поскольку поковки турбинных роторов отбраковываются по этому дефекту в условиях заводов.

Тепловой прогиб ротора генератора

Признаки: рассматриваемые изменения вибрации растут с увеличением электрической нагрузки, локализуются на подшипниках ротора генератора.

Основные причины: неравномерность охлаждения ротора, преимущественно для роторов с непосредственным охлаждением. Возникает вследствие неравномерности сечений охлаждающих каналов. Определяется опытом с нестационарным режимом охлаждения (см. раздел «Испытания»).

Витковые замыкания в обмотке ротора. Определение: исключить неравномерность охлаждения (см. выше), выполнить опыты с включением и отключением АГП, холостого хода и короткого замыкания, снятие импеданса на выбеге, специальные опыты на выведенном роторе для определения витковых замыканий (см. раздел «Испытания»).

Трещина в роторе

Признаки: ускоряющийся рост изменений вибрации во времени, изменение вибрации двойной оборотной частоты, наиболее заметное на скоростной характеристике (АФЧХ). Смотри также диагностику по двойной оборотной частоте.

Тепловой прогиб в опорных шейках

Признаки: вибрация меняется во времени, может достигать весьма высоких значений, от нагрузки обычно не зависит и обнаруживается на холостом ходу. Усугубляется при перегрузке вкладыша, например вследствие расцентровки, в связи с чем иногда может изменяться с нагружением из-за изменений центровки.

Причины: возникает вследствие неравномерного выделения тепла при трении в подшипнике. При пуске турбины без генератора является следствием тепломеханических явлений, связанных с динамикой свободного конца вала.

Способ устранения: увеличение масляных зазоров, балансировка, при попытках пусков турбины без генератора исключить их, при повышенной температуре вкладыша (перегрузка) отцентровать роторы по муфтам.

Технологический (ремонтный) прогиб

Признаки: возникает после ремонта, локализуется на роторах, на которых выполнялись работы по пересадке насадных деталей либо правка (устранение прогиба).

Причины: чаще всего связан с защемлениями на посадочных местах при охлаждении насаживаемых нагорячо деталей. В ряде случаев исчезает либо существенно уменьшается после разгона ротора (испытания автомата безопасности).

Дефекты муфты

а) Возникли в процессе эксплуатации

Признаки: возникают внезапно, обычно после крутильного удара, например при несинхронном включении агрегата в сеть, также при максимальной нагрузке вследствие изменения положения одной из полумуфт, например из-за плохой пригонки по посадочному месту. После этого вибрация чаще всего остается неизменной и от нагрузки не зависит. Окончательно определяются измерениями коленчатости и маятникового боя.

б) Технологические (ремонтные) дефекты

Признаки: локализуются на муфтах, которые при ремонте подвергались разборке, возникают из-за несовершенства фланца и призонных болтов.

При ремонте муфты со снятием и посадкой одной из полумуфт, также при спаривании муфты или перерайберовке отверстий дефекты возникают вследствие брака и нарушений технологии контроля сопряжения муфты.

Низкочастотная составляющая вибрации

Диагностика по низкочастотной составляющей вибрации (НЧВ) основывается на сведениях об особенностях поведения конкретных агрегатов, локализации низкочастотной вибрации и ее частоте.

В связи со спецификой НЧВ диагностика всегда производится по заданному уровню вибрации, а не по изменениям.

Для крупных турбоагрегатов вибрация на опорах РВД, как правило, связана с недостаточным запасом устойчивости, что при небольших отклонениях зазоров в проточной части от оптимальных вызывает появление НЧВ. Частота вибрации при этом обычно 25 Гц.

На опорах генератора чаще наблюдается вибрация с частотой собственных колебаний ротора и связана с потерей устойчивости вращения на масляном слое подшипников скольжения. Положительные результаты дает при этом увеличение зазоров в подшипниках, в первую очередь боковых.

В связи с расцентровками и, соответственно, разгрузкой опор НЧВ может возникать на подшипниках других роторов.

Если для рассматриваемого типа агрегатов НЧВ является типичной, то, как правило, персонал хорошо информирован и о причинах НЧВ, и о способах борьбы с ней.

Для НЧВ на вспомогательных механизмах вследствие разнообразия их конструкций и недостаточной изученности должны быть приняты во внимание все возможные причины.

Особый вид НЧВ связан с воздействием на агрегат механизмов вспомогательного оборудования. При этом частота вибрации совпадает с частотой вращения механизма. По этой причине наблюдалась НЧВ на опорах турбины с амплитудой 25 мкм. Характерно следующее:

♦ частота вибрации не кратна частоте вращения вследствие скольжения на асинхронных двигателях;

♦ интенсивность НЧВ может меняться с периодом в несколько минут, если одновременно включены два или более механизмов. Это также связано с несинхронным вращением механизмов и периодическим изменением относительных фаз их оборотной вибрации.

а) Вибрация на подшипниках РВД или РСД турбины, частота – 25 Гц

Признаки: возникает при существенной нагрузке, зависит от порядка открытия клапа-

нов, часто исчезает при открытых клапанах и прикрытой главной паровой задвижке (ГПЗ).

Причины: зазоры в проточной части ЦВД, а возможно, и ЦСД не обеспечивают устойчивости при полной нагрузке, неблагоприятны порядок открытия клапанов парораспределения, расцентровка роторов по полумуфтам, несовершенство расточка опорных подшипников, для подвижной муфты – износ рабочих поверхностей, отсутствие смазки.

Наладка:

♦ При ремонте обеспечить зазоры и центровку по уплотнениям в соответствии с заводскими требованиями: радиальные зазоры по бандажным уплотнениям не должны быть меньше, а осевые не должны быть больше формулярных. Роторы ВД и СД не должны стоять существенно ниже осей концевых уплотнений.

♦ Проверить и при необходимости заменить либо отремонтировать подвижную муфту.

♦ Проверить и при необходимости откорректировать центровку по полумуфтам по возможности с учетом эксплуатационных расцентровок.

♦ Выполнить мероприятия по изменению порядка открытия клапанов и реконструкцию парораспределения, если таковые предусмотрены заводом и не выполнены.

♦ Проверить и откорректировать расточку вкладышей, привести в соответствие с формулярными зазоры по вкладышам, обеспечив максимально допустимые боковые зазоры и минимально допустимый верхний.

♦ При наличии в верхней половине вкладыша открытого зазора (охлаждающей камеры) выполнить реконструкцию вкладыша на двухклиновой – с закрытым верхним зазором.

♦ В качестве временной меры можно попытаться перестроить клапана парораспределения ЦВД, работать при полностью открытых клапанах и частично закрытой ГПЗ, перецентрировать РВД и РСД по муфтам и уплотнениям, изменить зазоры в опорных подшипниках. Перецентрировка при закрытых цилиндрах должна выполняться с большой осторожностью, при квалифицированном контроле и после того, как другие мероприятия оказались безуспешными.

б) Вибрация на других подшипниках

Признаки: частота вибрации равна первой собственной частоте ротора, иногда 25 Гц. Снижается или исчезает при повышении температуры масла (не всегда).

Причины: недостаточна устойчивость вращения ротора на масляном слое, расцентровка по

муфтам, при подвижной муфте – дефекты муфты. Для частоты ровно 1/2 либо 1/3 от оборотной может быть субгармонический резонанс, если оборотные вибрации на опорах ротора синфазны.

Наладка: выполнить мероприятия по расточкам вкладышей, центровке, при подвижной муфте также по ревизии и ремонту муфты (см. наладку при вибрации РВД, предыдущий пункт меню). При подозрении на субгармонический резонанс – балансировка ротора симметричными грузами.

в) НЧВ, наводимая вспомогательными механизмами

Признаки: вибрация не зависит от режима и температуры смазки, частота вибрации совпадает с частотой вращения крупного низкочастотного механизма, работающего вблизи агрегата (на расстоянии до 30 м), вибрация исчезает при остановке этого механизма. При работе двух и более однотипных низкочастотных механизмов НЧВ может периодически меняться по уровню.

Наладка: устранить вибрацию на оборудовании, наводящем вибрацию.

К-800-240-5 ЛМЗ+ТГВ-800

а) Вибрация на РВД при полной нагрузке, частота – 25 Гц

Причины: зазоры в проточной части ЦВД, а возможно и ЦСД, не обеспечивают устойчивости при полной нагрузке.

Наладка: при ремонте обеспечить зазоры и центровку по уплотнениям в соответствии с заводскими требованиями: радиальные зазоры по бандажным уплотнениям не должны быть меньше, а осевые не должны быть больше формулярных.

Роторы ВД и СД не должны стоять существенно ниже осей концевых уплотнений.

В качестве временной меры можно попытаться перестроить клапана парораспределения ЦВД, перецентрировать РВД и РСД по муфтам и уплотнениям, изменить зазоры в опорных подшипниках. Перецентрировка при закрытых цилиндрах должна выполняться с большой осторожностью, при квалифицированном контроле и после того, как другие мероприятия оказались безуспешными.

б) Вибрация на РГ, частота – около 13 Гц

Причина: недостаточна устойчивость вращения ротора генератора на масляном слое.

Наладка: Увеличить боковые зазоры в подшипниках № 11 и 12 до 1,2 мм путем расточки. Если это уже выполнено и положительный эффект не достигнут, то по согласованию с заводом увеличить их аналогично до 1,4 мм.

в) Вибрация на роторах РНД, частота – от 22 до 28 Гц

Причина: расцентровка и неблагоприятное перераспределение нагрузок на опоры. Неудовлетворительное состояние расточек вкладышей.

Наладка: перецентровка по муфтам вибрирующих роторов с соседними, желательно с учетом эксплуатационных расцентровок, контроль расточек вкладышей с увеличением боковых зазоров в допустимых пределах.

Вспомогательное оборудование. Возможные причины, способы идентификации и устранения

а) Несовершенство расточка вкладышей

Признаки: подшипники скольжения цилиндрические или овальные, частота вибрации равна собственной частоте ротора или 1/2 от оборотной, вибрация падает или исчезает при повышении температуры смазки примерно на 10°C от исходного уровня (не всегда).

Наладка: расточка вкладышей на станке, увеличение боковых зазоров до максимально допустимых размеров (примерно до 0.002D).

б) Расцентровка якоря электродвигателя

Признаки: признаки совпадают с п. 1, дополнительно – ось агрегата горизонтальна, вибрация локализуется на электродвигателе, ось якоря расположена выше оси расточки.

Наладка: перецентровать электродвигатель, расположив ось якоря ниже оси расточки на допустимую величину.

в) Статический дисбаланс ротора

Признаки: частота вибрации – половина либо 1/3 от оборотной, оборотная составляющая вибрации на опорах вибрирующего ротора синфазна, мероприятия по пп. 1 и 2 не приводят к устранению вибрации. НЧВ может возникать и при небольших значениях амплитуд оборотной вибрации.

Наладка: балансировка ротора симметричными грузами.

г) Дефекты подвижной муфты

Признаки: признаки по п. 1, не эффективны мероприятия по п. 1, износ муфты, недостаток или отсутствие смазки, возможна расцентровка.

Наладка: отцентровать роторы по муфте по возможности с учетом эксплуатационных перемещений опор, при необходимости заменить или отремонтировать муфту.

д) Вибрация наводится соседним оборудованием

Признаки: вибрация не зависит от режима и температуры смазки, частота вибрации совпадает с частотой вращения крупного низкочастотного механизма, работающего вблизи агрегата (на расстоянии до 30 м), вибрация исчезает при остановке этого механизма. При работе двух и более однотипных низкочастотных механизмов НЧВ может периодически меняться по уровню.

Наладка: устранить вибрацию на оборудовании, наводящем вибрацию.

Если вам встретился случай, не указанный выше, попробуйте разобраться самостоятельно или проконсультируйтесь у квалифицированных специалистов, например в ЦКБЭнерго.

Составляющая двойной оборотной частоты

Диагностика по составляющей двойной оборотной частоты заключается в выделении одной из следующих причин:

- ◆ двоякая жесткость ротора;
- ◆ эллипсность шеек;
- ◆ электромагнитные силы;
- ◆ коленчатость муфты с расцентровкой;
- ◆ резонанс системы «ротор-опоры» второго рода;
- ◆ трещина в роторе.

Чрезвычайную важность приобретает обстоятельство, связана ли причина с изменениями вибрации или она имеет место постоянно в течение длительного предшествующего периода или с момента монтажа: двоякая жесткость ротора со временем не изменяется при отсутствии трещины, эллипсность шеек не меняется, если не происходит повреждения шеек либо их проточки (шлифовки со снятием известного припуска) и др.

а) Двоякая жесткость ротора

Признаки: вибрация локализуется на подшипниках ротора генератора, мало зависит от режима (обычно незначительно снижается с нагружением), стабильна во времени.

При выбеге на АФЧХ четко обнаруживаются резонансы второго рода на частотах вращения, равных половине собственных частот колебаний ротора, из них наиболее заметен резонанс

на частоте вращения, равной половине первой собственной частоты (для большинства роторов в пределах частот вращения от 400 до 700 об/мин).

Двоякая жесткость ротора дефектом не является и подлежит компенсации только при повышенной интенсивности вибрации (см. «Наладка»).

Наладка: выравнивание жесткости ротора генератора путем его механической обработки по чертежам и технологии завода. Применение динамических гасителей вибрации (ДГВ). Смотрите также пункт «Резонанс второго рода».

б) Эллипность шеек

Признаки: вибрация локализуется на подшипнике, на который опирается эллипсная шейка ротора, не зависит от режима, стабильна во времени.

При выбеге на АФЧХ можно обнаружить резонансы второго рода на частотах вращения, равных половинам собственных частот колебаний ротора, из них наиболее заметен резонанс на частоте вращения, равной половине первой собственной частоты рассматриваемого ротора.

Окончательно устанавливается индицированием поверхности шейки с последующим расчетом по программе биения либо обмерами шейки.

Наладка: проточка шейки.

в) Электромагнитные силы

Признаки: частота вибрации – 100 Гц независимо от номинальной частоты вращения агрегата.

Вибрация возникает при подаче возбуждения на ротор генератора (электродвигателя), локализуется на его подшипниках и корпусе генератора (электродвигателя), при нагружении по амплитуде меняется мало.

Наладка необходима при повышенной интенсивности вибрации.

Причины: деформация сердечника статора. Ослабление шихтовки железа статора. Для многополюсных машин – расцентровка ротора в расточке статора.

Наладка: устранение резонансных явлений на сердечнике статора путем приварки дополнительных связей по согласованию с заводом. При необходимости – обтяжка железа. Для многополюсных машин – проверка и корректировка центровки ротора в расточке.

г) Коленчатость муфты

Признаки: вибрация локализуется на общем корпусе двух подшипников, соседних с жесткой муфтой, наблюдается при коротком расстоянии

между подшипниками, сопровождается оборотной вибрацией.

На корпусе может быть повышенная осевая вибрация оборотной частоты. Влияние коленчатости усугубляется при появлении расцентровки. Может сочетаться с другими источниками такой вибрации.

Окончательно устанавливается измерением коленчатости.

Наладка: устранение коленчатости.

д) Резонанс системы «ротор-опоры» второго рода

Признаки: обнаруживается при снятии известным способом частотной характеристики (АФЧХ) по двойной оборотной частоте. Резонансный пик расположен на рабочей частоте вращения или непосредственно вблизи нее. При допустимой вибрации наладка не требуется.

Наладка: отстройка от резонанса путем изменения жесткости опоры (ужесточения), по согласованию с заводом может быть осуществлена доступная реконструкция ротора (например, установка на консоль массивного диска, существенно снижающего собственную частоту ротора). Установка динамического гасителя вибрации.

е) Трещина в роторе

Признаки: рост вибрации во времени. Одновременный рост оборотной составляющей вибрации, часто в большей мере, чем двойной оборотной. На АФЧХ резкое изменение (рост) вибрации на критических частотах второго рода (двойной оборотной частоты) с одновременным существенным изменением (ростом) вибрации оборотной частоты на первой критической частоте.

На остановленном агрегате окончательно устанавливается путем тщательного осмотра и дефектоскопии, путем индицирования, а также специальной аппаратурой, измеряющей анизотропность ротора по изменению собственной частоты колебаний при поворачивании.

При наличии развивающейся трещины требуется замена ротора.

Высокочастотная составляющая вибрации

Высокочастотная вибрация (ВЧВ) сопровождается вибрацию других частот при дефектах опорной системы либо больших динамических нагрузках. При наличии НЧВ возникает как следствие ненормальной работы масляного клина при потере устойчивости.

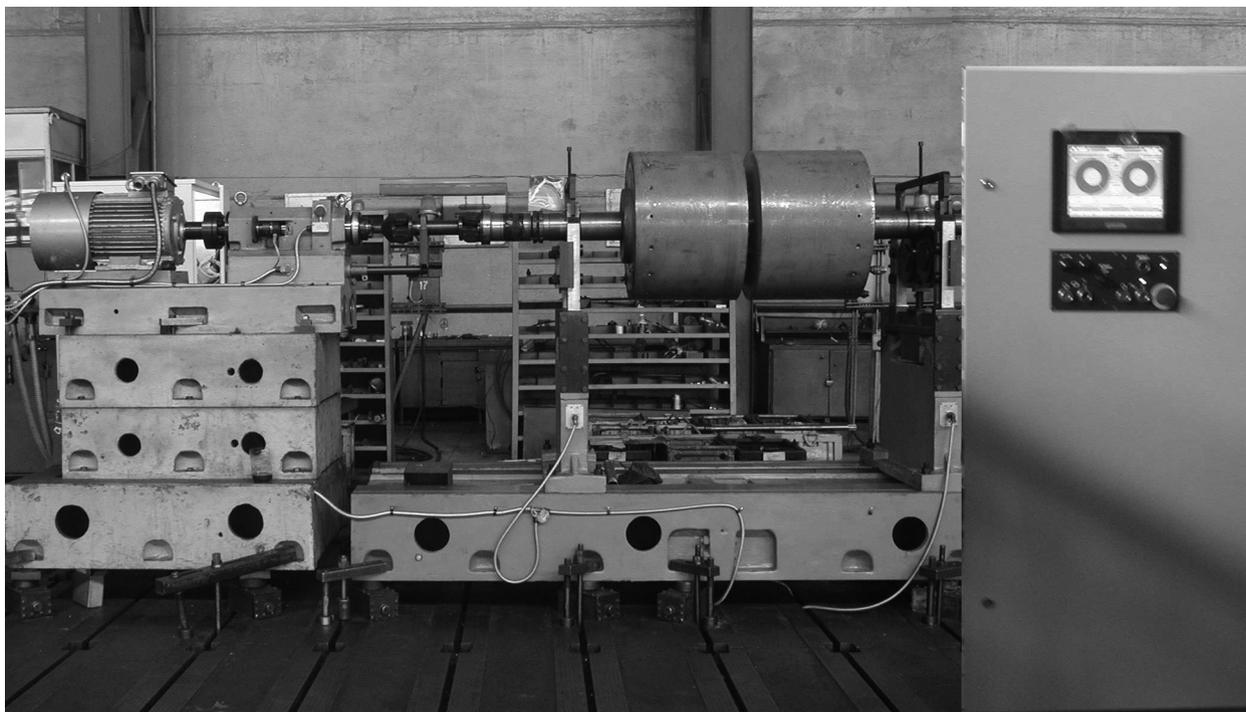


Рис. Балансировочный станок для измерения угла и значения дисбаланса балансируемых роторов

На жестких опорах (например, на переднем подшипнике многих типов турбин) причиной ВЧВ могут быть возмущающие силы оборотной частоты даже при низком уровне оборотной составляющей вибрации (двойная амплитуда виброперемещения – 15 мкм и более).

При росте ВЧВ в течение нескольких минут либо непрерывном росте ВЧВ с одновременным ростом оборотной составляющей причиной могут быть задевания ротора по уплотнениям, одновременно может возникнуть НЧВ.

В других случаях ВЧВ может быть следствием повреждения опорных элементов: повреждение опорных колодок, повреждение баббитовой заливки, отрыв корпуса подшипника от фундаментной плиты либо фундаментной плиты от фундамента. В некоторых случаях это можно выяснить снятием контурной характеристики вибрации.

Наладка: ревизия и ремонт опорных элементов, снижение возмущающих сил оборотной частоты (балансировка, ремонт муфт и др.), устранение НЧВ при ее наличии и задеваний по уплотнениям при их наличии.

Сложный спектр вибрации

а) Существенны все составляющие спектра

При росте вибрации во времени возможны задевания.

Смотри также диагностику по НЧВ и по другим составляющим спектра.

б) Существенны оборотная и высокочастотная составляющие спектра

Определяющими являются причины оборотной вибрации.

Смотри диагностику по оборотной и высокочастотной составляющим спектра.

в) Существенны оборотная и двойная оборотная составляющие спектра

Возможны коленчатость в муфте, трещина в роторе, а также сочетание дефектов, вызывающих оборотную и двойную оборотную составляющие спектра вибрации.

Смотри диагностику по оборотной и по двойной оборотной составляющим спектра.

г) Существенна НЧВ в сочетании с другими гармониками

Определяющей является НЧВ, дальнейшая диагностика возможна после устранения НЧВ.

Смотри диагностику по НЧВ.

По материалам компании «ДИАМЕХ 2000»



А.В. Самородов,
филиал ГОУ «Уфимский
государственный нефтяной
технический университет»
453265, Республика Башкортостан
г. Салават,
ул. Губкина, 22А/67.
Тел. (34763) 335480
E-mail: megavolt_sav@mail.ru

УДК 621.311

ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНО-КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

На данный момент существует много методов диагностики электроприводов насосно-компрессорного оборудования, но не все из этих методов можно применять для диагностики взрывозащищенных приводов, в связи с опасностью взрыва среды на установке. Предлагается метод диагностики, основанный на спектральном анализе токов и напряжений двигателя электропривода. Применяя этот метод, можно перейти от планово-предупредительного ремонта оборудования к ремонту по фактическому состоянию. Также для диагностики оборудования данным методом не требуется выводить из работы оборудование, а контроль за состоянием можно вести удаленно.

Ключевые слова: электропривод, ресурс, насосно-компрессорное оборудование.

At the present moment there are a lot of methods of diagnostics of electric drives of pump and compressor equipment but not all of them can be applied for diagnostics of explosion-proof drives because of the risk of explosion at site. An article suggests the method of diagnostics based on spectral analysis of current and voltage of the motor of electric drive. Applying this method you can change from scheduled preventive repair of equipment to repair on actual state.

Key words: electric drive, lifetime, pump and compressor equipment.

Значительную часть оборудования предприятий нефтехимических производств составляет насосно-компрессорное оборудование, и, соответственно, основная доля отказов оборудования приходится именно на них. Их работоспособность во многом определяет надежность всего технологического комплекса.

Для обеспечения безотказности насосно-компрессорного оборудования с электрическим приводом в настоящее время применяется целый комплекс методов и средств, часть которых ориентирована на идентификацию технического состояния и прогнозирование ресурса механической части, а другая часть – элементов элект-

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

трического привода. Для диагностирования элементов механической части успешно применяются вибрационные, радиационные, акустические, тепловые и электромагнитные методы и средства.

Применяемые методы и средства диагностики, основанные на испытании повышенным напряжением, на измерении отклонений номинальных значений токов и напряжений, изменений составляющих этих величин по амплитуде, фазе, частоте, измерении сопротивлений и проводимостей диэлектриков и проводников, в основном ориентированы на использование в системе планово-предупредительных ремонтов и испытаний оборудования.

При применении данных методов для диагностирования взрывозащищенных электроприводов существует ряд проблем. Эти проблемы связаны с тем, что возникают дополнительные погрешности измерений из-за массивности корпуса, наличия охлаждающего агента, также затруднен доступ к токоведущим частям, существует необходимость использования средств диагностики во взрывозащищенном исполнении, а таких практически нет.

Большое значение для обеспечения безотказности насосно-компрессорного оборудования имеет правильная организация технического обслуживания и ремонта. В настоящее время наблюдается тенденция к переходу от системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта оборудования предприятий (ППТОР) к системе обслуживания и ремонта по фактическому состоянию. Существующая система ППТОР предполагает, что независимо от технического состояния оборудования через определенные промежутки времени проводится полная или частичная его разборка с целью профилактического осмотра и ремонта. Планируемое время работы до проведения осмотра или ремонта определяется инструкцией завода-изготовителя, нормативными ведомственными руководящими документами и зависит от времени работы наиболее подверженных износу элементов. Такое обслуживание существенно уменьшает вероятность аварий, но не предохраняет оборудование от неожиданных, внезапных отказов в межремонтный период. Более того, вероятность выхода из строя оборудования увеличивается за счет переборок, нарушающих приработку узлов и ускоряющих их износ. Переход на обслуживание и ремонт по фактическому состоянию позволяет существенно повысить без-

отказность оборудования и снизить затраты на обеспечение его работоспособности. Эффективность обслуживания по фактическому состоянию зависит в первую очередь от точности идентификации процессов, протекающих при эксплуатации оборудования. Решение проблемы прогнозирования и обеспечения реального ресурса безопасной эксплуатации оборудования предусматривает установление качественных и количественных закономерностей, определяющих ресурс оборудования, разработку методов оценки влияния различных факторов на ресурс. Особый интерес представляет проблема прогнозирования индивидуального ресурса по результатам наблюдений за состоянием оборудования в процессе эксплуатации. Если результаты обработки диагностических данных показывают, что объект приближается к аварийной ситуации, должно быть принято решение о прекращении его эксплуатации или о переходе на облегченный режим эксплуатации [1, 2, 3].

Следствием эксплуатации насосно-компрессорного оборудования по состоянию является обоснованное увеличение фактического срока эксплуатации, что дает значительный экономический эффект. Кроме этого, уменьшается риск возникновения аварийных ситуаций из-за разрушения ненадежных деталей и узлов.

Опасность аварий в технических системах существует всегда, особенно остро эта проблема стоит в настоящее время в нефтехимической отрасли, когда параметры технологических процессов, конструкций и машин достигли предельных значений, а последствия аварий приобретают все более серьезный и даже катастрофический характер. Пожарная и промышленная безопасность технологических процессов в значительной мере зависит от надежности технологического оборудования. Обеспечение необходимого уровня надежности насосно-компрессорного оборудования возможно только на основе использования современных методов, средств и систем диагностики. То обстоятельство, что закономерности, которым подчиняются процессы диагностирования, являются общими для всех объектов любой физической природы, позволяет рассмотреть общую структуру и дать общее математическое описание процесса диагностирования насосно-компрессорного оборудования.

Для оценки степени искажения формы кривых тока и напряжения определенными гармоническими составляющими использовались коэффициенты n -х гармонических составляющих

щих. Исследования гармонического состава токов и напряжений, генерируемых двигателями взрывозащищенного электропривода насосно-компрессорного оборудования в различных режимах и имитациях повреждений, показали, что всплески пиков гармоник на характерных частотах соответствуют определенным повреждениям и ненормальным режимам работы оборудования. Каждому конкретному техническому состоянию и режиму работы оборудования соответствует определенная совокупность гармонических составляющих с определенными параметрами – Фурье-образ насоснокомпрессорного оборудования. Выявленные закономерности взаимосвязи параметров генерируемых двигателем электропривода гармонических составляющих токов и напряжений с техническим состоянием оборудования могут быть использованы для разработки новых методов идентификации их технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации. Но ввиду сложности этих зависимостей и большого количества влияющих факторов, реализация новых методов идентификации и прогнозирования возможна только на основе последних достижений теории распознавания образов с использованием соответствующих программных продуктов и технических средств.

В данной работе для решения этой задачи предложено использование метода искусственных нейронных сетей. Как правило, данная сеть используется тогда, когда неизвестен точный вид связей между входами и выходами, если бы он был известен, то связь можно было бы моделировать непосредственно. Другая существенная особенность нейронных сетей состоит в том, что зависимость между входом и выходом находится в процессе обучения сети. Учет или неучет системой внешних параметров определяется включением или исключением соответствующего входа в нейронную сеть [5].

Также для реализации данной работы был использован программно-аппаратный комплекс на основе анализатора качества электропотребления АР-5 и авторских программных продуктов.

Испытания разработанного метода и алгоритма на реальном объекте и сопоставление полученных результатов с результатами вибрационной диагностики показали достоверность идентификации технического состояния и прогнозирования ресурса насосно-компрессорного оборудования с взрывозащищенным электрическим приводом, что позволяет повысить безопасность их эксплуатации.

Выводы

В результате проведенных исследований было установлено, что промышленная и экологическая безопасность на взрывопожароопасных производственных объектах неметаллургической отрасли в значительной степени определяется надежностью насосно-компрессорного оборудования с электрическим приводом. На этих предприятиях в основном используется электропривод насосно-компрессорного оборудования во взрывозащищенном исполнении. Оценка технического состояния и прогнозирования ресурса взрывозащищенного электропривода вызывает ряд затруднений. Также установлено, что техническое состояние насосно-компрессорного оборудования может быть однозначно определено по совокупности параметров генерируемых двигателем электропривода высших гармонических составляющих токов и напряжений. Для идентификации технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса взрывозащищенного электропривода по параметрам спектра высших гармонических составляющих токов и напряжений использован метод искусственных нейронных сетей.

Библиографический список:

1. Биргер И.А. *Техническая диагностика*. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Минаков В.Ф. *Обзор современных методов мониторинга электрических машин* / В.Ф. Минаков, С.К. Пустахайлов // *Материалы VII Региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону»*. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2003.
3. Филинов М.В. *Подходы к оценке остаточного ресурса технических объектов* / М.В. Филинов, А.С. Фурсов, В.В. Клюев // *Контроль. Диагностика*, 2006, № 8. – С. 6–16.
4. Буянкин В.М. *Нейродиагностика и прогнозирование работоспособности оборудования электропривода с использованием нейронной сети* // *Контроль. Диагностика*. – 2007. – № 12. – С. 59–61.
5. Круглов В.В. *Искусственные нейронные сети. Теория и практика* / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2002. – 382 с.
6. Косогорин А.Н. *Совершенствование методов диагностики повреждений электрооборудования* / А.Н. Косогорин, М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, В.Н. Шикунов // *Матер. междунац. научн.-практ. конф. «Нефтегазопереработка и нефтехимия – 2006»*. – Уфа: ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ», 2006. – С. 323.



В.В. Копцев, канд. техн. наук,
доцент,
А.И. Шкирмонтов,
кафедра теплотехнических
и энергетических систем
Магнитогорского государственного
технического университета
455000, Магнитогорск,
пр. Ленина, д. 38.
E-mail:
aleksandr-shkirmontov@rambler.ru

УДК 621.783.235

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ ПО ОБЖИГУ ИЗВЕСТНЯКА С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рассмотрена адаптация математической модели вращающейся печи по обжигу известняка. Приведен метод определения среднего времени нахождения материала для совершенствования работы печи.

Ключевые слова: вращающаяся печь, обжиг известняка, математическая модель, движение материала.

An article considers adaptation of mathematical model of rotary furnace for limestone calcining. It states the method of determination of average time of material residence for improvement of furnace's operation.

Key words: rotary furnace, limestone calcining, mathematical model, material flow.

Известь для кислородно-конвертерного производства стали является одним из важнейших компонентов для выплавки и внепечной обработки стали. От качества и количества извести, получаемой в обжиговой печи, в значительной степени зависят качество металлопродукции и эффективность производства. В условиях Магнитогорского металлургического комбината известь получают во вращающихся

печах дробильно-обжигового цеха горно-обогажительного производства. Работа вращающейся печи во многом определяется конфигурацией зоны обжига, напрямую зависящей от формы и расположения факела горелочного устройства. Совершенствование работы вращающихся печей требует современной системы автоматического управления [1], базирующейся на развитой математической модели объекта.

Модель вращающейся печи предназначена для оперативного управления ходом обжига известняка в целях совершенствования работы печи (повышения качества обожженного материала, производительности агрегата, снижения энергозатрат и т.д.). Модель действует в реальном времени и отражает реальные условия эксплуатации печи.

Математическая модель работы печи по обжигу известняка включает ряд модулей. Рассмотрим модуль движения материала.

Модуль перемещения обрабатываемого материала через вращающуюся наклонную печь позволяет учитывать влияние массы загружаемого известняка на параметры слоя обжига – высоту и центральный угол сегмента, занятого материалом, а также скорость движения материала в данной зоне печи. Модель основана на формуле М.П. Макевнина, описывающей перемещение обрабатываемого материала по длине печи, и разработанных автором формул, определяющих формирование начальных параметров слоя при загрузке. Вывод формул для расчета параметров h и β слоя, занятого материалом при загрузке, был сделан на основании следующих положений.

При выгрузке известняка в каждую единицу времени с обреза печи сходит некоторая масса сыпучего материала, объем которого можно представить в виде параллелепипеда (рис. 1). Его основанием является прямоугольник, длину которого можно принять равной перемещению материала по внутренней цилиндрической поверхности печи радиусом R за 1 оборот печи: $R \cdot \omega$, а ширину – равной перемещению материала в направлении, параллельном оси печи: $R \cdot \sin \varphi_n$. Высота параллелепипеда со-



Рис. 1. Схема для определения объема материала, сходящего с обреза печи в единицу времени

ответствует высоте сегмента, занятого материалом h_B . Тогда площадь прямоугольника равна $R^2 \cdot \omega \cdot \sin \varphi_n$, а объем материала, сходящего с обреза печи в единицу времени, – $V_B = h_B \cdot R^2 \cdot \omega \cdot \sin \varphi_n$. Высота сегмента, занятого материалом, определяется следующим образом по формуле (1):

$$h_B = \frac{V_B}{R^2 \cdot \sin \varphi_n \cdot \omega} = \frac{G_{и-и}}{R^2 \cdot \sin \varphi_n \cdot \rho_{и-и} \cdot \omega} \quad (1)$$

На основании данных высоты сегмента можно рассчитать центральный угол сегмента, занимаемого материалом, выражение (2):

$$\beta_B = 2 \cdot \arccos \left(1 - \frac{h_B}{R} \right) \quad (2)$$

Обозначения в формулах (1) и (2):

h_B, β_B – параметры слоя известняка при выгрузке;

$\rho_{и-и}$ – плотность известняка;

$G_{и-и}$ – производительность печи.

При загрузке известняка на холодной (загрузочной) головке в единицу времени в печь поступает под углом естественного динамического откоса некоторая масса сыпучего материала. Определим величину объема материала, загружаемого в печь в единицу времени V_3 . Как показывает геометрическая оценка, его объем больше выгружаемого объема V_B за счет дополнительной насыпной массы материала, поступающего из загрузочного бункера, и представляет собой сумму объемов трех частей (рис. 2): V_1 (который равен объему V_B), V_2 и V_3 :

$$V_3 = V_1 + V_2 + V_3 = h_B \cdot (R \cdot \sin \varphi_n) \cdot (\omega \cdot R) + \frac{1}{2} h_B \cdot (h_B \cdot \operatorname{tg} \varphi_n) \cdot (\omega \cdot R) + (R \cdot \sin \varphi_n + h_B \cdot \operatorname{tg} \varphi_n)^2 \cdot \operatorname{tg} \beta_D \cdot (\omega \cdot R) \quad (3)$$

Отношение объемов при загрузке и выгрузке получено из выражения (4):

$$\frac{V_3}{V_B} = 1 + \frac{h_B}{2 \cdot R \cdot \cos \varphi_n} + \frac{(R \cdot \sin \varphi_n + h_B \cdot \operatorname{tg} \varphi_n)^2 \cdot \operatorname{tg} \beta_D}{h_B} \quad (4)$$

При $R = 2$ м, $\varphi_n = 4^\circ$, $\beta_D = 45^\circ$ и $h_B = 1$ м отношение этих объемов составляет 1,57. Изменение

ОБМЕН ОПЫТОМ

величины загрузки, т.е. изменение h_B , практически не сказывается на величине отношения. Например, при уменьшении величины h_B в 2 раза отношение равно 1,5675, т.е. изменение ничтожно мало. Таким образом, можно принять отношение объемов равным 1,6.

Тогда параметры слоя h_3 и β_3 при загрузке известняка определяются по аналогичным формулам (при этом необходимо использовать свойства известняка вместо свойств извести: плотность известняка $\rho_{и-ка} = 1,700 \text{ т/м}^3$):

$$h_3 = \frac{1,6 \cdot V_3}{R^2 \cdot \sin \varphi_n \cdot \omega} = \frac{1,6 \cdot G_{и-ка}}{R^2 \cdot \sin \varphi_n \cdot \rho_{и-ка}}, \quad (5)$$

$$\beta_3 = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{h_3}{R}\right). \quad (6)$$

Площадь сегмента F , занятого материалом, определяется по формуле:

$$F = \frac{R^2}{2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot \beta}{180} - \sin \beta\right). \quad (7)$$

При этом определяются время нахождения материала и количество падений частицы при перемещении материала в зоне, что позволяет затем рассчитать энергию, затраченную на истирание материала, и при составлении материального баланса определить количество образовавшейся пыли [2].

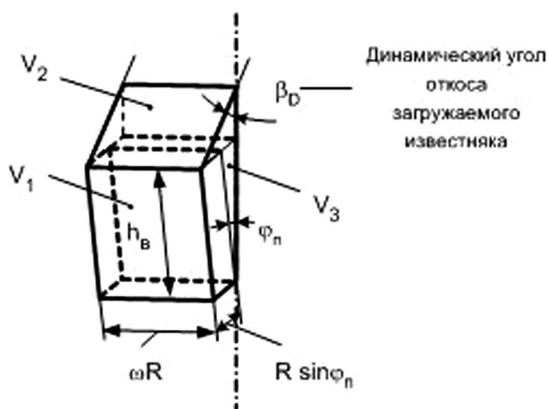


Рис. 2. Схема для определения объема материала, загружаемого в печь в единицу времени

Для проверки точности и возможной корректировки коэффициентов был проведен промышленный эксперимент по определению среднего времени нахождения материала в печи.

В качестве образца, имитирующего кусок известняка, использовался шамотный кирпич марки «ШБ». При подборе размера образца



Рис. 3. Вращающаяся печь №1 ДОЦ ГОП ММК



Рис. 4. Люк откатной головки вращающейся печи, через который производилось наблюдение за выходом образцов

стояли две задачи: размер кирпичика должен быть приближен к размеру обжигаемого материала; образец не должен проваливаться в решетку на выходе из печи, т.е. размер опытного образца должен быть несколько больше размера соты решетки. Далее было проведено три технологических ввода образца для определения оптимального размера кирпичика, в результате чего было принято решение использовать кирпичик размером 114x90x65 мм.

Основными параметрами, влияющими на скорость перемещения материала, являются: часовая загрузка известняка и его фракционный состав, число оборотов и угол наклона обжиговой печи. Для точности эксперимента был выбран период, когда ряд параметров был постоянным. Во время эксперимента часовая загрузка материалом составляла около 29,5 т/час, скорость вращения печи – 0,98 об/мин, угол наклона печи – 3,5 град.

В питатель печи вместе с известняком вводился один из опытных образцов, и на протяжении нескольких минут за подаваемым в питатель материалом велось наблюдение, чтобы исключить возможность забивания материалом проходного сечения. С этого момента начинался отсчет времени и далее, на протяжении 3 час, каждые 30 мин производился ввод следующего образца. По истечении 2 час после ввода в печь первого кирпичика через люк в откатной головке печи проводилось наблюдение за выходящим из печи материалом. При появлении образца на сотах решетки время фиксировалось и опытной образец извлекался.

В процессе проведения исследований на промышленной обжиговой печи получены результаты, которые хорошо согласуются с данными,

рассчитанными с помощью модели (теоретическое время нахождения материала в печи составило 154 мин, экспериментальное – 158 мин, т.е. отклонение – 2,5%), что позволяет сделать предварительный вывод о корректной работе модуля движения материала.

Библиографический список:

1. Копцев В.В. Горелочные устройства вращающихся печей производства металлургической извести: Учеб. пособие. – Магнитогорск: МГТУ. – 2004. – 95 с.

2. Копцев В.В. Математическая модель перемещения обрабатываемого материала через вращающуюся печь по обжигу гранулированного материала // Вестник Самарского ГТУ. Серия. Физико-математические науки. – 2006. – № 42 – С. 210–212.

НОВОСТИ

GRUNDFOS СЕРИИ ALPHA2 ПРИЗНАН САМЫМ ЭКОЛОГИЧНЫМ НАСОСОМ

GRUNDFOS серии ALPHA2 получил награду от читателей американских журналов ED+C (Environmental Design and Construction) и Sustainable Facility как лучшее экологически благоприятное решение в категории «Механика». Объявление победителя состоялось на конференции Green-Build 2009 в Финиксе, штат Аризона.

По мнению участников голосования, насосы ALPHA2 отвечают всем современным требованиям. Они соответствуют классу «А» энергоэффективности и потребляют существенно меньше энергии, чем обычная лампочка накаливания. К примеру, модели ALPHA2 25-40 в зависимости от режима необходимо всего лишь от 5 до 22 Вт.

Голосование проходило в онлайн-режиме на сайте изданий. Читатели выбирали экологически благоприятные решения в 9 категориях (структура, дизайн, механика, энергетические системы, программное обеспечение и т.д.). При выборе учитывались и такие параметры, как простота установки и использования.

Это уже не первая премия для данного насоса. В 2008 г. на вручении премии Energy+ Award насосы GRUNDFOS серии ALPHA2 модели 25-40 и 25-50 были признаны самыми энергоэффективными циркуляционными насосами в мире в двух различных классах производительности.

Компания GRUNDFOS



С.А. Голяк, докт. техн. наук,
профессор,
В.В. Пятачков, аспирант,
ГОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова,
455000, г. Магнитогорск,
пр. Ленина, д. 38

УДК 535.2.662.983

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНОГО ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГАЗОВЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Рассмотрены вопросы функционирования систем радиационно-конвективного отопления на основе газовых инфракрасных излучателей. Выполнено определение технико-экономической эффективности двух систем. При применении «светлых» газовых инфракрасных излучателей в комбинации с «темными» экономическая эффективность повышается на 40–50%.

Ключевые слова: системы радиационно-конвективного отопления, газовые инфракрасные излучатели.

The problems of the systems of radiant and convective heating on the basis of gas infrared emitters are considered. Technical and economic efficiency of the two systems is set. In the application of light gas infrared emitters in combination with dark economic efficiency is increased by 40–50%.

Key words: systems of radiant and convective heating, gas infrared emitters.

В последнее время широкое применение находят системы отопления на основе газовых инфракрасных излучателей. Эти системы применяются в качестве альтернативы или дополнения к традиционным системам воздушного и водяного отопления. Основное преимущество систем отопления с применением газовых инфракрасных излучателей – энергосбережение.

Газовые инфракрасные излучатели, которые наиболее широко применяются в практических условиях, подразделяются на два типа:

1) высокоинтенсивные («светлые») газовые инфракрасные излучатели (ВГИИ), температура теплоотдающей поверхности – 800–1200°C;

2) низкоинтенсивные («темные») газовые инфракрасные излучатели (НГИИ), температура теплоотдающей поверхности – 100–550°C.

При температуре от 100 до 550°C длина волны в инфракрасном спектре электромагнитных колебаний находится в диапазоне от 3,5–4,5 до 8–10 мкм. При температуре от 800 до 1200°C – в диапазоне от 2–2,5 до 2,5–3,5 мкм (по данным Брамсона М.А.) [1].

«Светлые» газовые инфракрасные излучатели значительно дешевле по сравнению с «темными», а также эксплуатационные затраты у этого типа излучателей меньше. Однако в действующих в настоящее время в России нормативных документах существуют ограничения по допустимой плотности теплового потока [2].

Из-за меньших размеров (в 5–10 раз) и более высокой температуры теплоотдающей поверхности плотность теплового потока у «светлых» излучателей значительно больше, чем у «темных». Чтобы уменьшить плотность теплового потока, необходимо увеличивать высоту подвеса излучателей, а при увеличении высоты подвеса всегда возрастает установочная мощность системы отопления, а значит, увеличиваются расход газа, затраты на систему, а вместе с этим эксплуатационные расходы в целом.

Развитие современного производства характеризуется большими объемами помещений, внутри которых основное место занимают производственные площадки с расположением большого количества технологического оборудования. Пребывание людей на производственных площадках носит неравномерный характер как в пространстве, так и во времени.

Традиционные конвективные системы отопления для таких помещений, по оценкам различных специалистов, недостаточно эффективны как с точки зрения создания комфортных условий, так и по технико-экономическим показателям.

Эти обстоятельства требуют использования новых, более эффективных решений в области радиационно-конвективных систем отопления, к числу которых относятся системы отопления на основе газовых инфракрасных излучателей (ГИИ). Их преимущество состоит в передаче части тепловой энергии от теплогенератора к объекту посредством электромагнитного излучения [3].

На сегодняшний день задача по созданию радиационно-конвективной системы отопления, совмещающей требования по обеспечению нормируемых параметров микроклимата в помещении и энергоэффективности, для рассматриваемого типа помещений окончательно не решена.

Актуальной является разработка новых решений радиационно-конвективных систем отопления, обеспечивающих требуемое качество микроклимата в зоне нахождения человека

и технологического оборудования, при минимальных энергозатратах.

Исследования были направлены на изучение систем отопления с применением в качестве нагревательных приборов газовых инфракрасных излучателей. Одним из результатов выполненных исследований стало сравнение двух систем:

1-й вариант – система отопления с применением «темных» газовых инфракрасных излучателей; она состоит из 40 излучателей, установочная мощность такой отопительной системы с учетом коэффициента загрузки (Кз) 2000 кВт.

Затраты на нее составляют от 2,800 млн до 3,700 млн руб. в зависимости от типов систем автоматического управления, дымоудаления и условий их применения [4].

2-й вариант – система отопления с применением «светлых» газовых инфракрасных излучателей; она состоит из 30 излучателей, установочная мощность системы отопления – 1380 кВт.

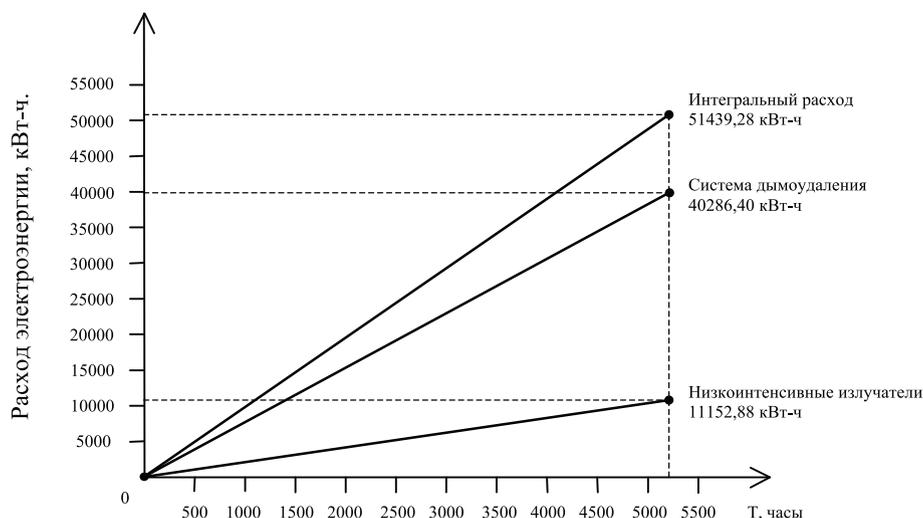
Затраты на нее составляют от 1,500 млн до 1,900 млн руб. в зависимости от типов систем автоматического управления, дымоудаления и условий их применения.

По причине санитарно-технических норм большинство потребителей отдадут предпочтение системам отопления с применением в качестве нагревательных приборов «темных» газовых инфракрасных излучателей, несмотря на то обстоятельство, что эти системы в два раза и более дороже, чем системы отопления на основе «светлых» газовых инфракрасных излучателей.

Нами разработана и внедрена локальная система отопления с одновременным использованием двух типов газовых инфракрасных излучателей – «светлых» и «темных» (3-й вариант). «Светлые» были размещены над технологическим оборудованием и в местах кратковременного пребывания людей, а «темные» – в местах длительного пребывания людей, над ремонтной площадкой.

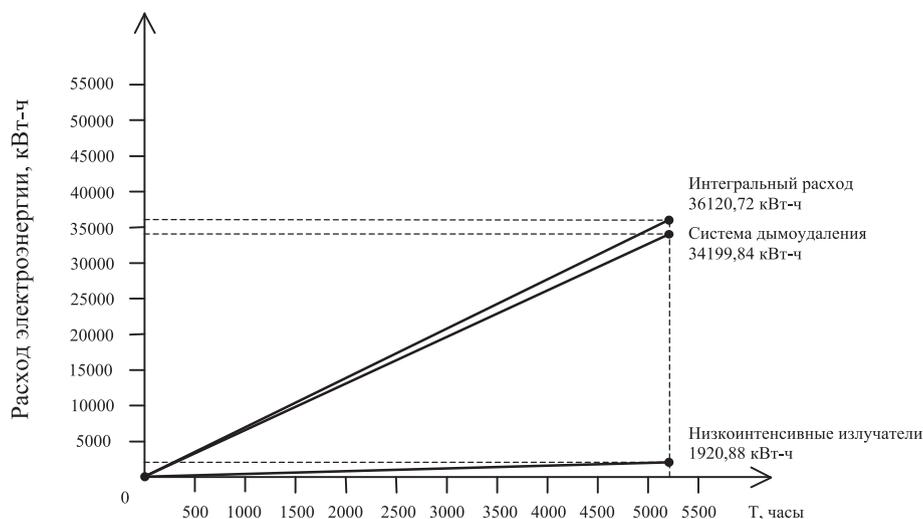
Эта система состоит из 22 «светлых» газовых инфракрасных излучателей и 10 «темных», установочная мощность отопительной системы с учетом коэффициента загрузки – 1512 кВт.

Затраты на нее составляют от 1,750 млн до 2,300 млн руб. в зависимости от типов автоматических систем управления, дымоудаления и условий их применения.



Продолжительность работы системы дымоудаления и вентиляторов при применении низкоинтенсивных («темных») газовых инфракрасных излучателей

Рис. 1. Графики расхода электроэнергии при работе низкоинтенсивного газопого инфракрасного излучателя (НГИИ) с собственной системой дымоудаления и вентиляции



Продолжительность работы системы дымоудаления и вентиляторов при комбинированном применении газовых инфракрасных излучателей

Рис. 2. Графики расхода электроэнергии при комбинированной работе низкоинтенсивного газопого инфракрасного излучателя (НГИИ)

Таким образом, на примере действующего цеха площадью 5515 м² при рассмотренном варианте одновременного применения «светлых» газовых инфракрасных излучателей в комбинации с «темными» экономическая эффективность повышается на 40–50% (на основе сравнения стоимости 1-го и 3-го вариантов систем отопления при полной их комплектации), и на 20–30% – при эксплуатации рис. 1, 2.

Также необходимо подчеркнуть возможность оперативного изменения конфигурации отопительной системы за счет перепланировки размещения и ремонта обогревателей.

Библиографический список

1. Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел. – М.: Наука, 1964.
2. СТО НП «АВОК», 4.1.5 – 2006 г. «Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями».
3. Голяк С.А., Пятачков В.В. Экспериментальное определение локальных температур в зданиях производственного назначения, обогреваемых ГИИ. / Строительство и образование. Сб. науч. тр. № 11. – Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008 г.
4. Каталог фирмы ROBERTS GORDON.



Е.А. Барашева,
пресс-служба МТПП

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи природных ресурсов, неконтролируемые выбросы загрязняющих веществ приводят к коренным изменениям в окружающей среде и крайне негативно отражаются на самом существовании цивилизации. В данной ситуации задержка с решением острейших проблем такого рода, по мнению ученых, может привести к катастрофическим последствиям для планеты.

Большинство экологических неурядиц, с которыми сталкивается современное общество, имеют глубокие корни. Они стали результатом бесконтрольной вырубке лесов и массового осушения территорий, строительством гидротехнических сооружений и бурным ростом промышленности. Дополнительный урон флоре и фауне нанесла необузданная гонка вооружений, поскольку испытания ядерного и других видов оружия массового уничтожения не только калечат облик Земли, но и уничтожают на значительных территориях все живое – от микроорганизмов до млекопитающих. Серьезную экологическую проблему породили разрушение озонового слоя, промышленные выбросы в

атмосферу, вызывающие кислотные дожди, а также бесконтрольное захоронение радиоактивных и ядовитых химических отходов под землей и на дне океана.

Вопросы минимизации негативного воздействия человека на окружающую среду всегда были и остаются в центре внимания мировой общественности. Об этом свидетельствует целый ряд международных соглашений, среди которых можно выделить: Московский договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой (1963 г.), Конвенцию по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (1972 г.), Декларацию об окружающей среде, принятую на специальной Конференции ООН в Стокгольме (1972 г.), Конвенцию о трансграничном загрязнении воздуха на большом расстоянии (1979 г.), Венскую конвенцию об охране озонового слоя (1985 г.) и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (1987 г.).

Заботой о сохранении окружающей среды проникнуты и другие международные инициативы. Так, в ноябре 2009 г. на совещании глав финансовых ведомств стран «большой двадцатки» в г. Сент-Эндрюсе, Великобритания была признана необходимость срочного увели-

чения финансирования борьбы с климатическими изменениями на планете. В этой связи глава российского Минфина **Алексей Кудрин** сообщил, что рассматривается вопрос о создании специального фонда по борьбе с глобальным потеплением. Он привел экспертные оценки, согласно которым до 2020 г. на эти цели может потребоваться от 100 до 200 млрд долл. США. По словам министра, «...вклад РФ будет, скорее всего, заключаться в передаче технологий»¹.

Стабилизировать климат

Основное беспокойство последних лет вызывают все более очевидные процессы изменения климата на планете. Причиной этого негативного явления стал нарастающий парниковый эффект, вызванный большим количеством выбросов углекислого газа в атмосферу. Следует отметить, что опасения по поводу «глобального потепления» впервые возникли еще в конце 70-х гг. прошлого века. Однако только в 1992 г. с принятием Рамочной конвенции ООН об изменении климата была официально признана необходимость «...стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на том уровне, который предотвратит опасные антропогенные взаимодействия с климатической системой».

Конкретные меры и механизм реализации данной конвенции были предложены несколько позже, в 1997 г., и отражены в Киотском протоколе. В соответствии с этим документом 120 стран взяли на себя обязательства в период 2008–2012 гг. снизить совокупный уровень выбросов парниковых газов на 7% по сравнению с уровнем 1990 г. При этом каждой стране выделен строго определенный предел (или квота) на загрязнение окружающей среды: например, странам ЕС – 8%, Японии – 6%, Канаде – 6%. Квотируется в первую очередь двуокись углерода (CO₂) как наиболее существенный из парниковых газов.

К сожалению, механизм перераспределения квот, который должен был стать основным инструментом гибкого регулирования выбросов, так и не заработал. Прошедший в декабре 2009 г. Копенгагенский саммит COP15, призванный узаконить достижения Киотского соглашения, также не смог выработать приемлемых для всех участников этого процесса процедур. Однако он задал основные направле-

ния для активного переговорного процесса, который, несомненно, уже в ближайшем будущем приведет к созданию новой глобальной системы контроля и регулирования парниковой эмиссии.

Энергосбережение – первоочередная цель

Основными источниками парниковых газов являются промышленные предприятия, транспорт, сельское хозяйство. Значительный «вклад» в увеличение их концентрации наряду с другими отраслями вносит и энергетика. Поэтому, понимая необходимость для человечества экономического роста этих и других отраслей, мировое сообщество сформулировало следующие задачи на ближайшее будущее:

- ♦ первоочередная – энергосбережение;
- ♦ долгосрочная – переход на альтернативные возобновляемые энергоресурсы.

Подсчитано, что почти треть производимой в мире энергии расходуется нерационально, неэффективно. Парадокс заключается в том, что, вырабатывая энергию, человечество сжигает огромное количество топливно-энергетических ресурсов, загрязняя при этом атмосферу только ради того, чтобы затем потерять определенную часть произведенной энергии. Очевидно, что наиболее разумным и безопасным способом избежать негативных последствий изменения климата на планете должно стать энергосбережение.

Говоря же о долгосрочной задаче для мировой промышленности, предполагается развитие прежде всего экологически приемлемых форм производства энергии, таких как: ветровая, солнечная, волновая, геотермальная, биогаз и пр. (так называемая альтернативная энергетика).

Существенного снижения выбросов в атмосферу можно добиться и за счет мероприятий по совершенствованию технологических процессов на производстве, а также путем замены устаревшего энергоемкого оборудования на современные энергоэффективные образцы.

Общеизвестно, что среди наиболее «эмиссионных» секторов промышленного производства выделяется черная металлургия, лидирующая в энергопотреблении. Возможности, например, России по снижению выбросов CO₂ в черной металлургии оцениваются примерно в 30 млн т ежегодно, а это составляет порядка 1,5% всех выбросов парниковых газов в нашей

¹ <http://eco.rian.ru/business/20091107/192407118.html>.

стране. Более половины данного потенциала (свыше 15 млн т CO₂) связано с утилизацией доменного газа, включая и дополнительную выработку из него энергии. Модернизация доменного производства и повышение эффективности управления доменным процессом может дать дополнительно снижение эмиссии порядка 6 млн т CO₂. Такой же эффект прогнозируется при переходе с мартеновского производства на кислородно-конверторные печи.

В подтверждение сказанного можно привести авторитетное мнение председателя комитета Госдумы РФ по экологии **Владимира Грачева** в отношении Магнитогорского металлургического комбината: «...В Магнитке мы имеем пример применения и перехода производства на новые технологии. Уход от мартенов, переход к электроплавильным печам способны значительно улучшить экологическую ситуацию»².

Не менее актуален другой способ энергосбережения, в основе которого лежит замена устаревшего энергоемкого оборудования на современные энергосберегающие образцы. Так, отечественный опыт свидетельствует о том, что примерно 70% электроэнергии, потребляемой промышленными предприятиями, приходится на электродвигатели переменного тока. Этим механизмам присущ один недостаток, существенно влияющий на экономичность, – у них постоянная частота вращения, практически не зависящая от нагрузки, в то время как от большей части нагрузочных механизмов (например, центробежные вентиляторы, насосы, компрессоры и пр.) требуется работа в переменном режиме.

Режим работы современного энергоэффективного оборудования, тех же насосов, предусматривает прямое изменение скорости вращения электродвигателя насоса при помощи частотно-регулируемых приводов (ЧРП). При этом ЧРП дает возможность изменять производительность насоса в соответствии с характером нагрузки.

Благодаря столь эффективному решению повышается управляемость электромеханических систем в соответствии с техническими требованиями, а главное – имеется возможность оптимизировать энергопотребление. «За счет установки современных насосов с частотным регулированием, – комментирует **Андрей Макаров**, возглавляющий сегмент «Промышленного оборудования» в российском отделении компании GRUNDFOS, – можно добиться значитель-

ного снижения энергопотребления. Например, на Борском стекольном заводе после модернизации котельной с заменой старых насосов на энергоэффективные установки Hydro с частотной регулировкой энергозатраты упали в 2,5 раза».

Энергия будущего за альтернативной энергетикой

Существенный вклад в дело охраны окружающей среды может внести альтернативная энергетика, не связанная с использованием углеводородного сырья. И хотя энергия, полученная от возобновляемых альтернативных источников, в 2–5 раз дороже полученной за счет сжигания углеводородов, целый ряд стран отдают предпочтение именно ей. Так, Швеция к 2020 г. планирует полностью перейти на возобновляемые источники энергии. Исландия откажется от органических источников и перейдет на альтернативные и возобновляемые источники к 2050 г. Бразилия через несколько лет планирует перевести 90% всего транспорта на этанол, который получает из сахарного тростника. Альтернативная энергия Великобритании – энергия ветра и волн. Лидерами же в использовании ветроэнергетики можно назвать Германию и Испанию. Что касается США, то они планируют развивать ветровую и солнечную энергетику.

Япония отдает предпочтение солнечной энергии. В настоящее время на долю этой страны приходится около половины мощности всех существующих в мире генераторов, которые используют солнечный свет (доля США и Европейского союза составляет примерно по одной пятой). Наиболее активно солнечная энергия используется в жилом секторе Японии, где около 5% семей отдали предпочтение гелиоэлектрификации. Существуют целые поселки (например, в префектуре Сайтама, близ Токио) с солнечными батареями на крышах. Они полностью обеспечивают потребности жителей, а избыточная энергия продается муниципалитетам. Конечно, солнечная энергетика – дело будущего даже для Японии, где она обеспечивает лишь около 2% потребностей страны. К 2030 г. ее доля может увеличиться максимум до 10%. Но перспектива обозначилась.

Тенденции перехода на альтернативные источники энергии учитывают мировые производители техники и оборудования. Например, компания GRUNDFOS с 2000 г. не только

² http://www.mmk.ru/rus/press/news/article.wbp?article-id=0283ECC6-AC10-1016-019E-DA2C87993AB8&content_type=print.

ЭКОЛОГИЯ

уменьшила собственные энергозатраты на 26% (в пропорции к товарообороту), но и частично перешла на «чистые» источники. Например, расположенный в США завод площадью почти 30 000 м² полностью обеспечивается энергией Солнца. Кроме того, в компании разработаны гелио- и ветровые системы водоснабжения (SQFlex), уже сейчас способные решить проблему обеспечения водой в засушливых районах, где электричества пока нет (например, в субсахариальной Африке или в Центральной Азии).

* * *

Таким образом, усилия мирового сообщества в деле охраны окружающей среды создают реальные предпосылки для постепенного восстановления экологического равновесия в природе, нарушенного войнами, бесконтрольной эксплуатацией природных ресурсов, загрязне-

нием вод Мирового океана и атмосферного воздуха.

Варварское отношение к природе поставило перед человечеством немало глобальных проблем. Особое место среди них занимает изменение климата на планете, вызванное растущей концентрацией парниковых газов. Их большая часть попадает в атмосферу в процессе производства энергии в результате сжигания огромного количества углеводородного сырья.

Одним из действенных способов сокращения выбросов в атмосферу является снижение потребления всех видов энергии. Среди путей решения этой задачи наиболее эффективны модернизация производства, массовое внедрение энергосберегающих технологий в энергоемких отраслях и переход на альтернативные источники энергии.

Пресс-служба ООО «ГРУНДФОС»

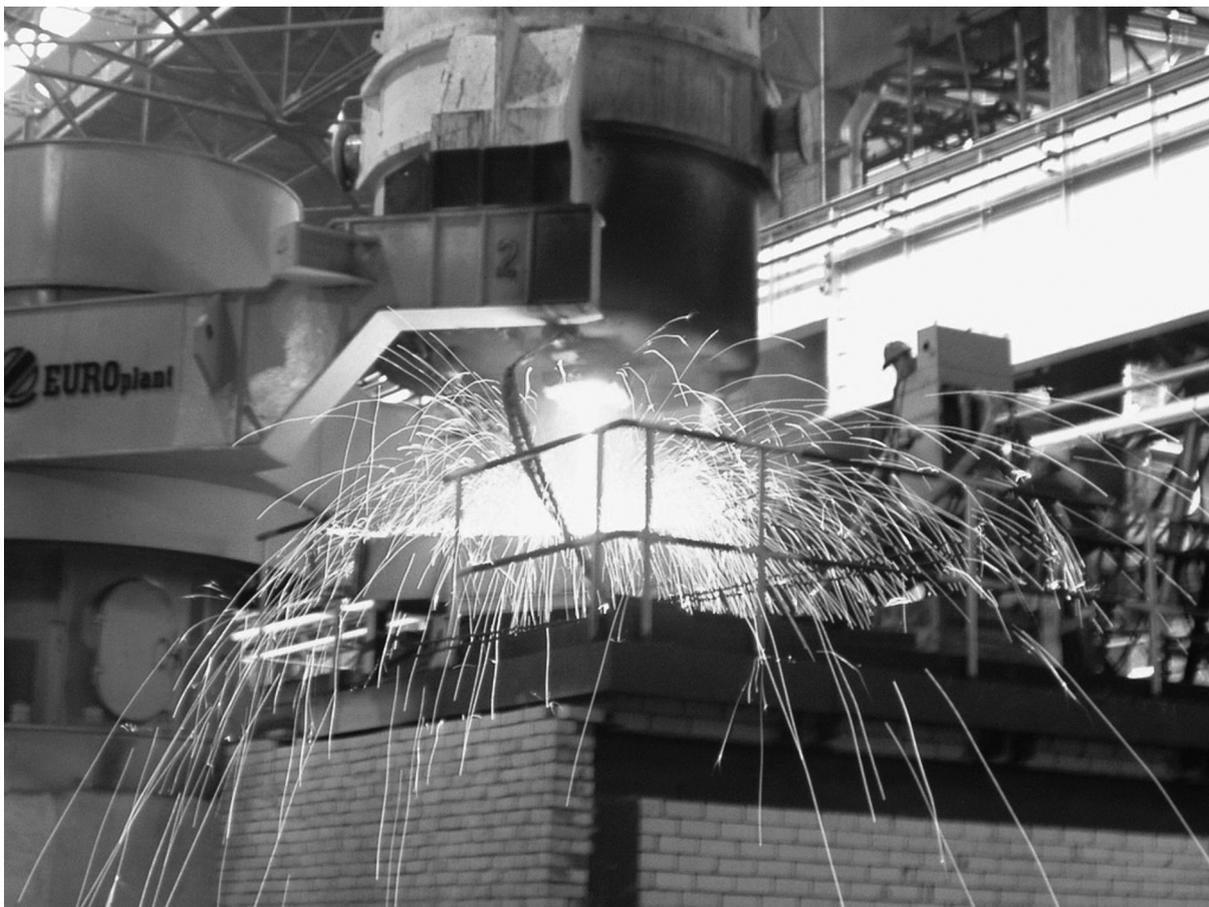
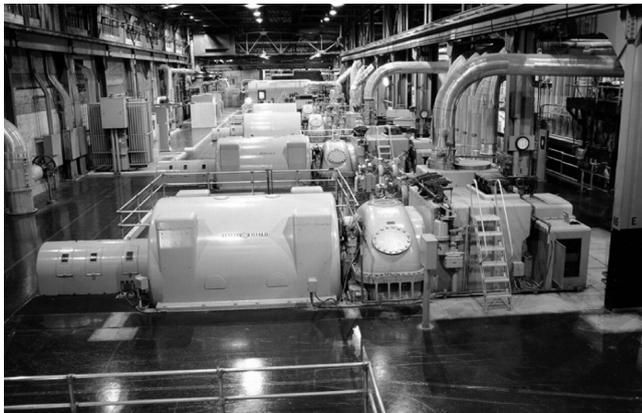


Рис. Разливка стали на МНЛЗ. ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК)



А.А. Агеева,
пресс-служба
компании ROCKWOOL Russia

ЭНЕРГИЯ: БЕРЕЧЬ ИЛИ ИСКАТЬ АЛЬТЕРНАТИВУ?

Запасы нефти, газа, угля на планете заканчиваются. Их хватит всего на несколько десятилетий. Поэтому в ближайшие годы следует ожидать дальнейшего роста цен на энергоносители. Если не нам, то нашим детям предстоит переходить на альтернативные источники энергии. Разработки новых технологий ведутся давно, но пока нет уверенности, что ученые придумали чудо-средство, которое спасет человечество от энергетического голода.

Что, если начать действовать по принципу «помоги себе сам»? Во многих странах ветровые установки, солнечные коллекторы, тепловые насосы, микроГЭС уже стали привычными атрибутами жизни. Может, последовать примеру зарубежных домовладельцев и обустроить маленький «коммунальный рай» на собственном участке? Реально ли это без поддержки со стороны государства? Или пока стоит научиться экономить традиционную энергию?

Кладовая Солнца

На Ближнем Востоке люди буквальнокупаются в лучах солнца. Но за последние десятилетия светило здесь стали использовать в куда более меркантильных целях. В Израиле на всех строящихся домах устанавливаются солне-

чные коллекторы. В этой стране, как и на юге Европы, в Испании, 80% воды нагревается с помощью энергии солнца.

Другой пример – Дания (Север Европы), где солнечных лучей гораздо меньше, чем на Средиземноморском побережье. Однако солнечные батареи здесь тоже распространены. Для разбросанной по многочисленным островам Дании было бы сложно организовать единую систему снабжения страны электроэнергией. Поэтому нетрадиционные источники энергии, в том числе солнечные батареи, здесь прижились. И, конечно, экономическая причина далеко не на последнем месте: нефть и газ стоят слишком дорого.

В Германии (эта страна в числе лидеров альтернативной энергетики) государство покупает у частных владельцев солнечных батарей излишки электричества и продает их по выгодным ценам другим потребителям. Таким образом, создается дополнительный стимул для установки солнечных электростанций.

Что же у нас? Если посмотреть карту распределения солнечных лучей, то более половины территории страны находится за границей целесообразности использования солнечных батарей. То есть установить их при желании

можно, но КПД будет гораздо ниже, чем в южных широтах.

Рассмотрим одно из предложений отечественного рынка: 16 батарей по 160 Вт могут круглый год обеспечивать небольшой коттедж в средней полосе России энергией. Такой мощности достаточно для работы бытовых приборов, электроинструмента, холодильника и энергосберегающих ламп. Отопление и электроплиты придется «питать» из других источников. Комплект, включающий батареи и все необходимое для их работы (контролер заряда, аккумуляторы, инвертор), а также крепежи и шкаф для оборудования, обойдется примерно в 22,5 тыс. долл. США.

Вопрос можно решить дешевле – за 8 тыс. долл. США. Но это половинчатый вариант: солнечные батареи будут работать попеременно с жидкотопливным агрегатом. Получается уже не совсем альтернативный источник энергии.

Народные умельцы научились своими руками создавать коллекторы из полимеров. В средней полосе России «водогрейки» более или менее продуктивно работают с мая по сентябрь. Дачникам и садоводам большего не нужно. Но для полноценного снабжения энергией коттеджа самодельных коллекторов не достаточно.

Итак, энергию дневного светила у нас использовать можно только в сочетании с другим источником энергии, и если вы живете вдали от цивилизации в уверенности, что коммунальные сети в обозримом будущем до вашего участка не дотянутся.

Ветер, ветер, ты могуч!

Ветер человек приручил давно. 6000 лет назад древние египтяне путешествовали по Нилу под развевающимися парусами. Задолго до нашей эры жители Ближнего Востока мололи зерно на ветряных мельницах.

Сейчас ветровые станции активно используются в США, Индии, Китае и, конечно, в Европе: Германии, Испании, Дании. К примеру, на родине Андерсена 20% всей получаемой энергии приходится на ветроустановки. В странах Запада стремятся снизить расходы на энергию для населения. Нередко частные ветряки подключают к единой сети, куда поступает вся наработанная энергия. Затем, переработанная, она отправляется обратно к владельцам ветряков, которые платят за разницу между полученными и выработанными киловаттами.

Снова вопрос: а как у нас? С ветрами в России дела обстоят лучше, чем с солнечным све-

том. На большей части территории страны они дуют со скоростью от 3,5 до 6 м/с. Это необходимый минимум для работы ветроустановки. В приморских зонах – Север, Дальний Восток, Краснодарский край – ветра гораздо сильнее. Ветряки, как правило, рассчитаны на скорость ветра от 8 м/с. Такая скорость называется номинальной, на ее основе производятся расчеты. При меньшей скорости ветрогенератор тоже будет работать, но не так эффективно.

Цены на ветряки сопоставимы с ценами на солнечные батареи. Если, конечно, речь идет о мощной станции, предназначенной для полного энергообеспечения здания.

Энергия Земли

Солнце и ветер неравномерно радуют планету своим присутствием, так что получение энергии из этих источников возможно далеко не для всех регионов. Что же касается тепла недр, то его можно использовать в любой точке земного шара. Дело в том, что даже на севере температура под землей всегда положительная. Дело за малым – «выкачать» тепло из глубин планеты.

Сделать это можно с помощью теплового насоса. Под землю опускается трубопровод – вертикально (в скважину) или горизонтально (по периметру участка). Тепло можно брать также из близлежащего водоема, технически это несколько проще. На первый взгляд, температуры грунта, которая зимой составляет от +5 до 8°C, недостаточно, чтобы обогреть дом. Но в основе работы теплового насоса лежит принцип повышения температуры при испарении. Таким образом, в систему отопления и ГВС теплоноситель поступает достаточно нагретым.

Строго говоря, тепло земли не совсем альтернативный источник тепла, ведь для работы насоса требуется электроэнергия. Но ее можно получить и из возобновимых источников, тем более что для работы насоса электричества требуется не так много. К тому же выход тепловой энергии по сравнению с затраченной электрической в среднем составляет пять к одному.

В Швеции такие установки применяются более 30 лет. Их используют во многих германских и североамериканских городах. У нас тепловой насос – роскошь. Чтобы с его помощью отопить дом в 200 м², придется заплатить около 40 тыс. долл. США. Плюс теплые полы. Производители насосов рекомендуют использовать именно их, чтобы наиболее эффективно расходовать тепло,

поскольку температура теплоносителя слишком низкая для радиаторов. Естественно, срок окупаемости измеряется десятилетиями.

МикроГЭС: второе рождение

Рек и ручейков в нашей стране великое множество. Казалось бы, для малой гидроэнергетики сама природа создала наилучшие условия. До 1960-х гг. в СССР водным богатством активно пользовались: работали тысячи микроГЭС. Но потом вопрос энергообеспечения стали решать глобально – строительством крупных станций. Малая энергетика канула в Лету.

Обустройство микроГЭС по сравнению с другими ВИЭ доступнее для частника. Установка мощностью 10–15 кВт стоит около 15 тыс. долл. США. Полученной энергией можно обеспечивать несколько домов. Таким образом, для каждого домовладельца первоначальные расходы могут оказаться не такими внушительными. Но есть одно «но»: в непосредственной близости от коттеджей должна находиться речка, желательнее с мощным течением или с перепадом уровня воды в несколько метров.

Что делать?

Несмотря на преимущества ВИЭ (прежде всего, безопасность для экологии и потребителя и автономность), их применение в нашей стране еще долго не станет массовым. Причины объективны:

1. Природные условия далеко не везде позволяют эффективно использовать ВИЭ.
2. Для частников цены на оборудование и его установку, как правило, слишком высоки.
3. Отсутствуют популярные госпрограммы, нацеленные на развитие ВИЭ.

Таким образом, альтернативные источники у нас используют только, когда нет другой возможности получить энергию. В остальных случаях электричество и тепло достаются нам традиционными способами – дорожающими и неэкологичными.

Выход один – научиться беречь энергию. Тогда наши расходы на нее снизятся. Экология тоже выиграет: чем меньше мы потребляем энергии, тем меньше ее вырабатывается, при этом в атмосферу поступает меньше вредных веществ.

С чего начать? В первую очередь – позаботиться о том, чтобы наши дома не покидало тепло через окна, двери, стены, кровлю. Окна и двери должны быть качественными, изготовленными по современным технологиям. Что касается остальных мест возможных теплопотерь – стен, крыши, подвала, перекрытий, то здесь необходимо утепление. Теплоизоляция – неотъемлемая часть здания, дружественного природе. Тем более что она еще и сокращает расходы на отопление и кондиционирование дома. Например, при комплексном утеплении жилого дома каменной ватой ROCKWOOL можно сократить затраты на его отопление вдвое.

Способность сохранять тепло в доме – не единственное требование к качественной теплоизоляции. Практичные жители Европы при строительстве энергоэффективных зданий предпочитают использовать негорючую, долговечную и экологичную каменную вату.

Будущее – за возобновляемыми источниками энергии. Так сложилось, что на Западе оно наступает раньше, чем у нас. Но не стоит торопиться события. Когда технологии получения энергии из альтернативных источников достигнут такого уровня, что их можно будет реально применять в российских климатических условиях, мы, несомненно, тоже встанем на путь прогресса. В ожидании этого момента мы просто обязаны принимать меры по экономии традиционной энергии, которая достается нам в кредит от будущих поколений и с риском для экологии. А вообще, каким бы способом ни была получена энергия, важно рационально использовать ее в своих домах, тем более что в России сегодня есть все возможности для повышения энергоэффективности зданий.



Л.А. Дарьям, канд. техн. наук,
зам. начальника,
Ю.А. Дементьев, начальник отдела,
Д.С. Капустин, начальник отдела,
А.Е. Филиппов, канд. техн. наук,
ведущий эксперт департамента
систем передачи и преобразования
энергии,
ОАО «ФСК ЕЭС»

УДК 621.331

ПРОБЛЕМА ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО МАСЛО- НАПОЛНЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Важнейшими задачами при строительстве и техническом перевооружении подстанций (ПС) являются повышение надежности, автоматизации и снижение эксплуатационных расходов, применение усовершенствованных видов оборудования, в том числе трансформаторов и автотрансформаторов с повышенной надежностью вводов, устройств РПН, необходимой динамической стойкостью и низкими потерями, оснащенных системами мониторинга, а также системами предотвращения взрыва и пожаротушения.

Ключевые слова: подстанция, взрывобезопасность, маслонаполненное оборудование.

The most important tasks during building and technical re-equipage of substations are improvement of reliability, automation and reduction of exploitation costs, application of advanced types of equipment including transformers and autotransformers with increased reliability of inputs, on-load tap changers, necessary dynamic resistance and low losses equipped with monitoring systems and systems of explosion prevention and fire-extinguishing systems.

Key words: substations, explosion safety, oil-filled equipment.

Анализ повреждаемости парка трансформаторов и автотрансформаторов классов напряжения 110–500 кВ мощностью 63 МВА и более, эксплуатируемых на предприятиях электрических сетей, включая межсистемные сети России, за период с 1998 по 2002 гг. показывает, что удельное количество технологических нарушений в работе указанных трансформаторов, приведших к их отключению действием автоматических защитных устройств или

вынужденному отключению персоналом по аварийной заявке, составляет 1,8% в год. При этом около 30% от общего числа этих технологических нарушений сопровождались возникновением внутренних коротких замыканий в трансформаторе [1].

Основными причинами технологических нарушений, сопровождавшихся внутренним коротким замыканием в трансформаторе, являются (в % от общего количества поврежде-

ний трансформаторов, сопровождавшихся внутренними короткими замыканиями):

- ◆ пробой внутренней изоляции высоковольтных вводов – 48%;
- ◆ недостаточная стойкость при КЗ – 14%;
- ◆ износ изоляции обмоток – 12%;
- ◆ пробой изоляции обмоток – 7%;
- ◆ пробой изоляции отводов, нарушения контактного соединения отвода обмотки, обрыв части проводников гибкой связи, замыкание на ярмовую балку магнитопровода и корпус бака – 5%;
- ◆ повреждения РПН – 5%.

Из имевших место повреждений с внутренними КЗ в 24% случаев имели место возгорания и пожары трансформаторов. При этом удельная повреждаемость силовых трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 110–500 кВ мощностью 63 МВА и более, эксплуатируемых на предприятиях электрических и межсистемных сетей, сопровождавшихся внутренними короткими замыканиями, составляет 0,45% в год.

В соответствии с требованиями для обеспечения пожаробезопасности крупнотехнологического маслонаполненного оборудования они должны оснащаться автоматическими системами водяного пожаротушения. Автоматическими установками пожаротушения оснащаются:

- ◆ автотрансформаторы и реакторы напряжением 500–750 кВ независимо от мощности, а напряжением 220–330 кВ – мощностью 250 МВА и более;
- ◆ трансформаторы напряжением 110 кВ и выше мощностью 63 МВА и более, установленные в камерах подстанций.

Следует отметить, что применение автоматических систем водяного пожаротушения существенно усложняет структуру и техническое обслуживание инженерных сетей ПС.

Аварийность измерительных трансформаторов, по данным, составляет 10% от общего числа технологических нарушений. При этом удельное количество технологических нарушений, сопровождающихся взрывами и пожаром, составляет 0,2%.

Приведенные данные свидетельствуют о существовании проблемы в обеспечении взрывобезопасности и взрывозащищенности оборудования. Необходимость повышения взрывобезопасности и взрывозащищенности ВМЭО отражена в проекте «Основные положения (Концепция) технической политики в электроэнерге-

тике России на период до 2030 г.» [2] и в «Положении о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС».

В соответствии с [4] взрывобезопасным считается оборудование, в котором при возникновении взрыва предотвращается воздействие на людей вызываемых им опасных и вредных факторов и обеспечивается сохранение материальных ценностей. Оборудование считается взрывозащищенным, если при его эксплуатации приняты дополнительные мероприятия, предотвращающие воздействие на обслуживающий персонал опасных и вредных факторов взрыва и обеспечивающие сохранение рядом установленного оборудования.

В основу испытаний на взрывобезопасность заложен метод инициирования электрической дуги во внутреннем объеме ВМЭО. Требования к этому методу представлены в стандарте МЭК 61869 (редакция 2007) «Измерительные трансформаторы». Кроме этого, существуют стандартизованные методы испытаний на взрывобезопасность для других видов основного оборудования:

- ◆ «Типовая методика испытаний вентильных разрядников и ОПН на соответствие условиям безопасности».

- ◆ Публикация МЭК 298 «Комплектные распределительные устройства переменного тока в металлической оболочке на номинальные напряжения от 1 до 72,5 кВ включительно».

В стандарте МЭК 61869 установлено требование: измерительные трансформаторы должны выдерживать определенные величины воздействия током КЗ определенного времени: значения токов КЗ: 1–1,25–1,6–2–2,5–3,15–4–5–6,3–8 кА (в определенных случаях до 10 кА) продолжительностью 0,1–0,2–0,3–0,5 с.

В табл. представлены значения токов КЗ и их продолжительность по требованиям, установленным в стандарте Франции – EDF для оборудования напряжением 72,5–420 кВ.

В требованиях ГОСТ в части испытаний на взрывобезопасность отсутствуют конкретные схемы и значения токов КЗ, но установлено, что методы испытаний должны быть указаны в стандартах на трансформаторы конкретных типов.

На рис. представлена схема испытаний на взрывобезопасность измерительных трансформаторов согласно требованию стандарта EDF. Схема предполагает наличие мощного источника тока (ударный генератор или ударный трансформатор).

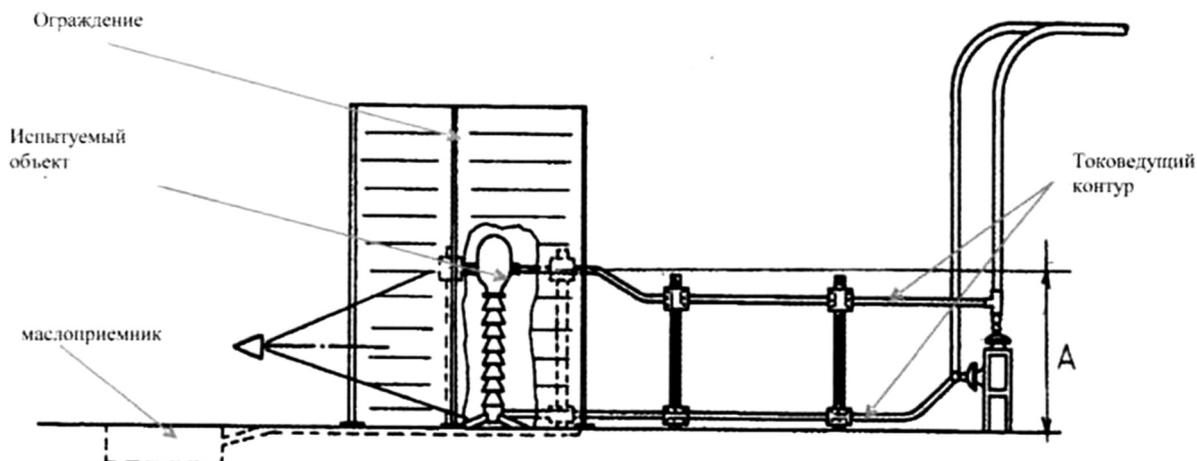


Рис. Схема испытаний на взрывобезопасность

В последние годы отраслевые испытательные стенды и лаборатории по разным причинам практически утратили возможность проведения испытаний ВМЭО на взрывобезопасность и взрывозащищенность по стандартизированной методике с применением ударного генератора. Поэтому разработка альтернативного метода испытаний на взрывобезопасность ВМЭО становится актуальной. При внутреннем повреждении ВМЭО происходит инициирование электрической дуги с образованием парогазовой смеси. Образующийся при этом фронт давления приводит к разрушению ВМЭО. Альтернативный метод испытаний на взрывобезопасность позволит отказаться от дорогостоящих испытательных установок. Основным условием достоверности результатов, получаемых при применении альтернативного метода, является соблюдение автоматодельности ударно-волновых процессов.

Методы испытания должны обеспечивать безопасность жизни и здоровья граждан, сохранности имущества физических и юридических лиц, экологической безопасности, способствовать повышению надежности и работоспособности объектов электрических сетей с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характеров. В ходе создания альтернативного источника должны быть получены воспроизводимые данные по форме импульса высокого давления внутри объема высоковольтного МНЭО и скорости его распространения. Характеристики фронта высокого давления, создаваемого альтернативным

Значения токов КЗ и их продолжительность

Таблица

Напряжение сети, кВ	72,5	100	245	420
$I_{\text{терм}}$, кА	20	20	31,5	63
$I_{\text{дин}}$, кА	50	50	86	171
$I_{\text{дуги}}$, кА	8	10,5	31,5	40
t , с	2,5	2,5	0,83	0,525

источником в трансформаторном масле, должны быть аналогичны фронтам, возникающим при внутреннем КЗ в ВМЭО. ОАО «ФСК ЕЭС» совместно с институтами Российской академии наук проводит работы по созданию альтернативного метода испытания на взрывобезопасность ВМЭО в рамках целевой научно-исследовательской программы «Взрывобезопасность». Предварительная оценка технико-экономических показателей позволяет рассчитывать на значительное снижение затрат при проведении испытаний на взрывобезопасность ВМЭО по новой методике.

Список литературы:

1. Положение о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС».
2. «Основные положения (Концепция) технической политики в электроэнергетике России на период до 2030 года».
3. ГОСТ 12.1.004-76 «Пожарная безопасность» 4. ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность». Общие требования.



Продолжение,
начало в № 3, 2010 г.

23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН

**ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ И О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ И О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫЕ
ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

12. До 1 января 2012 г. (в отношении объектов, предусмотренных частями 3 и 4 настоящей статьи) и до 1 января 2013 г. (в отношении объектов, предусмотренных частями 5 и 6 настоящей статьи) организации, указанные в части 9 настоящей статьи, обязаны совершить действия по оснащению приборами учета используемых энергетических ресурсов, снабжение которыми и передачу которых указанные организации осуществляют, объектов, инженерно-техническое оборудование которых непосредственно присоединено к принадлежащим им сетям инженерно-технического обеспечения и которые в нарушение требований частей 3–6 настоящей статьи не были оснащены приборами учета используемых энергетических ресурсов в установленный срок. Лицо, не исполнившее в установленный срок обязанности по оснащению данных объектов приборами учета используемых энергетических ресурсов, должно обеспечить допуск указанных организаций к местам установки приборов учета используемых энергетических ресурсов и оплатить расходы указанных организаций на установку этих приборов учета. В случае отказа от оплаты расходов в добровольном порядке лицо, не исполнившее в установленный срок обязанности по оснащению данных объектов приборами учета используемых энергетических ресурсов, должно также оплатить понесенные указанными организациями расходы в связи с необходимостью принудительного взыскания. При этом граждане – собственники жилых домов, дачных домов или садовых домов, граждане – собственники помещений в многоквартирных домах, не исполнившие в установленный срок обязанностей, предусмотренных частями 5 и 6 настоящей статьи, если это потребовало от указанных организаций совершения действий по установке приборов учета используемых энергетических ресурсов, оплачивают равными долями в течение пяти лет с даты их установки расходы указанных организаций на установку этих приборов учета при условии, что ими не выражено намерение оплатить такие расходы единовременно или с меньшим периодом рассрочки. В случае предоставления рассрочки расходы на установку приборов учета используемых энергетических ресурсов подлежат увеличению на сумму процентов, начисляемых в связи с предоставлением рассрочки, но не более чем

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

в размере ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации, действующей на дату начисления, за исключением случаев, если соответствующая компенсация осуществляется за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации, местного бюджета. После 1 января 2012 г. (в отношении объектов, указанных в частях 3 и 4 настоящей статьи, и введенных в эксплуатацию после дня вступления в силу настоящего Федерального закона аналогичных объектов) и 1 января 2013 г. (в отношении объектов, указанных в частях 5 и 6 настоящей статьи, и введенных в эксплуатацию после дня вступления в силу настоящего Федерального закона аналогичных объектов) положения настоящей части должны выполняться во всех случаях выявления указанными организациями фактов нарушений установленных настоящей статьей требований об учете используемых энергетических ресурсов с применением приборов их учета и неустранения таких нарушений совершившим их лицом до истечения двух месяцев с момента их выявления. Указанные организации при выявлении фактов невыполнения собственниками приборов учета используемых энергетических ресурсов обязанности по обеспечению надлежащей эксплуатации этих приборов учета и неустранении такого невыполнения до истечения двух месяцев с момента его выявления также обязаны приступить к эксплуатации этих приборов учета с отнесением понесенных расходов на собственников этих приборов учета. Собственники этих приборов учета обязаны обеспечить допуск указанных организаций к приборам учета используемых энергетических ресурсов и оплатить расходы указанных организаций на их эксплуатацию, а в случае отказа от оплаты расходов в добровольном порядке оплатить понесенные указанными организациями расходы в связи с необходимостью принудительного взыскания.

Статья 14. Повышение энергетической эффективности экономики субъектов Российской Федерации и экономики муниципальных образований

1. В составе показателей оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов должны быть утверждены показатели энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

2. Региональные, муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны соответствовать установленным в соответствии с настоящей статьей требованиям к таким программам и утвержденным Правительством Российской Федерации требованиям к ним. Утвержденные Правительством Российской Федерации требования к региональным, муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны включать в себя целевые показатели в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (без указания их значений), а также перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, которые подлежат включению в такие программы и проведение которых возможно с использованием внебюджетных средств, полученных также с применением регулируемых цен (тарифов), и сроки проведения указанных мероприятий.

3. Региональные, муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны содержать:

1) значения целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, достижение которых обеспечивается в результате реализации соответствующей программы;

2) перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности с указанием ожидаемых результатов в натуральном и стоимостном выражении, в том числе экономического эффекта от реализации соответствующей программы, сроки проведения указанных мероприятий;

3) информацию об источниках финансирования мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности с указанием отдельно бюджетных (при их наличии) и внебюджетных (при их наличии) источников финансирования указанных мероприятий.

4. Значения целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны отражать:

1) повышение эффективности использования энергетических ресурсов в жилищном фонде;

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2) повышение эффективности использования энергетических ресурсов в системах коммунальной инфраструктуры;

3) сокращение потерь энергетических ресурсов при их передаче, в том числе в системах коммунальной инфраструктуры;

4) повышение уровня оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;

5) увеличение количества случаев использования объектов, имеющих высокую энергетическую эффективность, объектов, относящихся к объектам, имеющим высокий класс энергетической эффективности, и (или) объектов, использующих в качестве источников энергии вторичные энергетические ресурсы и (или) возобновляемые источники энергии;

6) увеличение количества высокоэкономичных в части использования моторного топлива транспортных средств, транспортных средств, относящихся к объектам, имеющим высокий класс энергетической эффективности, а также увеличение количества транспортных средств, в отношении которых проведены мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, в том числе по замещению бензина, используемого транспортными средствами в качестве моторного топлива, природным газом с учетом доступности использования природного газа, близости расположения к источникам природного газа и экономической целесообразности такого замещения;

7) сокращение расходов бюджетов на обеспечение энергетическими ресурсами государственных учреждений, муниципальных учреждений, органов государственной власти, органов местного самоуправления, а также расходов бюджетов на предоставление субсидий организациям коммунального комплекса на приобретение топлива, субсидий гражданам на внесение платы за коммунальные услуги с учетом изменений объема использования энергетических ресурсов в указанных сферах;

8) увеличение объема внебюджетных средств, используемых на финансирование мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

5. Расчет значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, достижение которых обеспечивается в результате реализации региональной, муниципальной программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, осуществляется уполномоченным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, органом местного самоуправления.

6. Перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, подлежащих включению в региональные, муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, должен включать в себя предусмотренные настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации мероприятия по:

1) энергосбережению и повышению энергетической эффективности жилищного фонда;

2) энергосбережению и повышению энергетической эффективности систем коммунальной инфраструктуры;

3) энергосбережению в организациях с участием государства или муниципального образования и повышению энергетической эффективности этих организаций;

4) выявлению бесхозных объектов недвижимого имущества, используемых для передачи энергетических ресурсов (включая газоснабжение, тепло- и электроснабжение), организации постановки в установленном порядке таких объектов на учет в качестве бесхозных объектов недвижимого имущества и затем признанию права муниципальной собственности на такие бесхозные объекты недвижимого имущества;

5) организации управления бесхозными объектами недвижимого имущества, используемыми для передачи энергетических ресурсов, с момента выявления таких объектов, в том числе определению источника компенсации возникающих при их эксплуатации нормативных потерь энергетических ресурсов (включая тепловую энергию, электрическую энергию), в частности за счет включения расходов на компенсацию данных потерь в тариф организации, управляющей такими объектами;

6) стимулированию производителей и потребителей энергетических ресурсов, организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов, проводить мероприятия по энергосбережению, повышению энергетической эффективности и сокращению потерь энергетических ресурсов;

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

7) увеличению количества случаев использования в качестве источников энергии вторичных энергетических ресурсов и (или) возобновляемых источников энергии;

8) энергосбережению в транспортном комплексе и повышению его энергетической эффективности, в том числе замещению бензина, используемого транспортными средствами в качестве моторного топлива, природным газом;

9) иным определенным органом государственной власти субъекта Российской Федерации, органом местного самоуправления вопросам.

7. Уполномоченный федеральный орган исполнительной власти утверждает примерный перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

8. В целях повышения энергетической эффективности экономики муниципального образования при разработке, утверждении и реализации программ строительства и (или) модернизации систем коммунальной инфраструктуры должны учитываться следующие требования:

1) решение о строительстве объекта по производству тепловой энергии может быть принято уполномоченным органом местного самоуправления только при условии обоснования невозможности и (или) экономической нецелесообразности удовлетворения потребности в тепловой энергии за счет проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, а также за счет электрических станций, существующих или строящихся либо планируемых для строительства и осуществляющих производство тепловой энергии;

2) выбор между реконструкцией существующего объекта по производству тепловой энергии и строительством нового такого объекта и (или) определение при строительстве нового объекта по производству тепловой энергии типа такого объекта и его характеристик должны осуществляться уполномоченным органом местного самоуправления таким образом, чтобы минимизировать совокупные затраты (включая постоянную и переменную части затрат) на производство и передачу потребителям планируемого объема тепловой энергии.

Глава 4. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ. САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Статья 15. Энергетическое обследование

1. Энергетическое обследование может проводиться в отношении продукции, технологического процесса, а также юридического лица, индивидуального предпринимателя.

2. Основными целями энергетического обследования являются:

- 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- 2) определение показателей энергетической эффективности;
- 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 4) разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

3. По соглашению между лицом, заказавшим проведение энергетического обследования, и лицом, проводящим энергетическое обследование, может предусматриваться разработка по результатам энергетического обследования отчета, содержащего перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, отличных от типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

4. Деятельность по проведению энергетического обследования вправе осуществлять только лица, являющиеся членами саморегулируемых организаций в области энергетического обследования. Создание и функционирование саморегулируемых организаций в области энергетического обследования должны осуществляться в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона и Федерального закона от 1 декабря 2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» (далее – Федеральный закон «О саморегулируемых организациях»).

5. Энергетическое обследование проводится в добровольном порядке, за исключением случаев, если в соответствии с настоящим Федеральным законом оно должно быть проведено в обязательном порядке.

6. По результатам энергетического обследования проводившее его лицо составляет энергетический паспорт и передает его лицу, заказавшему проведение энергетического обследования. Паспорт, составленный по результатам энергетического обследования многоквартирного дома, подлежит передаче лицом, его составившим, собственникам помещений в многоквартирном доме или лицу, ответственному за содержание многоквартирного дома.

7. Энергетический паспорт, составленный по результатам энергетического обследования, должен содержать информацию:

- 1) об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- 2) об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- 3) о показателях энергетической эффективности;
- 4) о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов);
- 5) о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;
- 6) о перечне типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

8. Уполномоченным федеральным органом исполнительной власти устанавливаются требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, а также к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, в том числе требования к его форме и содержанию, правила направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования, в этот федеральный орган исполнительной власти. Указанные требования могут различаться в зависимости от типов организаций, объектов (зданий, строений, сооружений производственного или непроизводственного назначения, энергетического оборудования, технологических процессов и иных критериев).

9. Энергетические паспорта на здания, строения, сооружения, вводимые в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта, могут составляться на основании проектной документации.

Статья 16. Обязательное энергетическое обследование

1. Проведение энергетического обследования является обязательным для следующих лиц:

- 1) органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
- 2) организации с участием государства или муниципального образования;
- 3) организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;
- 4) организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов;
- 5) организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;
- 6) организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

2. Лица, указанные в части 1 настоящей статьи, обязаны организовать и провести первое энергетическое обследование в период со дня вступления в силу настоящего Федерального закона до 31 декабря 2012 г., последующие энергетические обследования – не реже чем один раз каждые пять лет.

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 и УДК.**

- **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** желательно 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 – подрисуночную 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» – x²). 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.

- **Подрисуночные 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 подрисуночные подписи (включаются в файл с авторским текстом).

5. Заполненный в электронной форме Договор авторского заказа (высылается дополнительно).

6. Рекомендательное письмо научного руководителя – желательно 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/>).

Профессиональные праздники и памятные даты

1 апреля



День смеха (День дурака). В этот день в 1564 г. французский король Карл IX издал указ, предписывающий перенести Новый год с 1 апреля на 1 января. Над отмечающими праздник 1 апреля стали подшучивать, даря им пустые подарки. А первый российский массовый розыгрыш состоялся в Москве в 1703 г., когда созданная на «неслыханное представление» публика увидела полотнище «Первый апрель — никому не верь!».



Международный день птиц. 1 апреля 1906 г. была подписана Международная конвенция по охране птиц, к которой спустя 21 год присоединился и Советский Союз. По традиции в это время в ожидании пернатых развешиваются скворечники и прочие «птичьи домики».

2 апреля



Международный день детской книги. Начиная с 1967 г., в день рождения великого сказочника Ганса Христиана Андерсена, весь мир отмечает Международный день детской книги. Таким образом инициатор праздника — Международный совет по детской книге (IBVU), постоянно подчеркивает ведущую роль детской литературы в формировании духовного облика новых поколений.

4 апреля



Пасха. Древнейший христианский праздник установлен в честь воскресения Иисуса Христа. Русская православная церковь отмечает день по юлианскому календарю. В последние годы Светлое Христово воскресенье стало значительным праздником для большинства россиян.



День геолога. Профессиональный праздник учрежден Указом Президиума Верховного Совета СССР от 31 марта 1966 г. и с тех пор отмечается в первое воскресенье апреля. Поводом для подчеркивания заслуг советских геологов стало открытие первых месторождений нефти и газа в Западной Сибири.

6 апреля



День работника следственных органов. 6 апреля 1963 г. право производства предварительного следствия было передано Министерству охраны общественного порядка, позднее переименованному в МВД СССР. Но сама идея процессуальной самостоятельности отечественных следователей была заложена еще в Царской России, согласно принятому в 1864 г. Уставу уголовного судопроизводства.

8 апреля



День сотрудников военных комиссариатов. В этот день в 1918 г. декретом Совета Народных Комиссаров учреждены волостные, уездные, губернские и окружные комиссариаты по военным делам. Начиная с 1993 г. сотрудники военкоматов занимаются не только мобилизационными мероприятиями и учетом граждан, но и решают целый ряд социальных задач.

11 апреля



День войск противовоздушной обороны (ПВО). Праздник установлен Указом Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1980 г. и отмечается во второе воскресенье апреля. Подготовка к созданию системы ПВО началась еще в 1932 г. Данные подразделения внесли огромную лепту в разгром фашистской Германии. Сегодня разветвленная оборонительная сеть является гарантом безопасности и надежным воздушным щитом России.



Международный день освобождения узников фашистских концлагерей. 11 апреля 1945 г. после интернационального восстания был освобожден крупнейший концентрационный лагерь Бухенвальд. По инициативе ООН дата стала памятной для всего человечества. Всего на территории Германии и оккупированных ею стран действовали 14 тысяч лагерей смерти, где погибли более 11 миллионов человек.

12 апреля



Всемирный день авиации и космонавтики. 12 апреля 1961 г. гражданин СССР майор Ю.А. Гагарин на космическом корабле «Восток» впервые в мире совершил орбитальный полет вокруг Земли. Путешествие, длившееся всего 108 минут, открыло эпоху пилотируемых космических полетов.

15 апреля



День специалиста по радиоэлектронной борьбе. 15 апреля 1904 г. морские телеграфисты России впервые успешно использовали радиопомехи в противостоянии с японскими крейсерами. Сегодня радиоэлектронные средства представляют собой мощный военный комплекс.

18 апреля



День воинской славы России — победы русских воинов на Чудском озере. Установлен в честь событий апреля 1242 г., когда объединенные князем Александром Невским новгородские и «низовые» отряды разгромили войско Тевтонского ордена. Герои Ледового побоища не только защитили Псков и Новгород, но и продемонстрировали силу единства разночинных русских ратников.

Поздравим друзей и нужных людей!



Международный день памятников и исторических мест. Дата установлена в 1983 г. Ассамблеей Международного совета по вопросам охраны памятников и достопримечательных мест, созданной при ЮНЕСКО. В рамках празднования проходят мероприятия, посвященные сохранению и защите культурного наследия планеты.

19 апреля



День работников службы занятости. 19 апреля 1991 г. был принят Федеральный закон «О занятости населения в Российской Федерации». Этот день считается датой образования службы, которая осуществляет государственную политику по реализации конституционных прав граждан страны на труд и социальную защиту от безработицы.

21 апреля



Международный день секретаря. Дату начали отмечать с 1952 г. в США в рамках традиционной недели административных работников. День празднуется в среду последней полной недели апреля. Отмечают его не только секретари, но и многие работники компаний — помощники директора, офис-менеджеры, ассистенты.

22 апреля



Международный день Матери-Земли. В этот день в 1970 г. в США прошла первая массовая акция, посвященная защите окружающей среды. Позднее дата получила неофициальный статус «День Земли». Новое название утверждено Генеральной Ассамблеей ООН в 2009 г. и отражает зависимость между планетой, ее экосистемами и человеком.

23 апреля



Всемирный день книг и авторского права. Утвержден в 1995 г. в Париже на Генеральной конференции ЮНЕСКО. Призыв организации — прививать уважение к печатному слову и ценить незаменимый труд авторов, которые содействуют социальному и культурному прогрессу человечества.

24 апреля



Международный день солидарности молодежи. Дата берет исток от Бандунгской конференции стран Азии и Африки в 1955 г. Через два года, по решению Всемирной федерации демократической молодежи, день получил праздничный статус. Цель приуроченных мероприятий — способствовать гражданской активности и солидарности молодых людей в решении мировых проблем.

25 апреля



Всемирный день породненных городов. Отмечается с 1963 г. в последнее воскресенье апреля по решению Всемирной федерации породненных городов. Организация объединяет свыше 3500 городов более чем 160 стран. Международные дружественные связи поддерживают свыше 100 городов России.

26 апреля



Международный день интеллектуальной собственности. День учрежден в сентябре 2000 г. решением Генеральной ассамблеи Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС). Праздник предоставляет возможность подчеркнуть значение инноваций в жизни человека и совершенствовании общества.



Международный день памяти жертв радиационных аварий и катастроф. 26 апреля 1986 г. Чернобыльская атомная электростанция стала символом крупнейшей в истории человечества техногенной катастрофы. Остановить извержение радиоактивных веществ удалось лишь ценой массового облучения тысяч ликвидаторов. Памятная дата утверждена в сентябре 2003 г. на саммите СНГ.

28 апреля



Всемирный день охраны труда. Дата берет начало от Дня памяти погибших работников, впервые проведенного американскими и канадскими трудящимися в 1989 г. С 2003 г. по решению Международной организации труда день, посвященный охране жизни и здоровья на производстве, получил официальное признание.

29 апреля



Международный день танца. Праздник отмечается с 1982 г. по решению ЮНЕСКО в день рождения французского балетмейстера Жана Жоржа Новера — реформатора и теоретика хореографического искусства. День отмечают представители всего танцующего мира — от классиков оперы и балета до самодеятельных артистов.

30 апреля



День пожарной охраны. В этот день в 1649 г. царь Алексей Михайлович подписал «Наказ о Градском благочинии» — документ о создании первой российской противопожарной службы. Первое отечественное пожарное депо было создано при Петре I. Современный праздник борцов с огненным бедствием утвержден Указом Президента России в 1999 г.

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
Агентства «Роспечать»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на ~~газету~~ 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

Куда (почтовый индекс) (адрес)

Кому (фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРточка

ПВ место **литер** на ~~газету~~ журнал **82717**
(индекс издания)

Главный энергетик
(наименование издания)

Стоимость подписки руб. коп. Количество комплектов
переадресовки руб. коп.

на 20 10 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда (почтовый индекс) (адрес)

Кому (фамилия, инициалы)

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
«Почта России»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на ~~газету~~ 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

Куда (почтовый индекс) (адрес)

Кому (фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРточка

ПВ место **литер** на ~~газету~~ журнал **16579**
(индекс издания)

Главный энергетик
(наименование издания)

Стоимость подписки руб. коп. Количество комплектов
переадресовки руб. коп.

на 20 10 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда (почтовый индекс) (адрес)

Кому (фамилия, инициалы)

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передрессовки)
без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск
календарного иттемпеля 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 иттемпеля 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 передрессования 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 предпритий связи и подписных агентств.

Для оформления подписки на газету или журнал,
а также для передрессования 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 предпритий связи и подписных агентств.

Выгодное предложение!

Подписка на 2-е полугодие по льготной цене – 3120 руб. (подписка по каталогам – 3900 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) 211-5418, 749-2164, 749-4273, тел./факс **(495) 250-7524** или по **e-mail: 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 № 2ЖК2010 от « ____ » _____ 2010

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 II полугодие 2010 г.)	6	520	3120	Не обл.	3120
2						
3						
ИТОГО:						
ВСЕГО К ОПЛАТЕ:						

Генеральный директор



Дельсколенко

К.А. Москаленко

Главный бухгалтер

Москаленко

Л.В. Москаленко

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.	<input style="width: 80%;" type="text"/>	
ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №		<input style="width: 40%;" type="text"/>	
	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 Главный энергетик (___ экз.) на 6 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) 211-5418, 749-2164, 749-4273

тел./факс **(495) 250-7524**

или по **e-mail: podpiska@panor.ru**