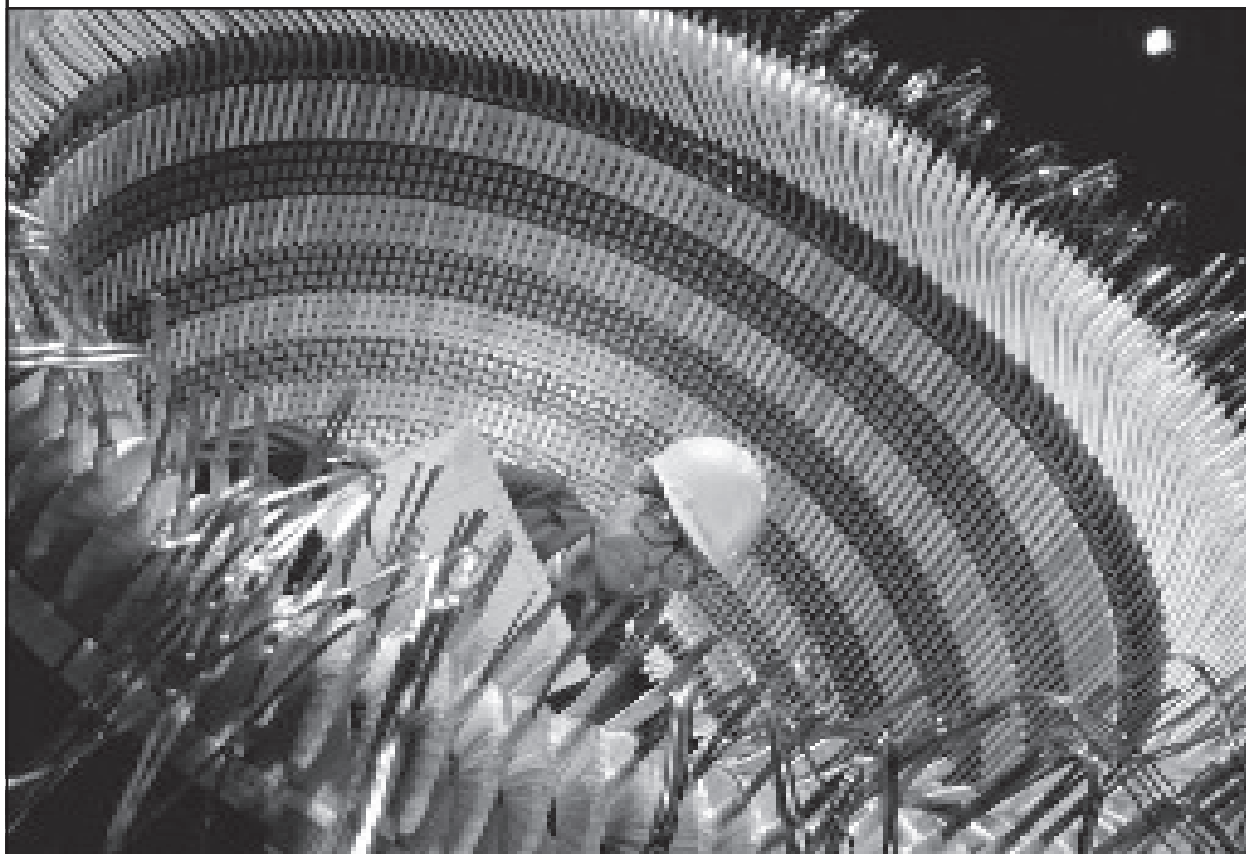


ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ



АВГУСТ
2004

СОДЕРЖАНИЕ



НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

4

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

12

– В СВОБОДНОМ СЕКТОРЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

12

ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

15

– ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ

И АВТОМАТИКИ

15

– ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ

ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ (АВ)

24

– ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР В СИСТЕМЕ ТОПЛИВОПОДАЧИ

ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

30

– SIEMENS. ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

32

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

41

– ПРИБОРЫ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

41

– ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОВЫХ КОТЛОВ. КАЧЕСТВО ПАРА

45

ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

49

– ROOF-TOP: ПРАКТИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

49

ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК № 8/2004

– ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ

БОЛЬШОГО ОБЪЕМА 54

ЭНЕРГОАУДИТ 56

– ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: РОЛЬ ЭНЕРГОАУДИТА 56

МЕТРОЛОГИЯ 58

– О ПОВЕРКЕ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ 58

ОБМЕН ОПЫТОМ 62

– СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПАРОВЫМ УТИЛИЗАЦИОННЫМ КОТЛОМ 62

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 66

– ПРАВИЛА РАБОТЫ С ПЕРСОНАЛОМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 66

ОБРАЗОВАНИЕ 78

СТУПЕНИ ПОЗНАНИЯ - СТУПЕНИ ДОБРА. ШКОЛА «СТУПЕНИ» 78

СКАНВОРД 80



МИНПРОМЭНЕРГО СОГЛАСОВАЛО С МЭРТ ПРЕДЛОЖЕННЫЙ МИНИСТЕРСТВОМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ТОРГОВЛИ ПРОЕКТ ДИРЕКТИВЫ ПО МЕХАНИЗМУ ПРОДАЖИ ОГК

Минпромэнерго согласовало с МЭРТ предложенный Министерством экономического развития и торговли проект директивы по механизму продажи оптовых генерирующих компаний (ОГК).

«Мы высказали МЭРТУ свои пожелания, согласовали с ними тот проект директивы, который они нам направили», — из источника Минпромэнерго.

Не вдаваясь в подробности, сообщается только, что директива «не сильно отличается от проекта директивы, которая

была подготовлена министерствами ранее».

«Теперь все вопросы к МЭРТУ, он будет вносить проект директивы в правительство».

Базовый вариант стратегии реформирования РАО ЕЭС предусматривал пропорциональное распределение долей в ОГК среди существующих акционеров РАО. Затем стал обсуждаться вариант аукционов с участием акций РАО, а затем, по предложению МЭРТ, спецаукционов, в ходе которых на доли

ОГК могли претендовать не только акционеры РАО ЕЭС, но и сторонние инвесторы за счет денежных средств. Согласно вышедшему в декабре 2003 г. постановлению Правительства РФ, подписанному еще бывшим премьером РФ Михаилом Касьяновым, в ходе реформы электроэнергетики должны быть созданы десять ОГК, шесть из которых на базе теплогенерации, три — на базе ГЭС, а последняя — на базе Загорской гидроаккумулирующей станции (ГаЭС).

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КОМИТЕТ РКС УТВЕРДИЛ ПРОГРАММУ СНИЖЕНИЯ СВЕРХНОРМАТИВНЫХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПЕРИОД 2004—2010 гг.

Инвестиционный комитет ОАО «Российские коммунальные системы» на очередном заседании одобрил Программу снижения сверхнормативных потерь электроэнергии на период 2004—2010 гг. Об этом сообщили в дирекции по стратегическим коммуникациям РКС. Целью проекта является извлечение прибыли за счет снижения сверхнормативных потерь электроэнергии. Источниками сверхнормативных потерь являются:

— абоненты, получающие электроэнергию на основании договора без приборов учета, с оплатой по нормам потребления, утвержденным региональными энергетическими комиссиями, и, как следствие, не заинтересованные в энергосбережении;

— приборы учета индукционного типа, которые вследствие несанкционированного внешнего воздействия на измеритель уменьшают показания или полностью прекращают учет потребления электроэнергии;

— абоненты, расчетный учет которых организован посредством приборов учета низкого класса точности.

Сверхнормативные потери отрицательно сказываются на финансовом состоянии дочерних обществ ОАО «РКС». Фактические потери только по шести ДЗО ОАО «РКС», по данным за 2003 год, составили 838 тыс. 273 кВт·ч или 25,5% от фактически отпущенной в сеть электроэнергии. В денежном выражении это составило 813,1 млн. руб.

Для исключения источников потерь предлагается устанавливать новые электронные приборы учета потребления электроэнергии. Планируется установить 1 млн. 96 тыс. 598 однофазных и 9 тыс. 147 трехфазных приборов учета. На реализацию программы будет направлено 1 млрд. 78 млн. руб. Трехфазные приборы учета планируется установить в течение года, однофазные — в течение пяти лет. Приобретение и установка приборов учета будут осуществляться за счет

средств ОАО «РКС» и его дочерних обществ. Срок окупаемости проекта составляет восемь лет.

Инвестиционный комитет поручил профильным дирекциям ОАО «РКС» разработать технико-экономическое обоснование инвестиционных проектов по снижению сверхнормативных потерь электроэнергии для каждого дочернего общества и вынести их на утверждение Инвестиционным комитетом.



ПЕРЕКРОИТЬ ЭНЕРГОРЫНОК

Администратор торговой системы (биржа электроэнергии) предлагает лимитировать закупки электричества на регулируемом секторе рынка, чтобы покупатели востребовали его конкурентную часть. Сейчас здесь продается всего 8% электричества, вырабатываемого в центральной части России, хотя доля этого сектора может достигать 15%. Эксперты считают, что принудительное увеличение спроса в конкурентном секторе приведет к скачку цен на нем.

С ноября прошлого года оптовый рынок электроэнергии в России разделен на две части: регулируемую и конкурентную. В первой из них электричество продается по старинке: тарифы здесь устанавливаются государством. Конкурентный сектор энергорынка пока работает только в Центральном регионе России, и здесь продается порядка 8% электроэнергии, вырабатываемой в этой части страны. При этом, согласно решению правительства, его доля может достигать 15%. И хотя электричество здесь стоит дешевле, чем в регулируемом секторе (по итогам недавних торгов разница составила около 2,8%), покупатели неохотно идут на конкурентный сектор. Сейчас здесь 78 игроков. Потребителей отпугивает сложная система выхода на

конкурентный сектор. Кроме того, они должны закупить и установить на своих предприятиях автоматизированные системы учета электроэнергии, обучить персонал, и многие считают, что игра пока еще не стоит свеч. Вот если бы нам разрешили выйти из региона на регулируемый сектор рынка, это было бы намного интереснее, - рассказал менеджер одного крупного промышленного предприятия.

Эта ситуация не устраивает Администратора торговой системы (АТС) — биржу электроэнергии. АТС разработал новую модель энергорынка, которая позволит увеличить число его участников и, как следствие, долю конкурентного сектора. В июле соответствующий документ направлен на рассмотрение правительства.

Как следует из Перспективной модели рынка, разработанной в АТС, правительству предлагается административно закрепить объемы покупки и продажи электричества по регулируемым тарифам, то есть ограничить возможность потребителей покупать электричество на регулируемом секторе. Сейчас они могут до 30% своих потребностей удовлетворять на конкурентном секторе рынка. Но при этом покупатели подстрахованы действующими правилами: для них всегда сохраняется воз-

можность возврата на регулируемый сектор.

Новые правила сделают основной рынком именно свободные конкурентные отношения, а не регулируемые, как сейчас, считает заместитель председателя правления АТС Олег Баркин. Правда, что будет с ценой на конкурентном секторе, если правительство согласится с предложениями АТС, пока не ясно. «В чистом виде опасность увеличения цены существует», - заявил эксперт АТС Сергей Пикин. Но, по его мнению, взлета цен можно будет избежать, если одновременно с лимитированием объемов на регулируемом секторе правительство согласится и с другим предложением АТС: выводом на рынок всей генерации. Ведь сейчас большинство электростанций не являются самостоятельным субъектом рынка, поскольку они «запакованы» в региональные энергокомпании. Но аналитик банка «Зенит» Сергей Суверов считает, что и в этом случае увеличения цены в свободном секторе рынка избежать не удастся. Хотя продавцов станет больше, но и спрос вырастет существенно. А дешевых генераторов на всех не хватит.



ГЛАВА РАО «ЕЭС РОССИИ» АНАТОЛИЙ ЧУБАЙС ПОДДЕРЖИВАЕТ ПРОГРАММУ МЭРТ РФ ПО ПРОГНОЗНОМУ УРОВНЮ ЦЕН НА УСЛУГИ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ

Глава РАО «ЕЭС России» Анатолий Чубайс поддерживает программу МЭРТ РФ по прогнозному уровню цен на услуги естественных монополий. Эта программа имеет характер качественного проры-

ва и предполагает выход на трехлетнее планирование тарифов, сказал Чубайс на заседании правительства. «Программа МЭРТ позволит вывести на новый уровень всю программу сокращения издержек

естественных монополистов. Цифры жесткие, они позволят выровнять темпы роста тарифов и инфляции, то есть, по сути, приведут к остановке роста тарифов», — заявил Чубайс.

ПРЕЗИДЕНТ РОССИИ ВЛАДИМИР ПУТИН ВЫВЕЛ ИЗ СИСТЕМЫ МИНИСТЕРСТВА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ТОРГОВЛИ РФ ФЕДЕРАЛЬНУЮ СЛУЖБУ ПО ТАРИФАМ

Президент России Владимир Путин вывел из системы Министерства экономического развития и торговли РФ Федеральную службу по тарифам и Федеральную службу государственной статистики. Соответствующие изменения в структуру правительства В. Путин внес согласно Указу «Вопросы структуры федеральных органов исполнительной власти».

По указу, руководство этими федеральными службами осуществляет Правительство РФ.

Напомним, что Федеральная служба по тарифам является федеральным органом исполнительной власти по регулированию естественных монополий, осуществляет госрегулирование цен (тарифов) в электроэнергетике, нефтегазовом комплексе, на железнодорожном и ином транспорте, на услуги транспортных терминалов, портов, аэропортов, услуги общедоступной электрической и почтовой связи, а также на иные виды товаров, подлежащих госрегулированию. Главой Федеральной службы по тарифам в марте был назначен первый заместитель полпреда Президента в Приволжском ФО

бывший менеджер ЮКОСа Сергей Новиков.

В марте Межрегиональная ассоциация региональных энергетических комиссий (МАРЭК) обратилась к В. Путину с просьбой принять решение о переподчинении Федеральной службы по тарифам непосредственно Председателю Правительства РФ.

Федеральная служба государственной статистики отвечает за представление в установленном порядке статистической информации Президенту РФ, Правительству РФ, Федеральному Собранию РФ, органам госвласти, СМИ, организациям и гражданам, а также международным организациям; за разработку и совершенствование научно обоснованной официальной статистической методологии для проведения статистических наблюдений и формирования статистических показателей; обеспечение соответствия указанной методологии международным стандартам; разработку и совершенствование системы статистических показателей, характеризующих состояние экономики и социальной сферы; сбор статистической отчетности и формирование на ее

основе официальной статистической информации; контроль за выполнением организациями и гражданами, осуществляющими предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, законодательства РФ в области государственной статистики; развитие информационной системы госстатистики, обеспечение ее совместимости и взаимодействия с другими государственными информационными системами; обеспечение хранения государственных информационных ресурсов и защиты конфиденциальной и отнесенной к государственной тайне статистической информации; реализацию обязательств РФ, вытекающих из членства в международных организациях и участия в международных договорах; осуществление международного сотрудничества в области статистики.

Руководителем Федеральной службы Госстатистики является Владимир Соколин, ранее возглавлявший Госкомстат РФ.

Прежде в ведении премьер-министра РФ находились лишь две службы — Федеральная антимонопольная служба и Федеральная служба по финансовым рынкам.

СОБРАНИЯ ШЕСТИ АО-ЭНЕРГО ПРИНЯЛИ РЕШЕНИЕ О РЕОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ

Общие собрания акционеров шести АО-энерго приняли решение о реорганизации энергокомпаний в рамках реформирования РАО «ЕЭС России». Акционеры ОАО «Ивэнерго», ОАО «Тамбовэнерго», ОАО «Костромаэнерго», ОАО «Ярэнерго», ОАО «Тверьэнерго» и ОАО «Владимирэнерго» одобрили проек-

ты реформирования путем выделения обществ по видам бизнеса с сохранением существующей структуры собственности во вновь образуемых компаниях.

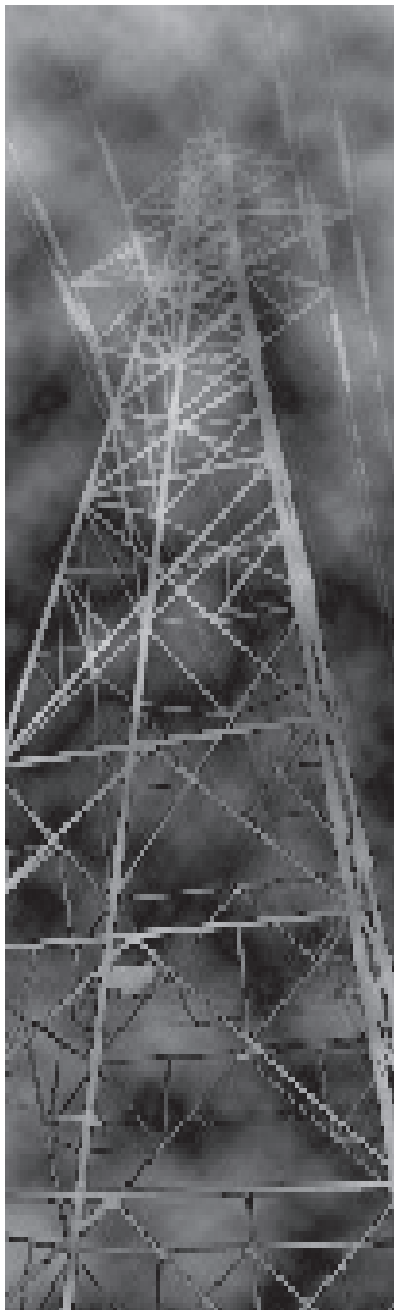
Согласно нормам российского законодательства, для принятия решения о реорганизации необходимо одобрение

не менее 75% акционеров. Во всех шести АО-энерго решения были приняты более 75% голосов. Крупные миноритарные акционеры также проголосовали за реорганизацию.

Всего решения о реорганизации приняты в 17 региональных энергокомпаниях холдинга РАО «ЕЭС России».

СЕТИ — САМЫЙ РЕНТАБЕЛЬНЫЙ БИЗНЕС

«Мосэнерго» подсчитало возможные финансовые показатели компаний, которые должны быть созданы на базе энергосистемы в результате реформы. По этим расчетам получилось, что самыми рентабельными в 2003 г. были бы сетевые



компании. Между тем контроль над ними по «соглашению Лужкова — Чубайса» смогут получить правительство Москвы и Московской области.

Недавно «Мосэнерго» на корпоративном сайте опубликовало информационное сообщение для акционеров, в котором подробно описаны цель и технология реструктуризации энергокомпании. В документе приведена и финансовая отчетность за 2002—2003 гг. в соответствии с МСФО. Первый заместитель генерального директора «Мосэнерго» по корпоративной политике и управлению собственностью Дмитрий Васильев рассказал, что таким образом энергокомпания попыталась продемонстрировать акционерам, что было бы, если бы уже в 2002—2003 гг. вместо «Мосэнерго» в его нынешнем виде действовали бы 14 отдельных компаний.

Как следует из документа, из всех этих компаний наибольшую прибыль акционерам по итогам 2003 г. принесли бы Московская городская электросетевая компания (210 млн. руб.), Московская областная электросетевая компания (157 млн. руб.) и Московская городская теплосетевая компания (96 млн. руб.).

Контроль над этими компаниями, по соглашению между РАО ЕЭС, «Мосэнерго» и правительствами Москвы и Московской области, смогут получить региональные власти. Предполагается, что после разделения «Мосэнерго» сетевые компании проведут допэмиссию акций в пользу регионов, которые собираются оплатить акции своими сетевыми активами.

А вот Управляющая энергетическая компания и «Мосэнерго» понесли бы убытки (1 млн. руб. и 8 млн. руб. соответственно). «Мосэнерго» — это будущая

московская территориальная генкомпания (ТГК), в которую войдут 17 ТЭЦ (это все генерирующие активы, кроме четырех станций, которые отойдут оптовой генкомпании). «Мосэнерго» станет владельцем около 45—47% от совокупных активов нынешней энергосистемы и, как ожидается, будет самой крупной ТГК (установленная мощность 10 600 МВт).

Тем не менее, отмечает член правления РАО ЕЭС, подобные расчеты будет делать каждая энергокомпания, у которой есть депозитарные расписки (в том числе и РАО ЕЭС). «На Западе любая сделка по реформированию приковывает повышенное внимание, и наши компании должны объяснить инвесторам, что их ждет», — поясняет Чикунов. По его словам, государство уже определило, что тарифы сетевых компаний будут устанавливаться по прежней методике «издержки плюс». И что такие компании будут как минимум устойчивы. А вот прогноз по поводу рентабельности генерирующих компаний делать нельзя.

Аналитики по-разному оценили документ «Мосэнерго». Некоторые считают, что на его основании нельзя делать выводы о финансовых показателях будущих компаний. Однако информация об их расходах полезна, говорит аналитик «ЦентрИнвеста» Александр Якубов. Например, из документа следует, что генерация более, чем на 7 млрд руб. в год субсидирует электросети, а вместе они субсидируют еще теплосети. Получается, что если бы 14 компаний уже в 2003 г. работали независимо и генкомпания продавала бы электроэнергию по тарифу ФОРЭ-Ма, то конечная цена для потребителей превысила бы прошлогоднюю на 30%, заключил аналитик.

ЧИНОВНИКИ ГРОЗЯТ «РАО ЕЭС РОССИИ» СНИЖЕНИЕМ АБОНЕНТНОЙ ПЛАТЫ ЗА НЕПРАВИЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ

Минэкономразвития осталось недовольно ростом чистой прибыли РАО «ЕЭС России» за 2003 г. на 36% по сравнению с плановым показателем. Чиновники подозревают, что РАО специально занижало свои показатели, чтобы выбить повышенную абонентную плату, и теперь грозятся снизить компании тарифы на 2005 г.

Абонентная плата является основным источником доходов РАО и взимается в качестве тарифа за услуги с потребителей оптового рынка электроэнергии. По данным РАО, выручка компании за 2003 г. составила 51,6 млрд руб., из них средства от абонентной платы — 38,8 млрд руб. Абонентная плата расходуется в основном на ин-



вестпрограмму РАО. По плану энергореформы, абонентная плата РАО исчезнет при расформировании самой компании, пока же ее размер ежегодно снижается. На конец 2003 г. абонентная плата РАО составляла 51,85 руб. за МВт ч, на 2004 г. она установлена в размере 45,26 руб. за МВт ч.

Минэкономразвития такой результат удивил. Чиновники усмотрели в этом умышленное занижение прогноза прибыли и теперь грозят РАО снижением абонентной платы в 2005 г. «Они получили больше прибыли, чем показывали при подготовке тарифов, — возмущается чиновник Минэкономразвития. — Мы не понимаем, откуда взялись эти цифры, и просим РАО показать, за счет чего показатели так резко выросли». Министерство может инициировать понижение абонентной платы РАО за 2005 г., если рост чистой прибыли был достигнут за счет доходов от регулируемых видов деятельности. «По правилам ценообразования в подобных случаях урезается тариф будущего периода», — поясняет он. Абонентная плата РАО на 2005 г. будет утверждена этим летом — по планам ФСТ она должна составить 41,42 руб. за МВт ч, что обеспечит объем целевой инвестпрограммы РАО на сумму 16,38 млрд руб.

Чиновник ФСТ сообщил, что его ведомство «обязательно рассмотрит предложения Минэкономразвития». Однако он вовсе не уверен в том, что РАО нужно снизить абонентную плату. «РАО могло получить больше прибыли за счет снижения издержек», — предполагает он. Другой сотрудник этого ведомства говорит, что прогноз абонентной платы на 2005 г. уже учитывает дополнительные доходы

РАО в 2003 г. «Мы вычли при расчете абонентной платы порядка 3,5 млрд. руб. дополнительных доходов за 2003 г., полученных от экспорта и от дочерних обществ в виде дивидендов», — пояснил он. По словам сотрудника РАО, в 2003 г. компания получила доходы от участия в других организациях в размере 3,611 млрд руб., а от экспорта — 9,5 млрд руб. Какая часть этих денег была учтена в плане, компания не уточняет.

А чиновник Минпромэнерго вообще не разделяет инициативу коллег. «Монополии грешат снижением плановых показателей при расчете тарифов, — отмечает он. — Можно снизить им тариф, но лучше направить дополнительные средства на инвестиции». В самом РАО предупреждают, что «резкое снижение абонентной платы может поставить под угрозу выполнение инвестпрограммы».

Потребители же приветствуют инициативу чиновников. «Абонентная плата РАО составляет порядка 5% в общем тарифе на ФОРЭМ, и мы — за ее снижение, — говорит представитель одного из крупных промышленных потребителей.

А эксперты отмечают, что во всем виновата система тарифообразования в 2003 г. тарифы устанавливались затратным методом, и компаниям было выгодно завышать расходы. Теперь декларируется принцип установления тарифов от инфляции, и, по идее, такие ситуации должны исчезнуть. Федор Трегубенко из Brunswick UBS добавляет, что в I полугодии 2003 г. «абонентная плата была единой для РАО ЕЭС и ФСК». «Сетевая составляющая была отделена лишь после 1 июля, поэтому возможна путаница в расчетах», — полагает он.

ЭНЕРГЕТИКИ СРЕДНЕЙ РУКИ

На энергетическом рынке вскоре появится новый игрок — компания «Русинкор», в состав которой входят «Киселевскуголь», Мурманский морской торговый порт и пермский завод нефтяного оборудования «Элкамнефтемаш». Глава Северной энергетической управляющей компании СЭУК Валентин Санько сообщил, что «Русинкор» намеревается обменять свой пакет акций в «Вологдаэнерго» (около 30%) на акции Череповецкой ГРЭС, получив таким образом контроль над электростанцией мощностью 630 МВт. Сейчас Череповецкая ГРЭС входит в состав «Вологдаэнерго», управляемой СУЭК. По словам представителей «Русинкора», приобретение Череповецкой ГРЭС позволит им создать угольно-энергетический холдинг. Сейчас «Русинкор» добывает порядка 6 млн. тонн угля (4 млн. тонн энергетических и 2 млн. тонн коксующихся углей) и около 60% продукции экспортирует через Мурманский порт.

Надо сказать, что для средней компании с оборотом в 200 млн. долл. (оценка Валентина Санько) внедриться на плотно забитый крупными промышленными группами энергетический рынок — большой риск. Деньги на скупку акций «Вологдаэнерго» — около 20 млн. долл. — уже потрачены, однако из-за задержки с реформированием электроэнергетики «Русинкор» получит Череповецкую ГРЭС еще очень не скоро. Да и не факт, что вообще получит: Череповецкая ГРЭС может войти в одну из оптовых генерирующих компаний (ОГК), которые будут продаваться на открытом рынке. Тогда нынешним акционерам «Вологдаэнерго» придется конкурировать с другими претендентами на контроль над ОГК.

По всей вероятности, уверенности «Русинкору» придадут два обстоятельства. Большую часть угля на внутреннем рынке «Русинкор» поставляет компаниям «ЕЭС России». Кроме

того, одним из совладельцев «Русинкора» считается бывший министр экономики Андрей Шаповальянц, когда-то работавший вместе с нынешним зампредом правления РАО ЕЭС Яковом Уринсоном. Валентин Санько сказал, что поддерживает начинания «Русинкора», но механизм обмена акций «Вологдаэнерго» на акции Череповецкой ГРЭС «пока непонятен, это компетенция РАО, здесь нужны консультации и решение совета директоров».

Впрочем, аналитик банка «Зенит» Сергей Суворов не исключает, что «Русинкор» может продать свой пакет «Вологдаэнерго» более крупным группам, например «Северстали». «Если «Русинкор» все же получит Череповецкую ГРЭС и займется энергетическим бизнесом, это будет первый случай появления на этом рынке среднего игрока. Наличие таких игроков скажется на рынке позитивно».

ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НЕОБХОДИМО ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В РЯД ЗАКОНОВ И ПОДЗАКОННЫХ АКТОВ

Председатель правления РАО «ЕЭС России» (EESR) Анатолий Чубайс считает, что для осуществления реформирования электроэнергетики необходимо внесение изменений в ряд законов и подзаконных актов. Об этом, он заявил, выступая на конференции «Корпоративное управление и экономический рост России».

По его словам, по крайней мере, пять законов «не адекватны реорганизации». По его словам — это закон об акционерных обществах, о госрегистрации юридических лиц, закон о лицензировании, Трудовой кодекс и Налоговый кодекс. Помимо это-

го, необходимо внести изменения также в «документы Федеральной энергетической комиссии» и постановления правительства.

В частности, по словам А.Чубайса, в соответствии с законом о лицензировании, лицензии, на основании которых работают ТЭС, принадлежат энергокомпаниям.

«По закону, я должен прекращать работу ТЭС в момент принятия решения акционерами о реорганизации компании», — сказал А.Чубайс. В то же время, для того, чтобы новая генерирующая компания получила свою лицензию, необходимо несколь-

ко месяцев, что «является абсурдным».



ПРАВИТЕЛЬСТВО СОБИРАЕТСЯ СКОРРЕКТИРОВАТЬ ПЛАН РЕФОРМЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Правительство собирается скорректировать план реформы электроэнергетики: вместо распределения гидростанций РАО «ЕЭС России» в четыре компании создать единую суперкомпанию. На базе РАО «ЕЭС России» планировалось создать десять оптовых генерирующих компаний (ОГК): шесть — из тепловых станций, а четыре — из ГЭС. Состав ОГК утвержден распоряжением правительства.

По оценке аналитика Vi-
inswick UBS Федора Трегубен-
ко, это будет самая крупная ге-
нерирующая компания страны

(суммарная установленная мощ-
ность действующих ГЭС состав-
ляет 21 000 МВт). При создании
гидро-ОГК структура ее капита-
ла будет идентична структуре
РАО (госдоля — 52%), но, по
закону, госдоля в гидрогенера-
ции должна оставаться выше
50%.

Фондовый рынок, видимо,
уже устал реагировать на новос-
ти об очередной задержке ре-
формы. При этом реформу окон-
чательно остановить тоже нельзя.
Необходимость проведения ре-
формы сохраняется — отсут-
ствие свободного рынка элект-

роэнергии тормозит развитие
экономики. Главная причина тор-
можения реформы в том, что го-
сударство на самых высших сво-
их уровнях не может определить-
ся с тем, что же в конце концов
оно хочет получить от реформы.
Судя по всему, до сих пор не
решены три принципиальных воп-
роса — насколько допустимо вли-
яние крупных финансово-про-
мышленных групп на энергетику,
насколько государство должно
участвовать в управлении отрас-
лью и насколько она будет откры-
та для иностранных инвестиций.

ПРАВИТЕЛЬСТВО В ЦЕЛОМ УТВЕРДИЛО ПОВЫШЕНИЕ ТАРИФОВ НА ГАЗ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ В 2005 г.

Правительство в целом одобрило предложение Минэкономразвития о повышении тарифов на газ в 2005 г. в размере 20%, на электроэнергию — 9,5%, на железнодорожные перевозки — от 6% до 8,5%. Об этом на заседании правительства заявил премьер-министр РФ Михаил Фрадков. Рост предельного уровня тарифов в 2006 г. на газ составит 11%. Рост предельного уровня тарифов на электроэнергию в 2006 г. составит 7,5%. Тарифы на железнодорожные перевозки в 2006 г. возрастут в пределах от 2 до 7,5%. Как отметил глава Минэкономразвития Герман Греф, «эти цифры утверж-

дены как предельный рост тари-
фов; по некоторым параметрам
даны два значения — максималь-
ное и минимальное». «Это стан-
ет инструментом давления на
естественные монополии, чтобы
они снижали издержки и пред-
ставляли более обоснованные
инвестиционные планы».

Касаясь предельного пара-
метра роста тарифов на элект-
роэнергию в 2005 г. (11%), Г.
Греф сказал, что РАО «ЕЭС Рос-
сии» предлагало сначала 15-про-
центное увеличение, а потом
увеличение на 12%. «Но когда мы
пошли на среднесрочное плани-
рование, РАО согласилось с на-
шим предложением», — отметил

министр. Он считает, что приня-
тие предложения Минэкономраз-
вития по предельному росту тари-
фов на электроэнергию «сти-
мулирует работу по снижению
издержек по всем предприятиям
и АО-энерго».

Предполагаемый рост тари-
фов на электроэнергию в 2005 г.
на 1% превысит уровень инфля-
ции. Напомним, что 26 апреля
правление ОАО «Газпром» утвер-
дило свои предложения по пара-
метрам изменения реальных (без
учета инфляции) регулируемых
оптовых цен в 2005 г. на 16 и в
2006 г. — на 22,6%.



РАО «ЕЭС РОССИИ» УСКОРЯЕТ ПРОЦЕСС ЭНЕРГОРЕФОРМЫ

РАО «ЕЭС России» решило изменить уставы дочерних АО-энерго, чтобы ускорить процесс энергореформы.

РАО «ЕЭС России» владеет от 49 до 100% акций в 72 АО-энерго. В процессе реформирования энергосистемы должны быть разделены по видам бизнеса. А чтобы упростить этот процесс, РАО решило на годовых собраниях акционеров дочерних предприятий внести изменения в их уставы.

РАО предлагает освободить новые компании, которым в процессе энергореформы будут переданы крупные пакеты акций АО-энерго, от обязанности вы-

купать пакеты у остальных акционеров дочерних предприятий. Кроме того, предлагаемые РАО поправки существенно расширяют полномочия гендиректоров АО-энерго и урезают возможности советов директоров. В частности, энергохолдинг полагает, что гендиректора могут самостоятельно утверждать кандидатуры топ-менеджеров дочерних предприятий, а не согласовывать их с советом директоров, как это предусмотрено действующими уставами. Кроме того, сейчас решения об участии АО-энерго в профильных дочерних предприятиях принимаются советом директоров единогласно, а в не-

профильных — тремя четвертями голосов. РАО предлагает поменять эти нормы на две трети и большинство голосов соответственно. «ЕЭС России» также предлагает частично передать менеджменту АО-энерго полномочия по утверждению сделок, связанных с безвозмездной передачей имущества или оказанием услуг.

Представитель энергохолдинга поясняет, что предлагаемые поправки избавят РАО от необходимости выполнять те нормы закона, которые физически невыполнимы.





В СВОБОДНОМ СЕКТОРЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

С 2004 года начался первый этап работы свободного сектора энергетического рынка. Производители энергии могут продать на нем от 5 до 15% собственного производства, а покупатели — приобрести до 30% своего потребления. Фактически сейчас идет выстраивание работы свободного сектора, поэтому его участники накапливают опыт заключения сделок. О первых итогах работы на свободном рынке, перспективах его развития и о рисках, которые могут возникнуть у участников рынка, рассказал заместитель главного инженера ОАО «Самараэнерго» Андрей Бухтияров.

— Свободная оптовая торговля электрической энергией — новое для России явление. Какова была цель создания такого сегмента рынка?

— Выбранное государством направление является первым шагом в переходе от монополии к конкуренции. Это один из этапов, позволяющих осуществить плавный переход к целевой модели полностью конкурентного рынка электрической энергии. У предприятий появляется заинтересованность в получении наибольшей экономической выгоды от проводимой сейчас в энергетике реформы и, как следствие — в снижении издержек, которые являются одной из составляющих формирования тарифов.

— Что такое АТС, для чего эта структура была образована?

— Целью создания некоммерческого партнерства «Администратор торговой системы» (АТС) является организация торгов и финансовых расчетов на оптовом рынке электрической энергии и урегулирование всех вопросов и споров между субъек-

тами оптового рынка электрической энергии. Свое участие в конкурентном секторе оптового рынка электрической энергии, участники которого могут продавать по свободным ценам до 15% производимой ими электрической энергии и покупать до 30% от необходимого объема потребления, ОАО «Самараэнерго» начало 14 января этого года.

— Рынок только начал работать. Как будет проходить его становление?

— Реформа рынка пройдет в четыре этапа. На первом, начавшемся в конце 2003 года, должны определиться принципы формирования цен. Второй этап предусматривает обязательное участие в работе рынка покупателей электроэнергии. Пока это делается на добровольной основе. Второй этап займет текущий и следующий годы. Далее предусмотрено расширение рынка «5–15». То есть по результатам работы рынка его границы могут быть расширены, и продавцы, и покупатели смогут больше продавать и покупать электрической энергии. На 2006 год запланирован четвертый этап, на котором 100% производства и покупки электроэнергии будут вестись уже только на рынке.

— Что собой представляет оптовый рынок электроэнергии?

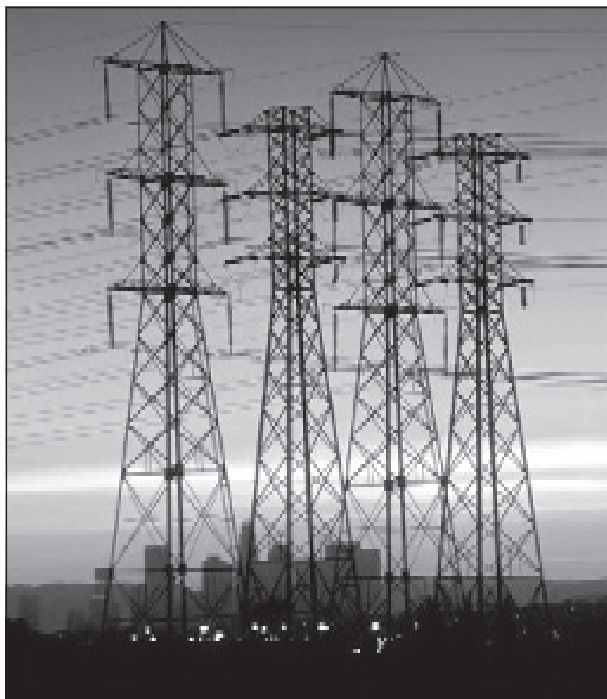
— Структура рынка состоит из трех частей: регулируемого сектора, сектора свободной торговли и сектора отклонений. Регулируемый сектор — это та часть оптового рынка электрической энергии, где тарифы устанавливаются Федеральной службой тарифов (бывшая ФЭК). В этот сектор электростанции обязаны поставить до 85% собственного производства. Разница между регулируемым и свободными секторами состоит в том,

что тариф в регулируемом секторе устанавливает Федеральная служба тарифов, а на свободном рынке цена определяется исходя из результатов торгового аукциона. Сектор отклонений нужен для того, чтобы покрыть отклонения — разность между плановым и фактическим потреблением и производством электрической энергии, вызванную нарушениями и форсмажорными обстоятельствами в работе генерирующих установок. За отклонения от плановых величин производителям и потребителям электрической энергии начисляются штрафы в соответствии с Методикой стоимости отклонений, утвержденной Федеральной службой тарифов. Допустимый диапазон отклонений, за которые штрафы не начисляются, для производителей — 2%, для потребителей — 10%.

— *Что будет с ценой на энергию?*

— Я думаю, что цены будут колебаться в больших пределах. Сейчас они несколько снизились, так как начался паводок и увеличилась доля энергии, поставляемой с гидроэлектростанций. В результате паводка разница цен в регулируемом секторе и на свободном рынке составляет 4–4,2%. В целом, на мой взгляд, средняя разница будет составлять около 5%. В противном случае рынка не будет. Чем меньше разница между регулируемым сектором и свободным рынком, тем больше риска всю эту экономию распылить.

Не стоит забывать, что, кроме тарифов на энергию и штрафов за неточный прогноз потребления, потребитель будет обязан оплатить еще и услуги энергоснабжающей организации по пере-



даче электрической энергии. Кроме того, необходимо будет компенсировать стоимость услуг энергоснабжающей организации, федеральной сетевой компании и РАО «ЕЭС России».

— *Есть ли какие-то особые условия для участия в работе рынка?*

— Чтобы стать участником рынка, необходимо соответствовать ряду требований. У поставщика электрической энергии величина установленной мощности должна быть не менее 25 МВт. Такие количественные характеристики определены правительством страны. Кроме того, нужно, чтобы в каждой точке поставки величина установленной мощности составляла не менее 5 МВт. Допустим, суммарная мощность в нескольких точках поставки электроэнергии составляет 26 МВт, но в одной из точек поставки генерирующий объект имеет установленную мощность менее 5 МВт. В этом случае он не может получить статус участника оптового рынка электроэнергии.

Что касается потребителя и энергосбытовой организации, то у них величина присоединенной мощности должна быть не менее 20 мегавольтампер. Здесь также для каждой точки есть свои условия: потребляемая мощность должна быть не менее 4 мегавольтампер.

— *Торговый день имеет сходство с работой биржи?*

— Я объясню это на примере ОАО «Самараэнерго». Ежедневно до 8 часов утра по московскому времени филиалы компании направляют свои графики-предложения по производству электрической энергии на предстоящие сутки. После этого до 8.30 совместно с регионально-диспетчерским управлением идет формирование макета, где закладываются характеристики генерирующих станций, чтобы в дальнейшем определить режим работы. Затем заявка направляется на web-сайт системного оператора. Одновременно делается прогноз полного планового почасового потребления АО-энерго на следующий день. Эти данные также направляются на web-сайт. На их основании будут рассчитываться отклонения фактического потребления от плана. Далее, до 12 часов московского времени, системным оператором формируется предварительный диспетчерский график, который отправляется на торговую площадку АТС. По такой же схеме мы формируем почасовые ценовые пары (торговую заявку) и отправляем их на торговую площадку АТС.

— *«Ценовые пары» и «торговый день» — для многих новые понятия. Что они означают?*

— Это показатель того, по какой цене и каком объеме электроэнергии мы готовы приобрести в конкурентном секторе оптового рынка. Например, на 5 часов утра энергосистема готова приобрести по одной цене один объем, а по другой цене —

меньший или больший — в зависимости от конъюнктуры рынка.

– Больше всего вопросов возникает у потребителей энергии о выходе на свободный сектор энергетического рынка и работе в будущем. В чем сложность решения этой проблемы?

– Это прежде всего организация работы. Сам технический процесс подачи заявки не сложен. Главный вопрос — точность ее составления. Здесь, как у минера, права на ошибку нет. Сделав заявку, трейдер начинает думать над следующим днем. Идет непрерывная круглосуточная обработка информации. Могу даже сказать, что некоторые по ночам не спят, работая над этой проблемой. Осуществление прогноза потребления — одна из составляющих успеха работы компании на рынке.

Важным этапом работы на рынке является введение режимов. Это необходимо для выдерживания торгового графика генерации, чтобы не попасть в ситуацию, когда придется платить штрафы за отклонения от торгового графика. В случае нарушения торгового графика на одной из станций компенсировать отклонения другой станцией энергосистемы нельзя. Штраф начисляется по каждой точке поставки, а их, например, только у ОАО «Самараэнерго» восемь. Как было упомянуто выше, допустимая величина отклонений для генерации на сегодня составляет 2%. То есть до этих пределов штрафные санкции начисляются не будут. Но стоит только превысить данный показатель на 0,1%, штраф будет начислен за 2,1%.

– Значит, работа на рынке — это риск. С чем могут столкнуться участники свободного рынка электрической энергии?

– Риски — это очень болезненный и серьезный вопрос. На сегодня нет трейдера, который бы смог работать без нареканий. По имеющимся результатам работы, при переходе к целевой (стоцентной) модели рынка работать будет еще сложнее. Для составления прогноза учитываются все данные, вплоть до влажности воздуха. Используются данные об освещенности, условиях погоды, атмосферном давлении, скорости ветра и многие другие. Это нелегкое дело. От того, насколько точно будет сделана заявка на продажу энергии или ее покупку, зависит работа участника рынка.

– Не получится ли так, что покупатели энергии на свободном рынке будут бесконечно ошибаться и после перехода на полностью свободный рынок попадут в безвыходное положение?

– Потому и существует рынок, чтобы расставить все на свои места. Первый этап работы на то и рассчитан, что участники рынка попробуют свои силы на нем, определятся со стратегией работы на будущее. Но главное, сейчас нужно внимательно присматриваться к тому, какие энергосбытовые организации есть и как они работают на рын-

ке.

– Допустим, кто-то присмотрится и сделает вывод, а кто-то нет

– Это проблема потребителя.

– Что дает работа на свободном рынке АО-энерго?

– Для «Самараэнерго» это, прежде всего, четкое планирование и выдерживание режимов работы энергосистемы. Кроме того, повышается степень ответственности работников всех уровней компании.

– А с коммерческой точки зрения?

– Опять же применительно к «Самараэнерго» могу сказать, что мы оказываемся в выигрыше. Однако это не означает, что так будет всегда. Это рынок, ситуация меняется в соответствии с его тенденциями, и вполне можно проиграть.

– Каков объем электроэнергии, продающейся сейчас в свободном секторе?

– Около 7% от общего производства по европейской части России, включая зону Урала.

– Когда свободный сектор рынка полностью заработает, регулируемый сегмент будет закрыт?

– Думаю, что да. Однако регулятор должен быть. Каким будет рынок через год-два, предположить сложно.

– Промышленные предприятия Самарской области уже выходят на свободный рынок?

– Самарские предприятия пока осторожничают, но в целом по России многие уже покупают энергию на рынке. С прогнозом пока есть серьезные проблемы. В феврале этого года из-за своих ошибок одна из энергосистем получила штрафы на сумму 60 млн. рублей. Многие недостаточно хорошо осуществляют прогноз покупки и продажи электроэнергии, ошибаются. По результатам февраля штрафы всех энергосистем составили порядка 600 млн. рублей. Все острее встает вопрос о подготовке персонала для такой работы. Однако полностью исключить ошибку невозможно. У нас отклонение составляет 0,5%. Это высокий показатель.





ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ С ЦИФРОВЫМИ РЕЛЕ

Одной из особенностей цифровых устройств является относительная простота организации контроля исправности аппаратной части и программного обеспечения. Этому благоприятствует циклический режим работы микропроцессора по заложенной в реле программе. Отдельные фрагменты этой программы и выполняют самотестирование устройства защиты. В цифровых реле при самоконтроле часто используются определенные приемы.

Так, неисправность тракта аналого-цифрового преобразования с большой глубиной охвата входящих в него узлов обнаруживается путем периодического считывания опорного (неизменного по времени) напряжения. Если микропроцессор обнаруживает расхождение между последним и ранее полученным результатами, то он формирует сигналы неисправности.

Неисправность ОЗУ проверяют, записывая в ячейки заранее известные числа и сравнивая результаты, получаемые при последующем считывании.

Рабочая программа, хранимая в ПЗУ, периодически рассматривается МП как набор числовых кодов; МП выполняет их формальное суммирование, а результат сравнивает с контрольной суммой, хранимой в заранее известной ячейке.

Целостность обмоток выходных реле проверяют при кратковременной подаче на них напряжения и контроле обтекания их током.

Периодически выполняется самотестирование МП, измеряются параметры блока питания и других важнейших узлов устройства.

На случай выхода из строя самого МП, осуществляющего самоконтроль, в цифровых устройствах предусматривают специальный сторожевой таймер. Это несложный, а следовательно, очень надежный узел. В нормальном режиме МП посылает в этот узел импульсы с заданным периодом следования. С приходом очередного импульса сторожевой таймер начинает отсчет времени. Если за отведенное время от МП не придет очередной импульс, который сбрасывает таймер в исходное состояние, то таймер воздействует на вход возврата МП в исходное состояние. Это вызывает перезапуск управляющей программы. При неисправности МП «зависает», устойчиво формируя 0 или 1. Это обнаруживает сторожевой таймер и формирует сигнал тревоги. При необходимости блокируются наиболее ответственные узлы устройства защиты.

Безусловно, тестирование не может обеспечить 100%-ного выявления внутренних дефектов изделия. Реально тестированием удастся охватить примерно 70–80% всех элементов изделия.

Надежность функционирования любого устройства следует рассматривать в двух аспектах:

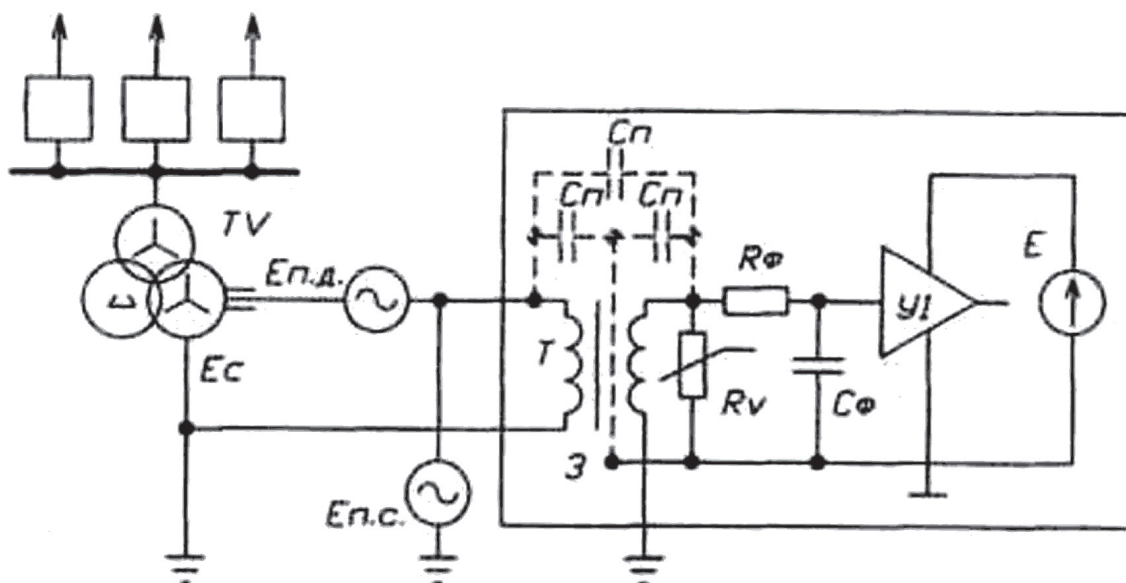


Рис. 1. Входной тракт устройства РЗА

надежность самого устройства и функционирования всей системы, в состав которой входит данное устройство. Надежность аппаратной части какого-либо устройства в первую очередь определяется количеством затраченных на его изготовление комплектующих изделий и их качеством.

У аналоговых устройств объем аппаратной части растет пропорционально увеличению числа реализуемых функций и их сложности, а у цифровых устройств — остается практически неизменным при вариациях сложности алгоритма и достаточно широких пределах.

С другой стороны, для цифровых устройств характерен непрерывный автоматический контроль аппаратной части и программного обеспечения. Самоконтроль существенно повышает надежность цифровой РЗ как системы, благодаря своевременному оповещению персонала о случаях отказа аппаратной части. Это позволяет незамедлительно принимать меры по восстановлению работоспособности системы РЗ. В аналоговых системах РЗ, как правило, предусматривается лишь периодический тестовый контроль работоспособности аппаратной части, причем с участием человека. При периодическом контроле возможна эксплуатация неисправной системы РЗ в течение достаточно длительного времени — до момента очередной плановой проверки. Таким образом, можно говорить о более высокой надежности функционирования цифровых устройств.

ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ ЦИФРОВЫХ РЕЛЕ

Помехозащищенность представляет собой способность аппаратуры правильно функционировать в условиях электромагнитных помех. Необходимая помехозащищенность обеспечивается при следующих условиях:

- требуемом превышении уровней информационных сигналов над уровнем помех. В этой связи в энергетике используют сигналы с номинальными уровнями 1 А и более, 100 В и выше;
- правильной прокладке линий связи датчиков информации с устройствами РЗ, а при необходимости — при защите линий связи от действия помех и подавлении самих помех;
- правильном конструировании аппаратной части устройства РЗ. Как правило, входную часть устройства защиты выполняют по схеме, когда рабочий сигнал E_c передается по двухпроводной линии в виде разности потенциалов или током. Обычно входным воспринимающим элементом устройства является промежуточный трансформатор T (рис. 1). Как уже отмечалось, трансформатор обеспечивает одновременно и преобразование подводимых сигналов, и гальваническое разделение внутренних и внешних цепей.

Помехи могут наводиться как между проводниками линий связи (помехи дифференциального, или поперечного вида $E_{п.д}$), так и между любым про-

водом линии и земель (синфазные, или продольные помехи Еп.с). Синфазные помехи опасны для дифференциальных приемников. Проникая внутрь устройства по паразитным емкостным связям Сп, эти помехи затем могут накладываться на рабочий сигнал, который внутри устройства, как правило, является синфазным и передается относительно общей шины нулевого потенциала. Поэтому конструкторы аппаратуры применяют меры, чтобы максимально ослабить паразитные (емкостные) связи между первичной обмоткой промежуточного трансформатора Т и элементами внутренней схемы устройства.

Что касается дифференциальных помех Еп.д, то наиболее действенным способом является максимальное ограждение линий связи от воздействия источников помех, если они неустраняемы. Для этого необходимо знать, как помехи попадают в линию связи.

Принято различать гальванический, электростатический и индуктивный пути проникновения помех из одной электрической цепи в другую.

Гальваническая связь представляет собой непосредственную связь цепи приемника полезного сигнала с цепью, где расположен источник помехи. Чаще всего этот путь возникает из-за наличия общего проводника в рассматриваемых цепях. Принято считать, что «земля» во всех точках имеет потенциал, равный нулю. Это не совсем так.

Снижению уровня такого рода помех благоприятствует только увеличение сечения шины заземления. Однако и увеличение сечения общей шины может оказаться неэффективным в случае высокочастотных помех, когда начинает проявляться индуктивный характер сопротивления шины. Кардинальное решение проблемы защиты от проникновения помех по земле — это заземление слаботочных цепей только в одной точке.

Электростатическая (емкостная) связь электрических цепей возникает в схемах с контурами с большим сопротивлением, когда проводники таких цепей генерируют и воспринимают электрические поля. Помехи между цепями такого рода еще называют перекрестными. Наиболее неблагоприятным случаем является близкое расположение проводников разных цепей на значительном расстоянии.

Эффективным способом борьбы с помехами этого рода являются скрутка проводов и применение электростатических экранов. Скрутка способствует выравниванию емкостей между проводами, а экранирование уменьшает емкость связи как таковую. Отсюда следует, что нежелательно использовать для образования канала связи жилы из разных кабелей.

Индуктивная связь характерна для цепей с малым сопротивлением. Чаще всего она проявля-

ется при замыкании на землю в трехфазных цепях. При междофазных КЗ внешнее поле трехфазной линии относительно мало вследствие близкого расположения проводов и равенства нулю суммы фазных токов. При замыкании на землю образуется контур протекания тока больших геометрических размеров.

Для борьбы с помехами, наводимыми за счет индуктивной связи, используют все мероприятия, рассмотренные для случая электростатической связи. Как видно, помехи попадают на линию связи разными путями. В реальной ситуации проявляются одновременно все виды паразитной связи.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКРАНИРОВАНИЯ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

Экранирующее действие металлической оболочки кабеля объясняется тем, что в ней наводятся токи, создающие поле, которое компенсирует вызывающее их внешнее поле. Для эффективного экранирования толщина стенок экрана должна быть соизмерима с длиной волны электромагнитного поля в веществе экрана. Например, на промышленной частоте 50 Гц медный экран эффективен лишь при толщине стенок 6 см, а железный — при толщине 4,5 мм. Несмотря на очевидные достоинства ферромагнитных экранов, на практике применяют экраны из хорошо проводящих материалов, так как магнитная проницаемость ферромагнитных веществ сильно зависит от напряженности внешнего поля. При насыщении ферромагнитного экрана его экранирующие свойства резко ухудшаются.

Кабели с экранами из немагнитного материала наиболее эффективны при защите от электростатических и высокочастотных электромагнитных полей. Для защиты от низкочастотных электромагнитных полей потребовались бы толстостенные ферромагнитные экраны, что практически невыполнимо при протяженных трактах передачи. От этих полей защищают скруткой жил кабеля, что уменьшает площадь контура, образуемого жилами, и выравнивает перекрестные емкости и взаимоиндуктивности проводов. В виду того, что часто помехами являются грозовые и коммутационные перенапряжения, представляющие собой кратковременные импульсы и ВЧ-колебания, применение немагнитных экранов оправдывается, так как основная энергия таких помех сосредоточена в высокочастотной области.

Эффективность действия экранов зависит не только от частотного спектра помехи, но и от схемы их заземления, расположения жил кабеля внутри экрана. Имеются различные варианты соединения источника сигнала Ес с приемником (нагрузкой Rн) и коэффициенты ослабления помехи (рис. 2). В

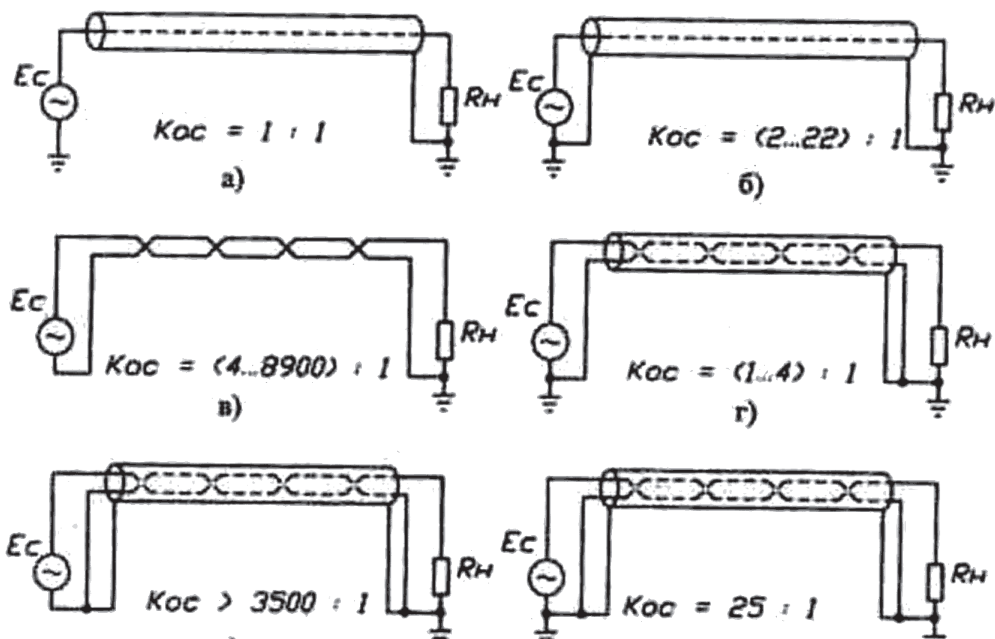


Рис. 2. Эффективность различных экранов

качестве исходного случая выбран простейший, когда кабель содержит один сигнальный провод (рис. 2а). Снижение уровня наводок в схемах (рис. 2б, г) обусловлено уменьшением эффективной площади контура рабочего сигнала. По этой причине в качестве проводников измерительной цепи применяют жилы, принадлежащие одному контрольному кабелю, и ни в коем случае не применяют жилы разных кабелей. При незаземленном источнике или нагрузке (рис. 2 в, д) полезный сигнал распространяется по обратному проводу или экрану кабеля, что уменьшает эффективную площадь контура и тем самым уровень помех. Если ток экрана искажает рабочий сигнал, экран следует заземлять в одной точке: у источника для уменьшения излучаемых помех или у нагрузки для снижения уровня воспринимаемых помех. Экраны кабелей высокочастотных сигналов заземляют у концов и не менее чем через каждые 0,2 л (л — длина волны электромагнитного поля) вдоль их длины.

Прокладка линий связи даже неэкранированным контрольным кабелем вблизи хорошо заземленного проводника (шиной заземления, металлоконструкциями и т.п.) способствует снижению уровня наводимых помех.

В энергетике требования безопасности диктуют свои нормы в части заземления экранов кабелей. Практические рекомендации по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от действия импульсных помех содержатся в соответствующих методических указаниях.

В условиях повышенного уровня электромагнитных помех при плохих контурах заземления применяют экранированные кабели.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕЛЕ

Все виды технического обслуживания, программы и периодичность их проведения регламентируются правилами технического обслуживания устройств РЗА. Требования к техническому обслуживанию конкретного устройства РЗА (объемы, периодичность и методы обслуживания) определяются его изготовителем и включаются в ТЗ, ТУ и инструкции по эксплуатации. Как правило, подготовка цифрового устройства РЗА к работе предусматривает внешний осмотр, проверку сопротивления изоляции, выставление и проверку уставок, тестовую проверку в соответствии с ТО.

Однако цифровые устройства защиты более информативны и существенно отличаются по конструктивному исполнению от их аналоговых предшественников. Так, высокая плотность монтажа, использование многослойных печатных плат, отсутствие принципиальных схем и полной информации по алгоритмам функционирования узлов делают цифровые устройства защиты ремонтно-пригодными только до уровня отдельных конструктивных модулей. Встраиваемые системы самодиагностики и контроля, как правило, выводят на дисплей код неисправности, что упрощает поиск по-

врежденного узла. Однако даже самые совершенные принципы не могут обеспечить стопроцентный самоконтроль. Поэтому МП-устройства также должны подвергаться техническому обслуживанию с участием персонала.

Благодаря высокой информативности цифровых устройств РЗА, их неисправность и неисправности в цепях измерительных трансформаторов, приводов выключателей могут быть обнаружены косвенными способами. Так, практически все цифровые устройства могут представить информацию о контролируемых величинах, входных и выходных сигналах управления. Анализируя эти данные, можно своевременно обнаружить обрывы во входных и выходных цепях. По информации, записываемой в аварийных режимах (численные значения токов КЗ, время запуска тех или иных измерительных органов и т.д.), можно убедиться в правильном согласовании уставок как данного устройства РЗА, так и защит смежных участков.

Традиционный способ проверки устройства РЗА путем подачи внешних сигналов от устройства проверки с контролем основных параметров релейных органов (порога срабатывания, коэффициента возврата, времени срабатывания и т.д.) также упрощается, если это МП-устройство. Впервые, малое потребление по цепям тока и напряжения позволяет автоматизировать процесс проверки, используя такие устройства, как, например, РЕТОМ (фирма «Динамика», Россия). Это оборудование сводит к минимуму участие человека в проведении проверки и оформлении отчетности. К тому же сохранение результатов проверки в виде файлов позволяет легко сопоставлять результаты проверок, проведенных в разное время. Следует отметить и то обстоятельство, что уставки цифровых реле легко могут быть получены через ЭВМ и, при необходимости, оформлены в виде документа.

При работе с МП-устройствами РЗ принимают все меры, исключающие повреждение электронных компонентов статическим электричеством. При ремонте аппаратуру располагают на заземленном токопроводящем столе. Тело работающего должно иметь потенциал стола, что обычно обеспечивается с помощью заземленного кольца или браслета. Такие меры защиты обусловлены тем, что электрический заряд способен разрушать полупроводниковые структуры. Причем статическое электричество может и не вызвать выход изделия из строя сразу же, но предрасположит это изделие к отказу в будущем.

При обслуживании МП-устройств нельзя растыковывать и состыковывать разъемные соединения блоков устройства, когда оно находится под напряжением. Это обуславливается не столько соображениями техники безопасности (уровни на-

пряжения в МП-устройствах, как правило, не превышают 36 В), сколько высокой вероятностью выхода из строя интегральных микросхем при несоблюдении очередности подключения внешних цепей. На микросхему должно быть подано сначала напряжение питания и только затем — входные сигналы.

НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ РЗА

Почти все существующие устройства РЗ в распределительных сетях 6–10 кВ выполнены на аналоговых электромеханических реле (более 95% всех устройств РЗ), а остальные — на полупроводниковых статических реле; на долю цифровых РЗ приходится около 2%. Следует отметить, что многолетняя статистика показывает высокий процент правильных действий РЗА, обеспечиваемых большими трудозатратами. Наряду с необходимостью больших трудозатрат на обслуживание, для аналоговых реле характерны и некоторые другие существенные недостатки, которые препятствуют или существенно затрудняют комплексную автоматизацию распределительных сетей. К таким недостаткам следует отнести:

- большое время отключения междуфазных КЗ, особенно на головных участках, то есть вблизи источников питания, больших значений ступенной селективности, отсутствия в большинстве электроустановок ускорения РЗ после АПВ, из-за отсутствия логической защиты шин;
- невозможность выполнения многократных устройств АПВ, в том числе из-за вышеуказанного отсутствия ускорения защиты после АПВ;
- большие трудности в выполнении устройств, запоминающих токи КЗ и токи замыканий на землю, а также, как следствие, большие трудности выполнения автоматического отключения поврежденного участка в бестоковую паузу с помощью управляемых разъединителей;
- большие трудности по выполнению устройств для автоматического изменения уставок срабатывания РЗА при внезапном изменении режима питания электрической сети, что необходимо для сетей с двумя источниками питания и так называемым сетевым АВР;
- отсутствие эффективной РЗ от однофазных замыканий на землю.

НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ

К устройствам сетевой автоматики в распределительных сетях традиционно относят следующие типы устройств:

- автоматическое повторное включение (АПВ) линий, шин, трансформаторов;
- автоматическое включение резервного источника питания (АВР), использование которого существенно различается на одном объекте (местный АВР) и в сетевом районе (сетевой АВР);
- автоматическая разгрузка линий (АРЛ), предназначенная для отключения части нагрузки в тех аварийных случаях, когда резервный источник не может обеспечить качественное электроснабжение всех резервируемых потребителей;
- автоматика деления, иначе «делительная защита», предназначенная для аварийного отключения от сети особых категорий потребителей, имеющих в своем составе синхронные электродвигатели, с целью автоматического разделения параллельно работающих источников питания в таких аварийных ситуациях, когда их параллельная работа становится опасной, а также для предотвращения возможности автоматической подачи напряжения на поврежденный элемент сети от резервного источника питания;
- автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное АПВ (ЧАПВ), выполняющие задачи отключения части потребителей при опасном снижении частоты, а затем осуществляющие автоматическое включение отключенных потребителей после восстановления нормального режима работы;
- автоматическая разгрузка (отключение части потребителей) при снижении напряжения, выполняющая аналогичные задачи при опасном снижении напряжения у части потребителей (если отсутствуют другие технические средства регулирования напряжения).

Перечисленные устройства автоматики в распределительных сетях в большинстве случаев выполнены на дискретных электромеханических или полупроводниковых аналоговых реле. Можно отметить следующие существенные недостатки этих устройств:

- малое число циклов АПВ (максимально два), что снижает эффективность АПВ при неустойчивых повреждениях в воздушных электрических сетях и препятствует использованию устройств АПВ для автоматизации переключений с целью выделения поврежденного участка в секционированной распределительной сети;
- невозможность выполнения сетевого АВР в виде комплекса необходимых устройств РЗА из-за указанных выше недостатков аналоговых устройств РЗА;
- автоматическая разгрузка линий при существующей аппаратуре может действовать только после АВР, то есть после возникновения режима перегрузки резервного источника питания, так как существующая РЗ не способна за-

поминать и анализировать предшествующий режим работы объекта;

- автоматические устройства, реагирующие на скорость снижения частоты в аварийных условиях (АД, АЧР), требуют большого количества аналоговых реле для реализации необходимых функций, что ограничивает область их практического использования.

ПРИМЕРЫ ФУНКЦИЙ ЦИФРОВЫХ РЕЛЕ

Цифровые устройства РЗ имеют ряд преимуществ перед аналоговыми устройствами РЗ (электромеханическими и полупроводниковыми). Цифровые реле не зависят от обслуживающего персонала. Они имеют непрерывную самодиагностику, регистрацию процессов, многофункциональность при небольших габаритах. Кроме того, в цифровых реле заложен целый ряд возможностей, эффективное использование которых зависит от компетентности обслуживающего персонала, особенно при выборе параметров срабатывания реле и выставлении их на реле (программирование реле).

Функции РЗ распределительных сетей, заложенные в цифровом реле, подразделяют на три группы: *РЗ от междуфазных КЗ*, *РЗ (сигнализация) от замыкания на землю*, *РЗ (сигнализация) от различных ненормальных режимов*, опасных для электроустановок.

ЗАЩИТА ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ

При выборе типа цифрового реле и уставок его срабатывания для целей отключения междуфазных КЗ главной задачей является обеспечение минимально возможного времени отключения междуфазного КЗ. Ускорение отключения междуфазных КЗ в распределительных сетях уменьшает размеры повреждения электрооборудования и стоимость восстановительных работ, повышает процент успешных действий АПВ и АВР и, следовательно, уменьшает вероятность и длительность перерыва электроснабжения. При выборе сечений проводов и кабелей достигают существенного снижения расхода металла путем уменьшения времени КЗ. Тем более если использовать такие свойства цифровых устройств РЗ, как ускорение отключения после или до АПВ, логическая защита шин и другие.

Таким образом, чтобы полностью использовать возможности цифровых реле для быстрого селективного отключения междуфазных КЗ, необходимо иметь в виду следующее:

- для участков сетей 6 (10) кВ, состоящих из

нескольких последовательно включенных линий, следует использовать реле с трехступенчатой МТЗ;

- при выборе уставок срабатывания необходимо рассмотреть возможность использования третьей (чувствительной) ступени этой защиты с обратной зависимой времятоковой характеристикой, что в ряде случаев позволяет существенно снизить время отключения КЗ на головных участках по сравнению с вариантом использования этой защиты с независимым от тока (фиксированным) временем срабатывания;

- рекомендуется использовать обратозависимую характеристику третьей ступени в реле SPAC-800, именуемую нормальной, которая обеспечивает наименьшее время отключения КЗ, а также наилучшую селективность с имеющимися на смежных участках сети стандартными отечественными электромеханическими реле типа РТ-80 и РТВ, полупроводниковыми типа ЯРЭ-2201, а на трансформаторах 10/0,4 кВ — с плавкими предохранителями типа ГОСТ;

- при использовании третьей ступени с фиксированным временем срабатывания, а также второй ступени (отсечка с выдержкой времени), необходимо, с учетом времени отключения выключателей, стремиться к уменьшению ступеней селективности до 0,15–0,2 с, как это рекомендуется изготовителем цифровых реле;

- при выполнении АПВ линий, шин, трансформаторов необходимо использовать ускорение РЗ после АПВ, а в некоторых случаях ускорение РЗ до АПВ;

- для ускорения отключения КЗ на шинах 6 (10) кВ (в ячейках КРУ) необходимо использовать «логическую» защиту шин, предусмотренную в схемах РЗ с цифровыми реле.

Наряду с уменьшением времени действия РЗ от междуфазных КЗ, важной задачей является повышение ее чувствительности за счет разумного выбора тока срабатывания: для токовых отсечек — путем использования имеющегося в цифровых реле автоматического заглубления при бросках тока включения; для чувствительной ступени — путем систематического анализа значений рабочих токов в максимумы нагрузки и токов самозапуска нагрузки после АПВ, которые фиксируются цифровыми реле, а также другими регистраторами аварийных процессов.

При необходимости использования двух наборов уставок срабатывания на одном и том же цифровом реле все вышеприведенные рекомендации относятся к выбору уставок срабатывания обоих наборов. Однако при этом следует учитывать способ переключения реле с одного набора уставок срабатывания на другой, а именно: переключение происходит либо до подачи напряжения от резервного источника питания (в бестоковую паузу по

признаку отсутствия напряжения или по каналу связи от системы телеуправления), либо после подачи напряжения от резервного источника питания (по факту изменения напряжения, мощности или по каналу связи от системы телеуправления). Это особенно важно для сетей с автоматическим резервированием и секционированием (с сетевым АВР).

Таким образом, вышеперечисленные преимущества цифровых устройств РЗ, обеспечивающие главную цель — быстрое, надежное и селективное отключение междуфазных КЗ, — не требуют особых дополнительных экономических обоснований для ее использования на реконструируемых системах электроснабжения предприятий и цехов напряжением 6–10 кВ.

ЗАЩИТА (СИГНАЛИЗАЦИЯ) ОТ ЗАМКЕЙ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ 6–10 КВ

Используемые цифровые реле и терминалы имеют две ступени РЗ от замыканий на землю, реагирующие на ток замыкания на землю основной частоты и предназначенные для сетей, работающих с изолированной нейтралью или с заземлением нейтрали через резистор. Наличие двух ступеней РЗ и возможность выбора разных уставок срабатывания по току и по времени делают эти реле незаменимыми при использовании в сетях с заземлением нейтрали через резистор (резистивное заземление нейтрали). В сетях с изолированной нейтралью селективная настройка ненаправленных реле не всегда возможна, а в сетях с резонансно-компенсированной нейтралью — принципиально невозможна.

Ключевой проблемой в электрических сетях напряжением 6–10 кВ является способ заземления нейтрали, поскольку он оказывает решающее влияние на надежность электроснабжения потребителей, на сохранность электрических машин и кабелей, на безопасность людей, находящихся в местах прохождения линий, и в большой степени на выбор принципов и типов устройств РЗА, а также на способы использования этих устройств для отключения замыкания на землю или только для сигнализации, а в случаях отключения поврежденного элемента сети — на автоматическое восстановление питания неповрежденных участков.

В большинстве стран мира электрические сети среднего напряжения работают с резистивно-заземленной нейтралью. Поэтому используемые в России цифровые реле (построенные по западноевропейским аналогам) имеют защиту от замыканий на землю, реагирующую на ток основной частоты 50 Гц. В России в большинстве электроустановок ис-

пользуется либо режим изолированной нейтрали, либо режим резонансно-компенсированной нейтрали. И лишь в новых ПУЭ допускается использование сравнительно нового для России режима с заземлением нейтрали через резистор.

Первый из этих режимов характерен для сетей с небольшими значениями емкостного тока замыкания на землю, которые не превышают 0 А при напряжении 10 кВ и 30 А при напряжении 6 кВ. В этих сетях главную опасность представляют перенапряжения, возникающие в провесе однофазного замыкания на землю (ОЗЗ), которые могут приводить к возникновению междуфазных и двойных замыканий на землю. Междуфазные замыкания вызывают серьезные повреждения кабелей и электрических машин.

Большие трудности в выполнении селективной РЗ возникают также при очень малых значениях естественного емкостного тока замыкания на землю.

Заземление нейтрали через резистор устраняет опасность возникновения перенапряжений в электрической сети и обеспечивает необходимую чувствительность простой (ненаправленной) МТЗ от ОЗЗ.

Режим с резистивным заземлением нейтрали в сетях 6 кВ собственных нужд выполнен на нескольких российских ЭС, причем сопротивление резистора подобрано таким образом, что ток при ОЗЗ составляет около 40 А. Для сетей 6–10 кВ, работающих с изолированной нейтралью (без компенсации емкостных токов), рекомендуют к использованию цифровые РЗ с токовой направленной РЗ от ОЗЗ. Направленные МТЗ устанавливаются, главным образом, там, где требуется немедленное отключение ОЗЗ по условиям безопасности. Указанные реле реагируют на емкостной ток ОЗЗ основной частоты (50 Гц). Учитывая, что значение емкостного тока при ОЗЗ зависит от протяженности сети и может оказаться недостаточным для срабатывания МТЗ поврежденной линии, предусматривают резервную РЗ, реагирующую на напряжение нулевой последовательности, которая с небольшим интервалом времени отключает всю подстанцию в целях обеспечения безопасности.

Токовая ненаправленная РЗ в этих сетях может быть настроена селективно лишь при условии, что установившееся значение суммарного емкостного тока сети значительно больше собственного емкостного тока наиболее протяженной кабельной линии, а используемые цифровые токовые реле не реагируют на броски емкостного тока при возникновении ОЗЗ. При этом следует учитывать, что значения емкостных токов не являются стабильными, так как зависят в основном от конфигурации сети, которая непрерывно «дышит». Таким образом настройка (уставки) ненаправленных РЗ в такой сети должна периодически корректироваться.

В сетях с резистивным заземлением нейтрали в зависимости от выбранного сопротивления заземляющего резистора значения токов при ОЗЗ могут находиться в очень широких пределах: от тысяч до нескольких ампер.

Современные цифровые реле тока имеют высокую чувствительность и могут обеспечить срабатывание РЗ от ОЗЗ при первичных токах замыкания на землю практически начиная от 2 А.

В зависимости от значения тока, проходящего через РЗ при ОЗЗ, представляющего геометрическую сумму естественного суммарного емкостного тока неповрежденной части сети и активного тока установленного резистора, выбирается ток срабатывания этой РЗ с учетом требуемого коэффициента чувствительности.

В зависимости от выбранного значения тока замыкания на землю, а также от других условий, действие РЗ может быть направлено на сигнал или на отключение, например, поврежденного электродвигателя или кабельной линии. В последнем случае необходимо обеспечить АВР двигателей, источников питания и т.п. При небольших (безопасных) значениях тока замыкания на землю и действии РЗ на сигнал оперативный персонал будет иметь возможность перевести потребителей на исправный источник питания. Резистивное заземление нейтрали не только снижает вероятность возникновения в сети перенапряжений и двойных замыканий на землю, но и позволяет использовать простые МТЗ, не требующие элементов направления мощности и установки специальных ТН, от которых можно получить напряжение нулевой последовательности.

Возникающие в системах электроснабжения повреждения связаны с нарушением изоляции, приводящим, как правило, к замыканиям между фазами или между фазами и землей. Одним из распространенных видов ненормального режима является перегрузка, вследствие которой возможны недопустимый перегрев и повреждение изоляции, сопровождающиеся замыканием на землю или между фазами.

В целях предупреждения распространения аварии поврежденный элемент системы электроснабжения автоматически отключается с помощью выключателей. При перегрузках предусматривается автоматическая подача сигнала с тем, чтобы дежурным персоналом были приняты меры к устранению возникшего ненормального режима.

Указанные отключения и подачи сигнала осуществляются релейной защитой.

В аппаратуре релейной защиты и автоматики в подавляющем большинстве случаев использовались и до сих пор используются электромеханические реле. В настоящее время в системах релейной защиты они составляют около 98%. Следующим по-

колением реле стали статические аналоговые реле, которые не нашли широкого применения по сравнению с электромеханическими. Только с появлением новой элементной базы — интегральных микросхем и новых микропроцессорных (цифровых) реле — открылись большие возможности для малогабаритных устройств защиты с большим количеством функций и высокой надежностью за счет непрерывного самоконтроля исправности реле. В цифровых реле все аналоговые величины (токи, напряжения) поступают в аналого-цифровой преобразователь, который затем представляет необходимую информацию в цифровом виде в микропроцессор. В цифровом реле может быть записано большое количество программ для защиты с различными функциями и характеристиками (алгоритмами). Программы, алгоритмы и регулировочные значения заложены в память реле, с которой связан микропроцессор. Микропроцессорная система, работающая в реальном масштабе времени, использует заложенные или предварительно обработанные данные временных зависимостей в защищаемом элементе. Например, цифровое реле максимального тока с обратозависимой времятоковой характеристикой вычисляет по заданному алгоритму необходимое время срабатывания реле в зависимости от значения тока КЗ или тока перегрузки электрооборудования. Необходимую времятоковую характеристику заранее выбирают из нескольких заложенных характеристик и программируют с помощью регулировочных ключей-команд. Компьютерные программы используют не только для обеспечения функционирования цифровых реле, но и для их дистанционной настройки и обслуживания. Цифровые реле, выполненные на компьютерной элементной базе, органично входят в современную цифровую АСУ электроустановками как ее нижний иерархический уровень. Эти реле-терминалы обеспечивают не только защиту от КЗ и ненормальных режимов, но и управление коммутационными аппаратами, регистрацию параметров нормальных и аварийных режимов, учет электроэнергии, передачу данных на верхний уровень АСУ и прием входящих команд. Такой системой является, например, СКАДА (SCADA).

Для производителей изготовление цифровых реле значительно проще, чем аналоговых, из-за того, что производство и контроль качества цифровых реле максимально автоматизированы. Цифровые реле обладают рядом уникальных достоинств, среди которых наиболее значимым является автоматическая непрерывная самодиагностика, которая обеспечивает высокую надежность срабатывания этих реле и позволяет существенно сократить объемы и сроки периодических профилактических проверок защитных устройств.

Цифровые защиты обеспечивают более быстрое отключение КЗ, чем электромеханические

защиты. Для электрооборудования цифровые реле позволяют осуществить так называемые «профилактические» защиты от опасных ненормальных режимов, предотвращающие возникновение КЗ. Наряду с высокой надежностью срабатывания, применение цифровых реле снижает ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителям и затраты на обслуживание и ремонт электрооборудования.

Большой экономический эффект при сооружении новых энергетических объектов дает отказ от применения диспетчерских щитов, так как управление электроустановками осуществляется с помощью компьютеров по специальным программам, например SCADA, разработанной фирмой АВВ. В новых цифровых реле и терминалах предусмотрена возможность получения информации о токах и напряжениях защищаемого элемента как от традиционных электромагнитных трансформаторов тока и напряжения, так и от малогабаритных воздушных трансформаторов (датчиков) по типу «катушки Роговского». Отсутствие в этом датчике нелинейного ферромагнитного сердечника (магнитопровода) обеспечивает малую погрешность преобразования первичных величин во вторичные и широкий диапазон измерения первичных значений тока. Основные недостатки «катушки Роговского» — малая выходная мощность и низкий уровень выходного сигнала, что является препятствием при согласовании с электромеханическими реле.

Наряду с достоинствами, у цифровых реле тоже имеются недостатки: низкая помехоустойчивость, слабый выходной сигнал, что делает необходимым применение специальных усилителей, а также использование промежуточных электромеханических реле для связи с приводом выключателя.

Переход на цифровые устройства в РЗА, а точнее, на цифровые способы обработки информации, не привел к появлению новых принципов построения защиты электрооборудования, но существенно улучшил эксплуатационные качества реле.

Самоконтроль значительно повысил надежность цифровых РЗА, так как появилась возможность своевременно оповещать персонал об отказах в аппаратной и программной частях, что позволяет принять немедленные меры по восстановлению работоспособности РЗА.

Появление цифровых устройств РЗА не означает полный отказ от использования традиционных электромеханических устройств. Там, где последние обеспечивают требуемые чувствительность, быстродействие, надежность и избирательность, их надо использовать в полной мере — электромеханические устройства РЗА более экономичны, просты и, что немаловажно, накоплен большой опыт по их обслуживанию.



ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ (АВ)

1. Назначение и область применения

1.1. Настоящий документ «Проверка работоспособности автоматических выключателей (АВ)» устанавливает методику проверки работоспособности автоматических выключателей на соответствие требованиям нормативной документации.

1.2. Настоящий документ разработан для применения персоналом электролаборатории ОАО УЗЭМИК при проведении приемосдаточных и периодических испытаний в электроустановках напряжением до 1000 В, принадлежащих ОАО УЗЭМИК.

1.3. Цель проверки — проверка параметров АВ на соответствие требованиям завода-изготовителя и нормативной документации.

1.4. Проверка производится на основании требований ПУЭ п. 1.8.34 (3), ГОСТ Р 50571.16-99 (п. 612.6.1, п. 612.9) и ГОСТ Р 50345-99 (п. 9.10).

2. Нормативные ссылки

В данной методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

2.1. ГОСТ Р 50571.16-99. Электроустановки зданий. Ч. 6. Испытания. Приемосдаточные испытания.

2.2. ГОСТ Р 50571.3-94. Электроустановки зда-

ний. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.

2.3. ГОСТ Р 50571.5-94. Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока.

2.4. ГОСТ Р 50571.8-94. Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током.

2.5. ГОСТ Р 50345-99. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения.

2.6. ГОСТ Р 8.563-96. Методики выполнения измерений.

2.7. ГОСТ 16504-81. Испытания и контроль качества продукции.

2.8. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1992.

2.9. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 6-е изд. с изм. и доп.

2.10. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. Разд. 6-7, гл. 7.1-7.2.

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

03.150-00.

2.12. Справочник по наладке электроустановок / Под ред. А.С. Дорофеюка. М.: Энергия, 1977.

3. Термины и определения

В настоящем стандарте используются термины и определения, принятые согласно ГОСТ Р50345-99.

3.1. Автоматический выключатель (АВ) — коммутационный аппарат, который вследствие расплавления одного или более специально спроектированных и калиброванных элементов размыкает цепь, в которую он включен, и отключает ток, когда он превышает заданную величину в течение достаточного времени.

3.2. Сверхток — любой ток, превышающий номинальный.

3.3. Ток перегрузки — сверхток в электрически не поврежденной цепи.

3.4. Главная цепь (автоматического выключателя) — совокупность всех токопроводящих частей автоматического выключателя, входящих в цепь, которую он предназначен замыкать и размыкать.

3.5. Полюс (автоматического выключателя) — часть автоматического выключателя, связанная исключительно с одним электрически независимым токопроводящим путем главной цепи и имеющая контакты, предназначенные для замыкания и размыкания главной цепи, и не включающая элементы, предназначенные для монтажа и оперирования всеми полюсами.

3.6. Срабатывание — перемещение одного или более подвижных контактов из разомкнутого положения в замкнутое или наоборот.

3.7. Расцепитель — устройство, механически связанное с автоматическим выключателем (или встроенное в него), которое освобождает удерживающее устройство в механизме автоматического выключателя.

3.8. Максимальный расцепитель тока — расцепитель, вызывающий срабатывание автоматического выключателя с выдержкой времени или без него, когда ток в этом расцепителе превышает заданное значение.

3.9. Максимальный расцепитель тока с обратной зависимой выдержкой времени — максимальный расцепитель тока, срабатывающий после выдержки времени, находящейся в обратной зависимости от значения сверхтока.

3.10. Максимальный расцепитель тока прямого действия — максимальный расцепитель тока, срабатывающий непосредственно от протекающего тока в главной цепи автоматического выключателя.

3.11. Расцепитель перегрузки — максимальный

расцепитель тока, предназначенный для защиты от перегрузок.

3.12. Замыкание — действие, в результате которого выключатель переводится из разомкнутого положения в замкнутое.

3.13. Размыкание — действие, в результате которого выключатель переводится из замкнутого положения в разомкнутое.

3.14. Условный ток нерасцепления — установленное значение тока, который выключатель способен проводить заданное (условное) время без расцепления.

3.15. Условный ток расцепления — установленное значение тока, вызывающее расцепление выключателя в пределах заданного (условного) времени.

3.16. Ток мгновенного расцепления — минимальное значение тока, вызывающее срабатывание выключателя без выдержки времени.

3.17. Номинальный ток (I_n) — указанный изготовителем ток, который автоматический выключатель может проводить в продолжительном режиме при указанной контрольной температуре окружающего воздуха ($+30\text{ }^{\circ}\text{C}$).

4. Характеристика измеряемой величины, нормативные значения измеряемой величины

Объектом измерений являются автоматические выключатели, которые служат для защиты распределительных сетей переменного тока и электроприемников в аварийных случаях при повреждении изоляции. Для осуществления защитных функций автоматические выключатели имеют максимальные расцепители от токов перегрузки и токов короткого замыкания. При прохождении через автоматический выключатель токов больше номинальных не менее 20%, последний должен отключаться. Защита от перегрузки осуществляется тепловыми или электронными устройствами. Защита от токов короткого замыкания осуществляется электромагнитными или электронными расцепителями.

Измеряемой величиной является время отключения АВ при заданной величине тока, превышающей номинальное значение тока АВ.

4.1. Классификация автоматических выключателей:

4.1.1. Число пар полюсов:

– однополюсные АВ;

– двухполюсные с одним защищенным полюсом;

– двухполюсные с двумя защищенными полюсами;

– трехполюсные с тремя защищенными полюсами;

– четырехполюсные с тремя защищенными

полюсами;

- четырехполюсные с четырьмя защищенными полюсами.

ми полюсами.

4.1.2. Защита от внешних воздействий:

- закрытого исполнения;
- открытого исполнения.

4.1.3. Способ монтажа:

- настенного типа;
- утопленного типа;
- панельно-щитового типа.

4.1.4. Ток мгновенного расцепления:

- типа В;
- типа С;
- типа D.

Установлены стандартные диапазоны токов мгновенного расцепления в соответствии с ГОСТ

Р 50345-92 п.4.3.5 (табл. 1).

Таблица 1

Диапазоны токов мгновенного расцепления

Тип	Диапазон
В	$3 I_n - 5 I_n$
С	$5 I_n - 10 I_n$
Д	$10 I_n - 50 I_n$

4.1.5. Способ присоединения:

- выключатели, соединения которых связаны с механическими креплениями;
- выключатели, электрическое присоединение

Таблица 2.

Времятоковые рабочие характеристики АВ

Испытание	Тип защитной характеристики	Испытательный ток, I_n	Начальное состояние	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемые результаты	Примечание
А	В,С,Д	1.13	Холодное	$t \geq 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) $t \geq 2$ ч (при $I_n > 63$ А)	Без расцепления	
В	В,С,Д	1.45	Немедленно после испытания А	$t < 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) $t < 2$ ч (при $I_n > 63$ А)	Расцепление	Непрерывное нарастание тока в течении 5 с
С	В,С,Д	2.55	Холодное	$1 \text{ с} < t < 60 \text{ с}$ (при $I_n \leq 32$ А) $1 \text{ с} < t < 120 \text{ с}$ (при $I_n > 32$ А)	Расцепление	
D	В	3.00	Холодное	$t \geq 0,1$ с	Без расцепления	
	С	5.00				
	Д	10.00				
E	В	5.00	Холодное	$t < 0,1$ с	Расцепление	
	С	10.00				
	Д	50.00				

Термин «холодное» означает без предварительного пропускания тока

ние которых не связано с механическими креплениями.

4.2. Времятоковая характеристика (характеристика расцепления) АВ проверяется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345-99 п.8.6.1 (табл. 2).

5. Условия испытаний

При проведении испытаний соблюдают следующие условия:

- выключатель устанавливают вертикально;
- выключатели, предназначенные для установки в отдельной оболочке, испытывают в наименьшей оболочке, предписанной изготовителем;
- испытания проводят при частоте (50 ± 5) Гц;
- во время испытаний не допускается обслуживание или разборка АВ.

Испытания проводят при искусственном или естественном освещении, при температуре 20–25 °С и относительной влажности воздуха до 80% (при 25 °С), и защищают от чрезмерного наружного нагрева или охлаждения.

6. Метод испытаний

Испытания работоспособности АВ выполня-

ются методом прогрузки их первичным током путем создания искусственного короткого замыкания с регулируемым значением тока в цепи проверяемого автоматического выключателя с измерением времени отключения АВ.

Для осуществления защитных функций АВ имеют максимальные расцепители от токов перегрузки и токов короткого замыкания. Защита от перегрузки осуществляется тепловыми или электронными устройствами. Защита от токов короткого замыкания осуществляется электромагнитными или электронными расцепителями.

Измерения тока и времени проводятся методом прямых измерений.

7. Требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам

При выполнении испытаний и измерений применяют СИ и ИО (табл. 3).

8. Требования к погрешности измерений и приписанные характеристики погрешности измерений

8.1. По техническим условиям, расцепители

Таблица 3

Приборы, средства измерений.

Порядковый номер и наименование средства измерений (СИ), испытательного оборудования (ИО), вспомогательных устройств	Обозначение стандарта, ТУ и типа СИ, ИО	Заводской номер	Метрологическая характеристика (кл. точности, пределы погрешностей, пределы измерений)	Наименование измеряемой величины
1. Амперметр	Э527		Предел измерения 0-5А;0-10А Класс точности 0,5	Ток
2. Трансформатор тока	УТТ-6М2 ГОСТ 5.1974-73		Многопредельный Класс точности 0,5	
3. Секундомер	СОСпр0-60 ГОСТ 5072-79		Предел измерения 0—60 мин Класс точности 2	Время
4. Автотрансформатор	РНО-250-10		0-250 В	
5. Трансформатор нагрузочный	ТОН-10			
6. Автоматический выключатель	АП50		In – 50 А	

автоматических выключателей имеют разброс параметров по срабатыванию: $\pm 10\%$ тепловых расцепителей; $\pm 15\%$ электромагнитных расцепителей. Исходя из этого, погрешность измерений при испытаниях, которая может быть в пределах 1,5–2,5%, не учитывается.

9. Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению испытаний проводятся следующие работы:

9.1. Перед выполнением испытаний необходимо проверить:

- соответствие типов и параметров АВ проекту или паспорту на электроустановку;
- соответствие токов уставки АВ проекту;
- правильность монтажа АВ (в соответствии с требованием паспорта на АВ);
- отсутствие видимых повреждений АВ;
- соблюдение полярности подключения АВ;
- надежность затяжки контактных зажимов АВ.

9.2. Снять напряжение со всех частей проверяемого АВ и принять меры, препятствующие подаче напряжения на место работы, вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры. Проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях. Оставшиеся под напряжением токоведущие части должны быть ограждены, на ограждения вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

9.3. Собрать схему нагрузочного устройства, по схеме, приведенной в Приложении 1.

9.4. Отсоединить внешние проводники от выводов АВ.

10. Последовательность и порядок выполнения измерений

Испытания автоматических выключателей производятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345-92 (п. 8) путем проверки времятоковых характеристик.

При выполнении измерений выполняют следующие операции:

10.1. Включить автоматический выключатель SF1.

10.2. Выполнить проверку теплового расцепителя.

10.2.1. В течение условного времени через все полюса пропускается условный ток нерасцепления АВ. Автоматический выключатель не должен расцепляться. Затем ток постепенно повышается в течение 5 с до величины условного тока расцепления. Автоматический выключатель должен расцепляться в пределах условного времени (см. табл. 2).

10.2.2. При испытаниях АВ из «холодного» со-

стояния через все полюса пропускается ток, равный $2,55 I_n$. Время размыкания должно составлять не менее 1 с и не более чем:

– 60 с при номинальных токах до 32 А включительно;

– 120 с при номинальных токах выше 32 А.

10.3. Отключить автоматический выключатель SF1.

10.4. Проверить мгновенный расцепитель.

10.5. Включить автоматический выключатель SF1.

10.5.1. Для автоматических выключателей типа В через все полюса пропускается ток, равный $3 I_n$, в течение времени не менее 0,1 с АВ не должен расцепляться. Затем через все полюса пропускается ток, равный $5 I_n$, и автоматический выключатель должен расцепляться за время менее 0,1 с.

10.5.2. Для автоматических выключателей типа С через все полюса пропускается ток, равный $5 I_n$, в течение времени не менее 0,1 с АВ не должен расцепляться. Затем через все полюса пропускается ток, равный $10 I_n$, и автоматический выключатель должен расцепляться за время менее 0,1 с.

10.5.3. Для автоматических выключателей типа D через все полюса пропускается ток, равный $10 I_n$ в течение времени не менее 0,1 с. АВ не должен расцепляться. Затем через все полюса пропускается ток, равный $50 I_n$ автоматический выключатель должен расцепляться за время менее 0,1 с.

10.6. Отключить автоматический выключатель SF1.

10.7. После испытаний у АВ не должно быть повреждений, ухудшающих их эксплуатационные свойства.

11. Обработка результатов измерений

Время срабатывания АВ с учетом погрешности определяется по формуле:

$$T = T_{и} + (T_{и} \cdot \Phi_{и} / 100),$$

где:

$T_{и}$ — показания секундомера;

$\Phi_{и}$ — класс точности секундомера.

12. Контроль точности результатов измерений

Контроль точности результатов измерений обеспечивается ежегодной проверкой приборов в органах Госстандарта РФ. Приборы должны иметь

действующие свидетельства о госпроверке. Выполнение измерений прибором с просроченным сроком проверки не допускается.

13. Оформление результатов измерений

13.1. Результаты проверки отражаются в протоколе соответствующей формы (форма протокола прилагается в Приложении 2).

13.2. При заполнении протокола в графе «Вывод на соответствие требованиям» напротив каждого пункта вносить запись: «соответствует» или «не соответствует».

13.3. Перечень замеченных недостатков должен предъявляться заказчику для принятия мер по их устранению.

13.4. В протокол вносятся значения величин, рассчитанные с учетом погрешности измерений в соответствии с разделом 11 данной методики.

13.5. Протокол испытаний и измерений оформляется в виде электронного документа и хранится в соответствующей базе данных. Второй экземпляр протокола распечатывается и хранится в архиве ЭТЛ.

13.6. Копии протоколов испытаний и измерений подлежат хранению в архиве электролаборатории не менее 6 лет.

14. Требования к квалификации персонала

К выполнению измерений и испытаний допускают лиц, прошедших специальное обучение и аттестацию с присвоением группы по электробезопасности не ниже III при работе на электроустановках до 1000 В, имеющих запись о допуске к испытаниям и измерениям в электроустановках до 1000 В.

Проверка работоспособности АВ производится по распоряжению только квалифицированным персоналом в составе бригады, в количестве не менее двух человек. Выполняющий работы должен иметь 5-й разряд, члены бригады — не ниже 4-го разряда.

15. Требования к обеспечению безопасности при выполнении измерений и экологической безопасности

15.1. При проверке работоспособности автоматических выключателей необходимо руководствоваться требованиями Межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей.

15.2. Испытания проводятся на отключенной электроустановке.

15.3. Испытания проводятся по распоряжению

бригадой в составе не менее двух человек.

15.4. Нагрузочный комплект надежно подключается на зажимы 220 В (380 В) с защитным аппаратом на ток 50 А, при снятом напряжении.

15.5. Присоединение и отсоединение нагрузочных концов производятся при снятом испытательном напряжении.

15.6. Методика проверки работоспособности автоматических выключателей опасности для окружающей среды не представляет.

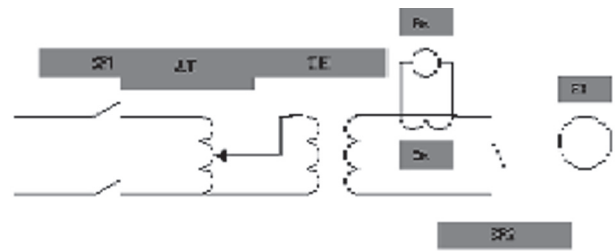
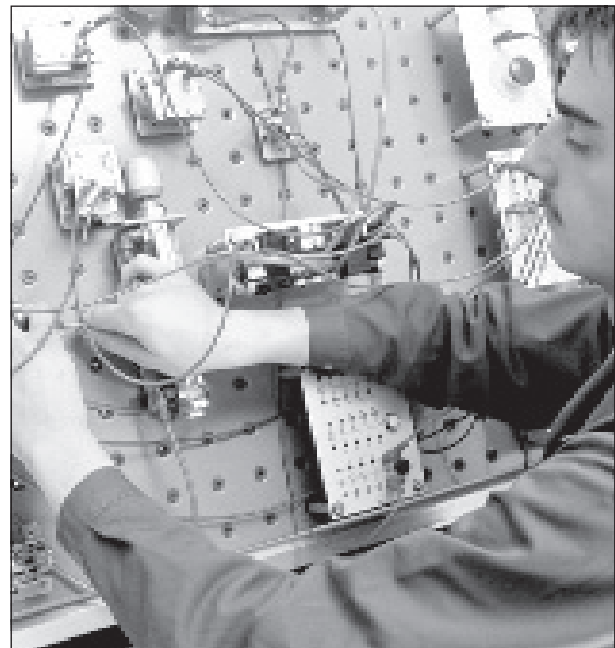


Рис. 1. Схема проверки работоспособности АВ
SF1 — автоматический выключатель АП50;
AT — автотрансформатор РНО-250-10;
TH — трансформатор нагрузочный ТОН-10;
TA — измерительный трансформатор тока УТТ-6М2;
PA — амперметр (5А; 10А) типа Э-527;
PT — секундомер;
SF2 — проверяемый полюс автоматического выключателя





**В. Агеев,
Мордовский
госуниверситет**

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР В СИСТЕМЕ ТОПЛИВОПОДАЧИ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Требования, предъявляемые к дизель-генераторным установкам в процессе эксплуатации в части быстродействия и забросов угловой скорости при неустановившихся режимах, в последние годы возросли настолько, что им перестали соответствовать автоматические регуляторы самых совершенных конструкций. Оказалась практически невозможной задача создать автоматические регуляторы с еще лучшими динамическими качествами и работающими на основе только одного принципа регулирования — принципа Ползунова—Уатта. Одним из путей решения возникшей проблемы явилось применение в комбинации с принципом Ползунова—Уатта другого принципа: принципа Понселе — регулирования по нагрузке.

Реальные возможности осуществить такое взаимодействие двух различных принципов регулирования (по скорости и нагрузке) в автоматических регуляторах двигателей появились только тогда, когда нагрузка оказалось возможным измерять электрическими методами. Объектами такого регулирования стали прежде всего дизель-генераторные установки.

В качестве исполнительных механизмов в электронных регуляторах применяются: гидро- и пневмоприводы; электродвигатели с редукторами и шаговые двигатели; пропорциональные линейные или поворотные электромагниты. Применение в качестве исполнительного механизма шагового двигателя ограничивается сложностью схемы управления последним: требуются многоканальный (по числу фаз двигателя) усилитель мощности и цифровая электронная схема, формирующая последовательность управляющих импульсов. Собственно говоря, последняя и является наиболее сложным элементом в системе уп-

равления шаговым двигателем. Только применение микропроцессоров в управляющем устройстве позволяет добиться быстродействия, возможности реализации различных управляющих законов, снизить массогабаритные показатели.

В состав функциональной схемы микропроцессорного регулятора топливоподачи дизель-генератора в системе водоснабжения входят одиннадцать звеньев: ДВС — двигатель внутреннего сгорания (дизель); ТНВД — топливный насос высокого давления распределительного типа; ШД — шаговый двигатель с редуктором; СГ — синхронный генератор; СВ — система возбуждения синхронного генератора; АД — асинхронный двигатель привода центробежного насоса; ЦН — центробежный насос; ГС — гидравлическая сеть; ТГ — тахогенератор; ДД — преобразователь давления; МП — микропроцессорный блок управления (рис. 1.).

Как видно, в системе можно выделить три зависимых контура регулирования: первый контур обеспечивает поддержание заданного давления P_0 в контрольной точке гидравлической сети; второй обеспечивает заданную частоту вращения коленчатого вала дизеля путем изменения величины топливоподачи; третий обеспечивает заданный закон частотного управления.

Токовый сигнал $t(p)$, пропорциональный давлению контрольной точки гидравлической сети (ГС), с преобразователя давления (ДД) поступает на вход микропроцессорного блока управления (МП). В МП вычисляется отклонение давления от заданного значения $\Delta p = p - p_0$. В зависимости от величины отклонения и скорости его нарастания осуществляется пропорционально-дифференциальное регулирующее воз-

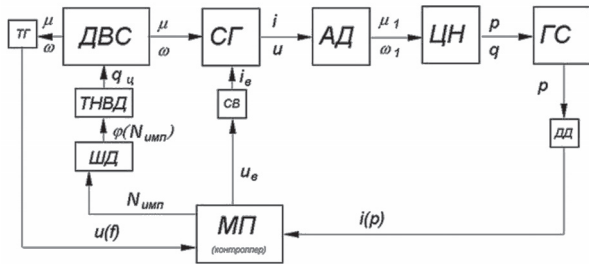


Рис. 1. Функциональная схема микропроцессорного регулятора топливоподачи дизель-генератора в составе системы водоснабжения

действие: вычисляется новое значение частоты вращения центробежного насоса, при котором отклонение давления будет устранено. Частота вращения насоса определяется частотой f питающего тока АД, которая, в свою очередь, определяется частотой вращения коленчатого вала дизеля ДВС ω , приводящего synchronous генератор СГ. Таким образом, отклонение давления определяет новое настроечное значение частоты вращения ДВС.

Далее в работу вступает второй контур регулирования. Введение его в САР диктуется зависимостью частоты вращения не только от нагрузки, но и от технического состояния дизеля. То есть даже в установившемся режиме круговая частота ω , не является постоянной, а носит колебательный характер.

Сигнал $u(\omega)$, пропорциональный частоте вращения ДВС ω , с тахогенератора ТГ поступает на МП. В МП вычисляется отклонение частоты вращения от заданного значения $\Delta\omega = \omega - \omega_0$. В зависимости от величины отклонения и скорости его нарастания осуществляется пропорционально-дифференциальное регулирующее воздействие: вычисляется новое значение цикловой подачи топлива $q_{ц}$, необходимой для поддержания частоты ω_0 .

Цикловая подача зависит только от положения отсечной муфты ТНВД f . Изменение положения отсечной муфты осуществляется шаговым двигателем (ШД) с редуктором. Конструктивной особенностью ШД является то, что управление им осуществляется подачей на обмотки последовательности импульсов питающего напряжения. Таким образом, изменение положения отсечной муфты зависит от количества импульсов $N_{имп}$, подаваемых МП на обмотки ШД. В зависимости от значения $q_{ц}$, необходимого для поддержания настроечного значения частоты ω_0 , на ШД подаются управляющие импульсы и отсечная муфта ТНВД перемещается в новое положение.

Третий контур регулирования обеспечивает заданный закон частотного управления асинхронного электродвигателя (АД), то есть поддерживает оптимальное соотношение между напряжением и частотой в зависимости от характера статического момента нагрузки. Исходя из текущего значения частоты пи-

тающего тока f вычисляется новое настроечное значение напряжения U_0 синхронного генератора (СГ) и соответствующим образом изменяется ток возбуждения i_b .

В соответствии с предложенными алгоритмами управления (рис. 2) был создан макетный образец регулятора на базе дизеля Д21 с synchronous генератором ОС-71-У2.1М2001, оснащенного топливным насосом высокого давления (ТНВД) марки НД-21/2.

Микропроцессорное устройство управления реализовано на микропроцессоре PIC16F87х фирмы «MicroCHIP», как обладающем следующими преимуществами по сравнению с аналогами: данный микропроцессор дешевле аналогов при сопоставимых параметрах; линия микропроцессоров развивается, то есть фирма выпускает новые модели с улучшенными характеристиками, что позволит в будущем решать на данной платформе более сложные задачи; фирма «MicroCHIP» имеет представительство в России; микропроцессоры широко используются в России и поставляются со склада несколькими российскими фирмами — партнерами «MicroCHIP»; имеется достаточно полная документация по микропроцессору и его программированию; в Интернете существуют сайты, где можно получить консультации по вопросам применения микропроцессора.

В качестве исполнительного механизма для изменения положения отсечной муфты ТНВД применен шаговый электродвигатель типа ДШИ-200-1-1. Для увеличения вращающего момента и уменьшения минимального шага шаговый двигатель соединяется с отсечной муфтой топливного насоса посредством

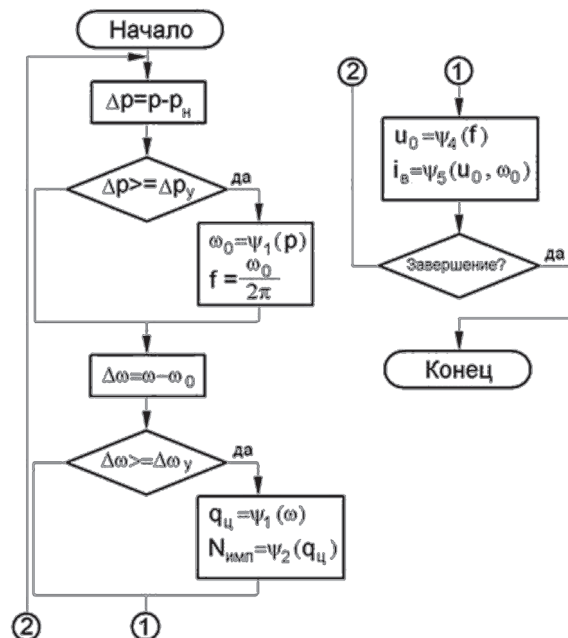


Рис. 2. Алгоритм управления электронного регулятора



SIEMENS. ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- *Двигатель с критичным статором* — это двигатель, в котором при заблокированном роторе сначала греется статор.

Большинство двигателей, используемых в промышленности, включается и работает автоматически. Но в случае аварии страдает не столько сам двигатель, сколько весь производственный процесс. Длительные простои дорогостоящих технологических линий влекут за собой потери намного большие, чем затраты на ремонт двигателя. Поэтому правильная защита двигателя — это задача не только чисто техническая, но и экономическая, заставляющая выбирать между затратами и конечной выгодой.

Потери энергии ведут к перегреву двигателя

Электродвигатель — это электромеханический преобразователь энергии, который берет из сети электрическую и отдает на валу механическую энергию. При этом неизбежно возникновение потерь, ведущих к перегреву двигателя (рис.1). Различают потери в меди на статоре и роторе, потери в железе на статоре и потери на трение. При этом если потери в меди прямо пропорциональны квадрату нагрузки двигателя, то потери в железе и на трение не зависят от нагрузки. Основная задача устройств защиты двигателя состоит в том, чтобы предотвратить перегрев как статора, так и ротора. Чем больше двигатель и чем выше число его оборотов, тем выше начальный пусковой ток, и тем более уязвимым будет ротор двигателя.

- *Двигатель с критичным ротором* — это двигатель, в котором при блокировании ротора в первую очередь греется ротор.

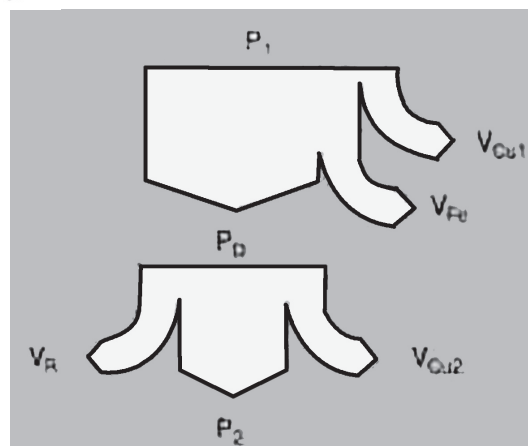
Временные константы как показатели степени нагрева

Свойства нагревания и охлаждения любого тела могут быть описаны следующими формулами и изображены в виде диаграммы (рис.2)

$$\text{Нагревание: } v = v_E (1 - e^{-t/\tau_E}).$$

Рис. 1.

- P_1 — потребляемая мощность;
- P_D — мощность вращающего поля;
- P_2 — мощность на валу;
- V_{Cu1} — потери на статоре;
- V_{Cu2} — потери на роторе;
- V_{Fe} — потери на железо;
- V_R — потери на трение.



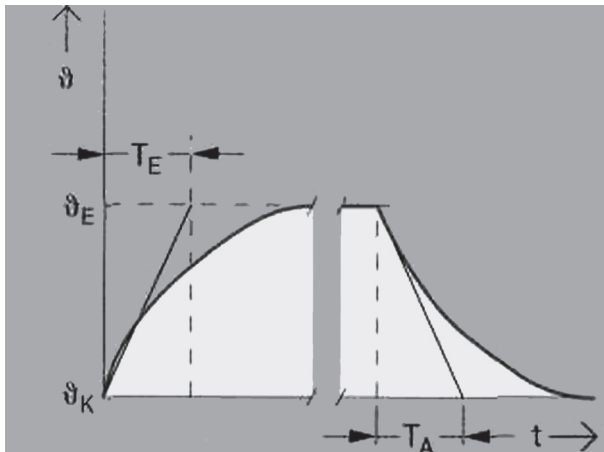


Рис.2.

ν — температура;
 ν_E — конечная температура;
 ν_K — температура охлаждающего средства;
 T_E — константа времени нагревания;
 T_A — константа времени охлаждения.

Охлаждение: $\nu = \nu_E e^{-t/T_A}$.

ν — температура корпуса в град. С;
 ν_E — конечная температура корпуса в град. С;
 T_E — константа времени нагревания;
 T_A — константа времени охлаждения;

Константы времени T_A и T_E — показывают соотношение теплоемкости к теплоотдаче тела. Поскольку двигатель состоит из различных материалов (например, обмотка из меди, статор из листового стали), каждый из которых имеет собственную константу времени нагревания, то нагревание двигателя может быть описано приведенными выше формулами лишь с приближением. Константа времени нагревания возрастает с увеличением размеров двигателя.

Пример

Тип 1LA5 050-4,
 0,06 кВт, 3 кг, $T_E = 11$ сек.

Тип 1LA6 280-4,
 75 кВт, 610 кг, $T_E = 50$ сек.

Токковые характеристики при включении и время разгона

После включения двигателя и затухания переходного процесса в двигателе устанавливается начальный пусковой ток. Величина начального пускового тока составляет от 4 до 8-кратной величины тока при номинальном режиме работы, и не зависит от момента нагрузки. Таким образом, работает ли двигатель на холостом ходу или под нагрузкой — значения не имеет. В отличие от этого,

время разгона T_A находится в зависимости от характеристик рабочей машины (рис. 3). Оно прямо пропорционально моменту нагрузки и (или) моменту инерции.

Большой пусковой ток в течение нескольких секунд вызывает ускоренный нагрев обмоток статора и ротора до высоких температур, так как в течение этого короткого времени в железо успевает перейти лишь небольшое количество тепла. Поэтому при проектировании очень важно учитывать время разгона. До 10 секунд — говорит о нормальном разгоне, при превышении этого времени — о тяжелом разгоне.

Предельные температуры для изоляции

Сопротивляемость материалов, используемых для изоляции, зависит от тепловых, электрических и механических нагрузок, от условий окружающей среды (например, от влажности), от действия химических веществ, а также от загрязнений любого вида. Изолирующие материалы в обычных условиях эксплуатации имеют нормальный срок службы, если их температура не выходит за пределы значений, установленных для соответствующих классов изолирующих материалов по стандарту DIN VDE 0530 (рис. 4)

Причины тепловой перегрузки:

во-первых, двигатель может иметь повышенные потери, обусловленные видом режима работы, а именно:

- из-за повышенного крутящего момента при работе под нагрузкой в продолжительном режиме;
- из-за слишком большой частоты включений;
- из-за слишком продолжительного относительного включения при повторно-кратковременном режиме;
- из-за слишком продолжительных процессов разгона и (или) торможения;
- из-за блокирования ротора при включении или в процессе работы;
- при работе от вентильных преобразователей тока.

Другими причинами тепловой перегрузки могут быть ошибочное подключение или коммутация, а также определенные качества сети, такие, как:

- слишком большие отклонения частоты или напряжения в сети от номинальных значений;
- асимметрия сети и обрыв сетевого провода (выпадение фазы).

А также на двигатель негативно сказывается недостаточное охлаждение вследствие:

- высокой температуры охлаждающей среды;

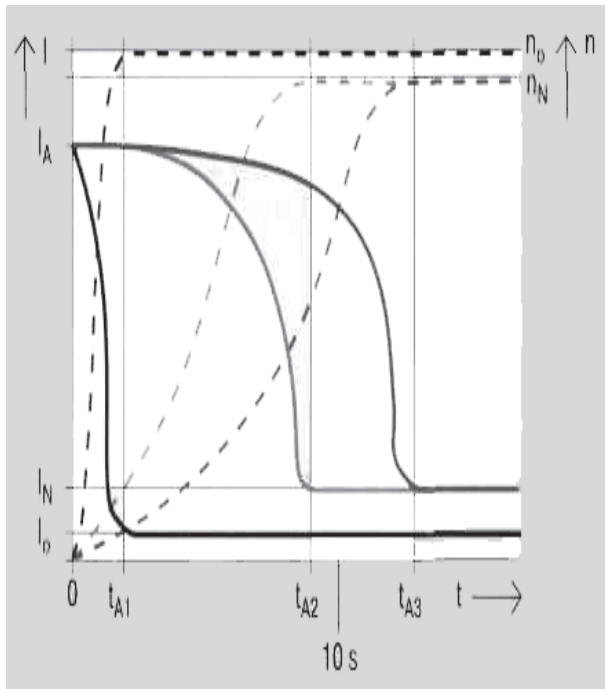


Рис. 3.

- — разгон без нагрузки;
- — нормальный разгон;
- — тяжелый разгон;
- I_A — начальный пусковой ток;
- I_N — ток холостого хода;
- I_0 — частота вращения на холостом ходу;
- n_0 — номинальная частота вращения;
- n_N — время разгона.

- повышенного уровня места установки (разреженный воздух при установке на высоте более 1000 м над уровнем моря);
- нарушений потока охлаждения (засорение вентиляционной решетки).

Что должны обеспечивать устройства защиты двигателя?

- Самой важной задачей устройства для защиты двигателя является своевременное срабатывание, прежде чем температура двигателя достигнет критического значения. Однако устройства защиты не должны срабатывать, если двигатель:
- работает в продолжительном режиме работы при номинальной мощности;
 - в течение допустимого времени разгона и торможения по нему проходит начальный пусковой ток;
 - перегружен в течение 2 минут в разогретом состоянии 1,5-кратным номинальным током, допустимом по стандарту DIN VDE 0530 или;

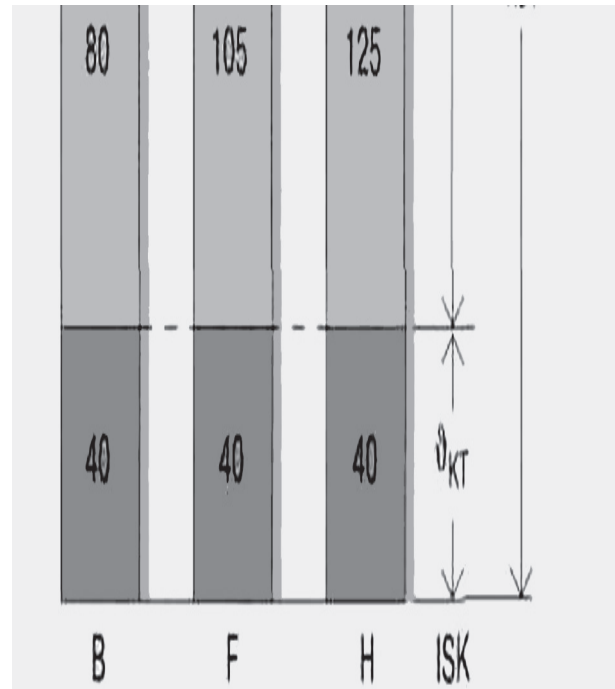


Рис. 4.

- $\vartheta_{НДТ}$ — предельная температура в самой горячей точке обмотки;
- $\vartheta_{GÜT}$ — превышение предельной температуры, K;
- ISK — класс изолирующих материалов;
- $\vartheta_{КТ}$ — температура охлаждающей жидкости, °C

- эксплуатируется в режимах работы от S2 до S8.

Виды устройств защиты двигателя

Устройства защиты двигателя могут работать по принципу зависимости либо от тока, либо от температуры.

Токозависимые тепловые биметаллические защитные устройства:

- реле защиты от тепловой перегрузки с выдержкой времени как компонент пусковых комбинаций с предохранителем и контактором или с силовым автоматом и контактором;
- расцепитель тепловой перегрузки с выдержкой времени как составная часть силового автомата.

Другой ряд токозависимых защитных устройств выполнен на электронных схемах:

- электронные реле защиты от перегрузки как компоненты пусковых комбинаций;
- электронные расцепители от перегрузки как составные части силовых автоматов.

Зависимые от температуры защитные устройства:

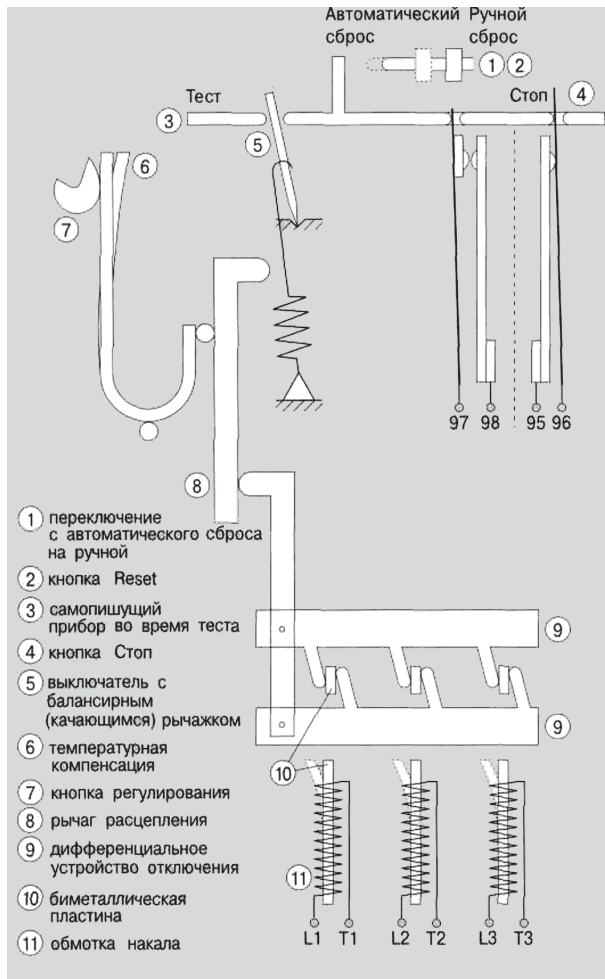


Рис. 7. Дифференциальное устройство отключения

- термисторная защита двигателя с терморезисторами с положительным температурным коэффициентом;
- термисторная защита двигателя с сенсорами КТУ;
- биметаллические выключатели и
- термометры сопротивления.

Устройства полной защиты двигателя работают по принципу зависимости как от тока, так и от температуры. К ним относятся электронные реле перегрузки со встроенной тепловой защитой двигателя на терморезисторах с положительным температурным коэффициентом и с дополнительным определением замыкания на землю.

ТОКЗАВИСИМЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ

Токзависимые устройства защиты контролируют температуру обмотки двигателя, основываясь на измерении величины тока питания.

В правилах МЭК (IEC) 60947-4-1 «Электромеханические контакторы и пускатели» и DIN VDE 0660, часть 104 «Пускатели для двигателей низкого напряжения» определены характерные особенности, требования по установке и условия проведения испытаний. При использовании защитных устройств в электрических установках следует дополнительно учитывать соответствующие правила по их сооружению.

Биметаллические защитные устройства

Тепловые реле 3RU (фото 5) с токовременной зависимостью и расцепитель перегрузки в силовых автоматах 3RV (рис.6) работают с биметаллическими пластинами и обмотками накала, которые нагреваются от тока двигателя (см. рис.2). В расцепителях перегрузки биметаллические пластины освобождают защелку механизма блокировки, а в реле перегрузки срабатывает вспомогательный контакт, который разрывает контур тока в катушке контактора двигателя. После срабатывания биметаллические пластины должны остыть для восстановления работоспособности защитного устройства. Как правило, это происходит быстрее, чем успеет охладиться двигатель. Для защиты от нежелательного повторного включения реле перегрузки оснащены блокировкой. Лишь при нажатии на кнопку Reset (сброс) после устранения неисправности по месту работы двигателя вспомогательный выключатель возвращается в свое исходное положение. Блокировка от повторного включения может быть выполнена с переключением на ручной и автоматический сброс. Из соображений безопасности автоматическое повторное включение может использоваться только в таких схемах, где контакторы включаются нажатием кнопки. Современные реле перегрузки и расцепители выполнены с температурной компенсацией. Компенсаторная пластинка обеспечивает стабильное отключение при окружающих температурах от -20 до $+60$ °C.

Диаграммы расцепления описывают изменение тока во времени

Чем выше максимальный ток, потребляемый двигателем, тем сильнее нагреваются биметаллические пластины и тем меньшим будет время срабатывания. Это время дается на диаграмме в зависимости от многократности превышения тока уставки I_e для трехполюсной симметричной нагрузки при пуске из холодного состояния (рис. 8).

Минимальный ток, при котором происходит срабатывание, называется предельным током отключения. По стандарту DIN VDE 0660 (часть 104), при температуре окружающей среды 20 °C он должен находиться между 1,05- и 1,2-кратным значе-

ниями тока уставки. При симметричной нагрузке двигателя 6-кратным током уставки при пуске в холодном состоянии отключение должно происходить (при нормальном разгоне) в течение 10 секунд для реле CLASS 10. Если на реле, находящееся в рабочем горячем состоянии, подать нагрузку в пределах тока уставки, то время отключения сократится примерно на четверть. Тем самым обеспечивается защита двигателей от перегрева во время разгона, в продолжительном режиме работы и при блокировании ротора.

Дифференциальные устройства защиты от выпадения фазы

При асимметрии сети, и особенно при отсутствии тока в одном из проводов, резко возрастает ток в двух других проводах, и потери в двигателе становятся в 1,5–2 раза выше, чем при номинальной работе. Реле перегрузки, не имеющие чувствительных элементов к обрыву фазы, срабатывают при этом с запозданием. По нормам МЭК (IEC) 60947, предельный ток отключения может быть в этом случае на 10% выше, то есть составлять максимально 1,32-кратную величину тока уставки (см. рис. 8). Продолжительная работа в условиях такой нагрузки может привести к преждевременному выходу двигателя из строя.

Для того чтобы в условиях асимметрии сети и однофазного режима работы обеспечить надежную защиту двигателя, реле перегрузки и расцепители дополнительно оснащаются дифференциальной защитой и толкателем, который выполняет более раннее отключение (рис. 7). Для двигателей со степенью защиты «Повышенная безопасность» EEX e, которые устанавливаются на взрывоопасных участках, стандартом DIN VDE 0165 однозначно предписываются такие защитные устройства, которые бы обеспечивали защиту двигателя даже при повреждении фазного провода.

Тепловые реле защиты с токовременной зависимостью и силовые автоматы обеспечивают высокую степень защиты при низкой стоимости. При их использовании возможна экономичная защита двигателя, особенно в нижнем диапазоне мощностей. В двигателях, работающих в верхнем диапазоне мощностей, все чаще используются электронные реле и силовые автоматические выключатели с электронными расцепителями.

ТОКОЗАВИСИМЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

В отличие от тепловых реле с токовременной зависимостью и биметаллических расцепителей, в электронных защитных приборах рабочие токи оцениваются микропроцессором или схемой ASIC (Application Specific Integrated Circuit). В приборе полной защиты двигателя 3RB12, который, кро-

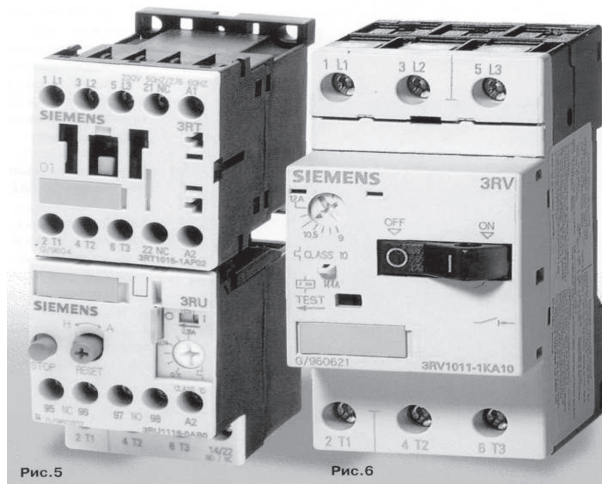


Рис.5

Рис.6

Рис. 5.
Контактор переменного тока 3RT10 с установленным тепловым реле с выдержкой времени 3RU11

Рис.6.
Силовой автоматический выключатель 3RV10

ме тока, контролирует еще и температуру двигателя с помощью терморезисторов с положительным температурным коэффициентом, используется микропроцессор. Чисто с токозависимым реле защиты 3RB10 используется ASIC. Электронные реле перегрузки характеризуются более высокой точностью срабатывания во всем диапазоне уставок и, как правило, имеют больше функций, чем тепловые приборы защиты с задержкой времени.

Широкий диапазон уставок

Однозначным отличительным признаком электронных реле перегрузки являются широкие диапазоны регулирования. В аппаратах 3RB10 и 3RB12 реализуются соотношения нижнего и верхнего значений уставок от 1:4 до 1:5 (например, от 6 до 25 А). В сравнении с ними значения в обычных биметаллических реле составляют 1:1,4 (например, от 1 до 1,4 А). Это упрощает подбор аппаратов и позволяет уменьшить номенклатуру складских запасов. Для точной установки тока двигателя электронные реле имеют большую кнопку регулирования тока и увеличенную шкалу настройки. Благодаря наличию тепловой памяти о выполненном отключении или по истечении соответствующего времени работы моделируется время охлаждения двигателя. Это означает, что время срабатывания в горячем рабочем состоянии сокращается в зависимости от предшествующей нагрузки до 30%.

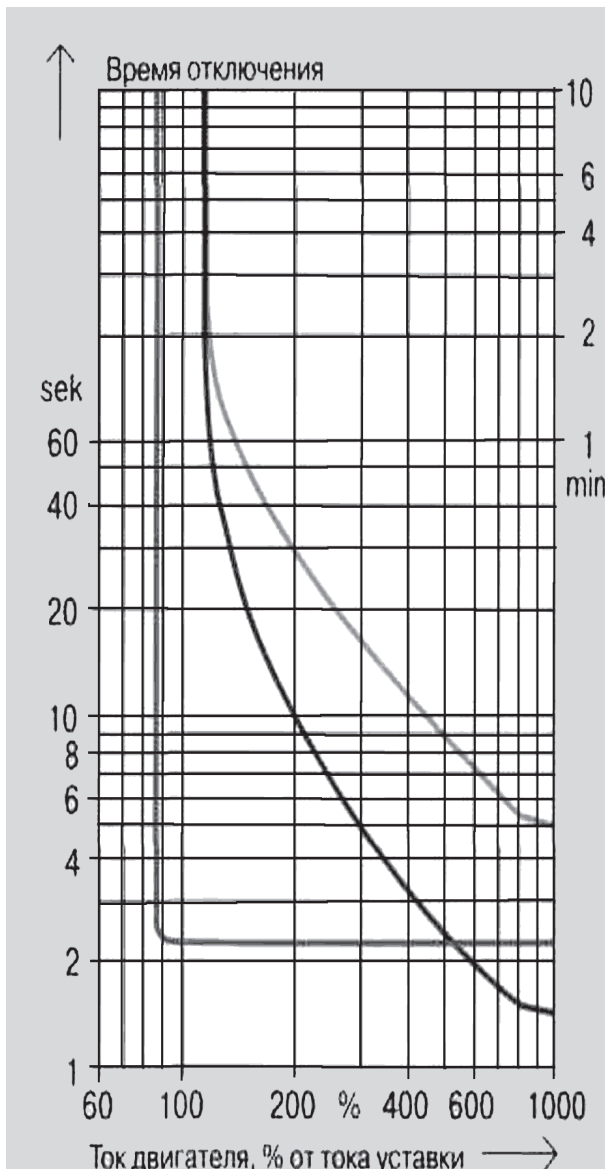


Рис. 8.

- 3-х полюсная нагрузка (пуск в холодном состоянии);
- 3-х полюсная нагрузка (пуск в горячем состоянии);
- защитная функция от выпадения фазы.

Для регистрации силы тока служат встроенные трансформаторы тока.

Электронное реле перегрузки 3RB10

3RB10 — это электронное токозависимое защитное устройство, которое берет на себя за-

щиту от перегрузки двигателей переменного тока с помощью встроенных трансформаторов тока и определенной для конкретного применения схемы (ASIC).

Собственное питание

3RB10 является электронным вариантом теплового реле 3RU. С помощью встроенного трансформатора тока не только определяется ток двигателя, но и обеспечивается питание аппарата. Это означает, что это электронное реле, как и тепловое, не нуждается в подаче управляющего напряжения.

Экономия энергии

Меньшая потребляемая мощность аппарата 3RB10 означает меньшее количество выделяемого тепла, что благоприятно сказывается на температурном режиме электрошкафа. По сравнению с тепловыми реле аппараты 3RB10 потребляют электроэнергии в сотни раз меньше.

Два класса расцепителей

Для нормального пуска (Class 10) и для тяжелых условий (Class 20) предлагаются различные варианты реле. Для нормального разгона электронные реле перегрузки настраиваются на время расцепления от 7,2 сек при 6-кратном номинальном токе (при пуске в холодном состоянии), выполняя при этом рекомендации VI.K. (Объединение промышленной энергетики). Для очень тяжелого пуска (Class 30) и для быстродействующего отключения (Class 5) предусмотрен аппарат полной защиты двигателя 3RB12.

Защита от обрыва фазы

Функции дифференциальной защиты тепловых реле реализованы в аппаратах 3RB10 электронным путем с помощью блока ASIC. При обрыве фазы хорошо продуманная схема обеспечивает ускоренное отключение в течение 3 секунд (см. рис. 8).

Аппарат полной защиты двигателя 3RB12

3RB12 — это электронное реле перегрузки, которое, благодаря микропроцессору, выполняет как защиту в зависимости от силы тока и температуры, так и защиту двигателей переменного тока при замыкании на землю. Поэтому аппарат 3RB12 считается устройством полной защиты двигателя.

Регулировка классов расцепления

Переключателем, расположенным на лицевой панели прибора, можно настраивать классы рас-

цепления с 5-го по 30-й. Тем самым характеристику расцепителя можно оптимально согласовать со временем пуска двигателя. Это дает возможность полностью использовать тепловые резервы двигателя при запуске без ущерба для его защиты.

Встроенная термисторная защита двигателя

Благодаря встроенным термисторам с положительным температурным коэффициентом реле 3RB12 становится аппаратом полной защиты двигателя. Контролируется как потребляемый ток, так и внутренняя температура двигателя. Это особенно важно в тяжелых условиях окружающей среды и производства, при продолжительном времени разгона и для двигателей с критичным ротором.

Встроенная система определения замыкания на землю

С помощью внутренней и внешней систем определения замыкания на землю через суммирующий трансформатор тока 3UL2 определяется и оценивается ток утечки. Светодиодная индикация и отдельный выход (13K+1PK) «замыкание на землю» указывают на сбой. Внутренняя система определения замыкания на землю применяется только для трехпроводной электросети. При схеме соединения «звезда-треугольник» мы рекомендуем варианты без внутренней системы определения замыкания на землю.

Предупреждение о перегрузке

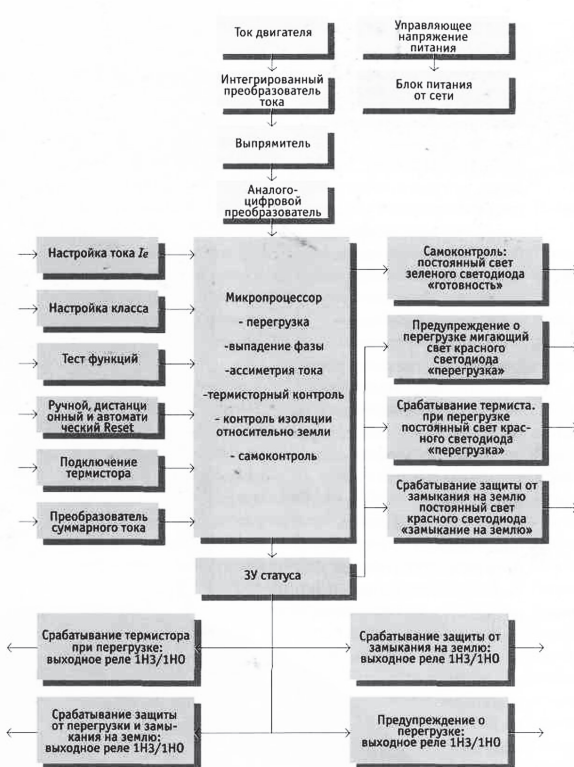
Альтернативно к отдельному сообщению о замыкании на землю может выдаваться сообщение «предупреждение о перегрузке». При $1,15 \times I_e$ при симметричной нагрузке срабатывает «предупреждение о перегрузке», которое может использоваться для проведения превентивных мероприятий, например, сброса нагрузки.

Тестирование функций и сброс

Аппарат 3RB12 имеет три светодиода, которые в любое время дают информацию о его состоянии. Комбинированная кнопка Reset/Test при кратком нажатии возвращает реле перегрузки после выполненного отключения в исходное состояние. С помощью трехступенчатой функции тестирования могут быть протестированы измерительные устройства для определения силы тока, замыкания на землю, микропроцессор и реле выхода.

Встроенный дистанционный сброс

Через зажимы Y1 и Y2 может быть выбран вид сброса: дистанционный сброс нажатием на кноп-



ку на Y1–Y2, автоматический сброс — перемычкой Y1–Y2 или ручной сброс без перемычки Y1–Y2 и нажатием на кнопку на лицевой стороне аппарата Test/Reset.

Надежность при исчезновении управляющего напряжения

Реле 3RB12 выпускается в бистабильном и моностабильном исполнении. Моностабильные реле перегрузки переключаются при исчезновении управляющего напряжения в положение «отключено». При восстановлении напряжения реле переключаются в свое первоначальное, до выпадения напряжения, состояние. Бистабильные реле перегрузки не изменяют состояния своих коммутирующих элементов при исчезновении управляющего напряжения. Это исполнение применяется в установках, в которых осуществляется непосредственный контроль управляющего напряжения, и отключение реле перегрузки при исчезновении напряжения нежелательно.

Встроенные преобразователи тока

Каждое электронное реле перегрузки оборудовано трансформаторами тока, которые преобразовывают ток двигателя в измерительный сигнал.

Аппараты полной защиты двигателя с расчетным током до 100 А оборудованы встроенными проходными трансформаторами тока

Преимущество проходных трансформаторов тока заключается в том, что провода могут идти непосредственно от контактора к клеммному зажиму двигателя и исчезает необходимость в шести зажимах. Так как передаточное число от первичного к вторичному сигналу непосредственно зависит от числа витков, то при многократном пропускании электропроводки двигателя через трансформатор диапазон регулировки реле перегрузки может быть расширен вниз.

Кроме того, могут быть использованы внешние или уже установленные более мощные трансформаторы тока.

Силовой автоматический выключатель 3WN6 на токи до 3200 А

Электронные максимальные расцепители тока с микропроцессорным управлением позволяют приспосабливаться к различным требованиям по защите двигателя, распределительных устройств, трансформаторов и генераторов. Защита от перегрузок двигателя имеет здесь особое значение. В отличие от реле перегрузки трансформаторы тока в силовом выключателе 3WN выполняют функцию не только сбора измерительной информации, но и обеспечивают дополнительно питающее напряжение для максимальных расцепителей тока. Эта независимость от внешнего энергоснабжения в большой степени гарантирует выполнение функции защиты.

Настройка защиты от перегрузки

В максимальных расцепителях типа «а» с токозависимой задержкой времени ток I_r может регулироваться в 13 ступеней (от 0,4 до 1,0 \times номинала первичного тока трансформатора I_n). Кроме максимальных расцепителей тока с потенциометрами в качестве инструмента настройки (к примеру, исполнение D, имеются свободно программируемые (электронные) максимальные расцепители тока (к примеру, исполнение H). В последних

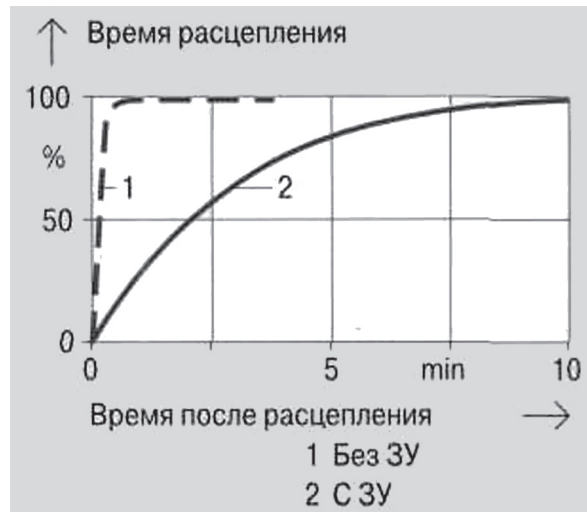


Рис. 9

Временная характеристика расцепителя с ЗУ и без ЗУ

приборах настройка не привязана к градации шкалы потенциометров. Она выполняется в абсолютных величинах, то есть для настройки расцепителей тока можно непосредственно задавать расчетный ток двигателя. Ниже 1,1-кратного значения тока уставки ток нагрузки не влияет на поведение расцепителя, то есть не существует различия между «холодной» и «горячей» характеристикой. Это позволяет немедленно, без ограничений, опять включать нормально нагруженный двигатель после его отключения (за исключением случаев расцепления из-за перегрузки). Для согласования с условиями эксплуатации двигателя можно выбирать между несколькими классами инерционности в 10 ступеней от ТС 2 до 30. Настройка по классу 2 используется только в двигателях с очень небольшой допустимой перегрузкой, в то время как при классе 30 двигатель должен быть пригоден для «тяжелого» разгона. В отличие от электронных реле перегрузки значения времени расцепления при соответствующих классах инерционности не зависят от предварительной нагрузки двигателя. Поэтому класс инерционности должен соответствовать степени нагрузки двигателя, работающего в горячем состоянии.

Чувствительность к обрыву фазы

Максимальные расцепители тока обладают чувствительностью к обрыву фазы для защиты двигателя от перегрева в критическом диапазоне нагрузки. Если рабочий ток минимально нагруженной фазы на 50% меньше, чем рабочий ток максимально нагруженной фазы, то ток уставки I_r ав-

томатически снижается до 80%. Если значения тока трех фаз отличаются друг от друга менее чем на 50%, то ток уставки I_r вновь возвращается до своего первоначально заданного значения.

Тепловая память

Максимальные расцепители тока имеют в зависимости от исполнения подключаемую тепловую память. Независимо от того, подключена она или нет, выключатель после срабатывания в результате перегрузки можно включить вновь. При включенной памяти характеристика расцепления из-за предшествующей нагрузки становится столь быстродействующей, что пусковой ток двигателя может вызвать повторное расцепление. Поэтому после отключения двигателя в результате перегрузки необходимо выдержать достаточную паузу перед его новым запуском (см. рис. 9, кривая 2). В максимальных расцепителях тока без тепловой памяти срабатывание из-за перегрузки не запоминается и вновь будет выдержано полное время расцепления в соответствии с настроенной характеристикой. Это делает возможным произвольно частое повторное включение двигателя непосредственно после расцепления (см. рис. 9, кривая 1). Так как в этом случае не исключается его повреждение, то силовые выключатели без тепловой памяти могут использоваться только при наличии других дополнительных мер для защиты двигателя.

Дополнительная защита от короткого замыкания

Максимальный расцепитель тока силового выключателя 3WN служит не только защитой от тепловой перегрузки, но и обеспечивает защиту линий от короткого замыкания. Для предотвращения срабатывания силового выключателя из-за высоких пиков тока, возникающих при включении двигателя, безынерционный расцепитель короткого замыкания должен быть настроен на более высокое значение срабатывания, чем пик тока при включении. И тем не менее для достижения эффективной защиты от короткого замыкания расцепитель с кратковременной выдержкой времени настраивается на более низкое значение, а срабатывание из-за пикового тока при включении подавляется установкой задержки 20 миллисекунд.

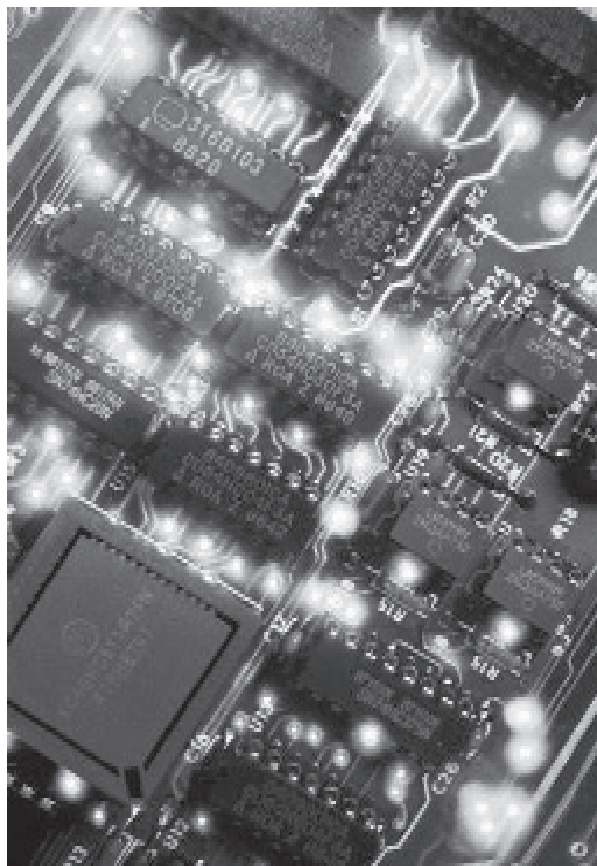
Индикация рабочих состояний и причин срабатывания

Причины срабатывания — перегрузка, короткое замыкание или замыкание на землю — могут вне зависимости от внешнего напряжения запоминаться в максимальном расцепителе тока и при нажатии на кнопку опроса отображаться светодиодами. Светодиодная индикация указывает также

и на асимметрию фаз. При дополнительном оснащении максимальных расцепителей тока выходами оптических элементов связи могут выдаваться сообщения: асимметрия фаз; перегрузка (значение срабатывания настраивается от 50 до 150% от I_r). При оборудовании силового выключателя 3WN6, по желанию, модулем связи с интерфейсом для шины PROFIBUS на программируемые контроллеры могут выдаваться сообщения о всех рабочих состояниях, которые, к примеру, будут использованы для диагностики или дистанционного управления выключателем. Таким образом, пользователь получает возможность вмешиваться в процесс и противодействовать внезапному отключению двигателя.

Пределы действия токозависимых защитных устройств

Даже самая сложная электроника, которая дает отображение нагрева двигателя в зависимости от тока, не может обеспечить его 100%-ную защиту. Причины сбоев, такие, как отказ или неэффективность охлаждения, не распознаются. Определенную помощь в этих случаях могут оказать термисторные приборы защиты двигателя, которые следят за температурой обмотки в статоре.



**А. Неделько,
В. Никоненко**



ПРИБОРЫ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

В доменных печах, обжиговых печах, водонагревателях выход из строя огнеупорного материала или теплоизоляции, образование накипи в чугунных секциях, блокирование труб печей и котлов, образование гари в трубах приводят к бесполезной трате энергии, к образованию трещин в чугунных секциях печей и котлов. Замена секции обходится в 1200–5000 долл. Замена водонагревателя — 8000–30 000 долл. В обжиговых печах из-за перегрева могут произойти деформация оболочки, потеря подшипников, агрегатов или все вместе. Ремонт составит 5000–100 000 долл, замена — 1 000 000 долл.

Потеря тепла из-за неверно установленной теплоизоляции, утечки воздуха, повреждения утеплителей окон в зданиях и сооружениях приводит к напрасной трате энергии. Образование влаги в стенах может вызвать серьезные структурные проблемы, растрескивание и выпадение кирпичей, преждевременный износ анкера кирпичной кладки и возможное разрушение. Ремонт здания обходится от 5000 до сотен тысяч долл. Из приведенного выше материала следует, что при эксплуатации любого объекта можно получить экономию толь-

ко при качественном контроле его эксплуатационных параметров.

Омский завод «Эталон» — федеральное государственное унитарное предприятие Госстандарта России — специализируется на разработке и производстве образцовых и технических средств измерения температуры.

Сектором пирометрии завода «Эталон» разработана серия пирометров и моделей абсолютно черных тел (АЧТ) с различными параметрами, стоимость которых ниже стоимости импортных и отечественных аналогов. Опытные образцы тепловизионных систем (СТК-1) отлаживались и до сих пор эксплуатируются на Красноярском, Коркинском цементных заводах, в ОАО «Суходолоцемент», Ачинском глиноземном комбинате. Система испытывалась в ОАО «Топкинский цемент» и рекомендована к применению. Во всех пирометрах серии применена диафрагменная система фокусировки, позволяющая получить показатель визирования до 1:40 и минимальную площадь контролируемого объекта до 2–3 кв. мм. Для обработки полученного сигнала используется как микропроцессор, так и аналоговый узел вычислений.

Портативный пирометр ПП-1 предназначен для бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых (сыпучих) тел и воды по их собственному тепловому излучению. При этом размеры исследуемой поверхности объекта определяются угловым полем зрения пирометра. Пирометры применяются для контроля состояния объектов и технологических процессов в различных отраслях промышленности, а также при проведении научных исследований.

В зависимости от исполнения диапазон измеряемых температур составляет от минус 20 до 400 °С, от 100 до 1200 °С и от 400 до 2000 °С, показатель визирования соответственно 1:8, 1:12, 1:15. Пирометр имеет небольшие габаритные размеры (100x60x140 мм), небольшой потребляемый ток (около 10 мА). Среднее время непрерывной работы без замены батареи питания (элемент «Крона») составляет 48–72 часа. Задание излучающей способности объекта производится плавно от 0,1 до 1 при помощи потенциометра. В пирометры устанавливаются лазерный прицел и экономичная импульсная схема преобразования напряжения, которая позволяет прибору сохранять работоспособность при разряде батареи до 3,5–4 В. Основная приведенная погрешность измерения не превышает 2 %. Для измерения температуры достаточно нажать кнопку включения питания, установить излучающую способность исследуемого объекта и направить лазерный целеуказатель пирометра на нужную точку. Через 2–3 секунды на цифровом дисплее появится значение температуры объекта в градусах Цельсия. При работе в условиях плохой освещенности необходимо включить подсветку дисплея.



Стационарный пирометр СТ-1 предназначен для преобразования инфракрасного излучения спектрального диапазона 2,5–5 мкм нагретых поверхностей в электрический сигнал постоянного тока 0–5 мА (4–20 мА) с целью бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых и сыпучих тел, газовых струй, воды с диапазоном излучательной способности от 0,1 до 1 в суммарном диапазоне от 150 до 2000 °С. Пирометры этой серии разработаны для контроля различных производственных процессов, для долговременной работы в системах регулирования и АСУТП.

Пирометры по требованию заказчика могут комплектоваться каким-либо показывающим прибором. На Всемирной выставке инноваций и изобретений в Брюсселе преобразователь СТ-1 отмечен бронзовой медалью «Брюссель–Эврика–2001». Пирометры выпускаются в четырех исполнениях в зависимости от диапазона измеряемых температур и показателя визирования. Конструктивно пирометр выполнен в виде трубы с расположенными в ней диафрагмой, модулятором, приемником излучения и печатными платами микропроцессорного узла линеаризации. Подключение пирометра к источнику питания (30±0,5 В) и измерительной цепи производится при помощи разъема, расположенного на тыльной стороне преобразователя. Здесь же расположено отверстие, через которое осуществляется доступ к шлицу резистора коррекции на излучательную способность объекта. Пирометр подключается к электрическим цепям, устанавливается в монтажную арматуру и наводится на объект при помощи регулировочных пазов в арматуре. Вращением шлица резистора устанавливается излучательная способность объекта, считывание результатов измерений производится со вторичного прибора (например ЦЦ300). Прибор — пылезащищенного исполнения с защитой от бросков пламени, рабочий диапазон температур окружающей среды от 5 до 50 °С. С 1999 года пирометр СТ-1 используется на Омском нефтеперерабатывающем заводе.

Пирометр стационарный высокотемпературный ПСВ-1 предназначен для измерения температур в суммарном диапазоне от 300 до 2000 °С (300–950 °С, 800–2000 °С в зависимости от исполнения) с приведенной погрешностью не более 2%. В ПСВ-1 устанавливается аналоговый узел непрерывной обработки сигнала, обеспечивающий линейную

зависимость выходного тока (0–5, 4–20 мА) от температуры объекта. Конструктивно прибор выполнен в виде цилиндрической теплоизмерительной головки, соединенной кабелем с малогабаритным блоком обработки щитового исполнения. По желанию заказчика возможна комплектация прибора показывающим прибором с цифровой индикацией температуры в градусах Цельсия. Питание прибора осуществляется от сети 220 В.

Отличительной особенностью данного прибора является возможность работы теплоизмеряющей головки при температуре окружающего воздуха до 120 °С.

Быстродействующий стационарный пирометр ПСД-1 предназначен для измерения температур в диапазоне 700–2500 °С совместно с компьютером. Этот прибор наиболее подходит для контроля быстропротекающих тепловых процессов, определения температуры перемещающихся объектов в промышленности, незаменим при научных исследованиях. Он был разработан для станов горячей прокатки металлов. При скорости прокатки около 20 м/с он позволяет определять распределение температур по длине листа через 2 см (до 960 замеров в секунду) и выводить соответствующие графики, прилагаемые к каждой бобине проката. В качестве датчика используется термостатированный ИК-фотодиод, связь с компьютером осуществляется через стандартный интерфейс RS-232. Линия связи гальванически развязана от цепей компьютера и не боится коротких замыканий. Конструктивно пирометр выполнен в виде трубы с разъемом на тыльной части. Для питания прибора используется внешний источник 12–24 В, 200 мА постоянного тока. После установки в монтажную арматуру и подключения цепей питания и связи прибор начинает передавать информацию о температуре объекта на компьютер с частотой обмена 19200 бит/сек. Дальнейшая обработка происходит в компьютере при помощи специальной программы. Оператор устанавливает число замеров в секунду, степень черноты объекта, при необходимости задает уставки срабатывания сигнала тревоги. На монитор с заданной скоростью выводится информация о температуре объекта и строится график. Аппаратные требования к компьютеру предъявляются исходя из максимальной скорости измерений.

Тепловизор сканирующий строчный ТСС-1 обеспечивает сканирование равномерно дви-



жущихся объектов (вращающиеся печи, прокат и т.п.) с разрешением не менее 150 элементов в строке с углом обзора 120°. Прибор отображает тепловые поля в диапазоне от 200 до 650 °С с разрешающей способностью по температуре 1 °С. Тепловизор предназначен для дистанционной визуализации тепловых полей объектов различных областей промышленности в реальном времени, их регистрации и хранения в виде изображений. Передача информации на экран монитора компьютера осуществляется посредством стандартного интерфейса RS-232. Полученная картина распределения температур на поверхности объекта позволяет судить о ходе тепловых процессов, состоянии теплоизоляции, определять места перегрева тепловых установок и т.п. Прибор питается от сети 220 В и не нуждается в операторе после установки и подключения.

Модели абсолютно черных тел (АЧТ) являются эталонными излучателями и предназначены для поверки пирометров с рабочими участками в любой области спектра. АЧТ разрабатывались для поверки и аттестации пирометров, разработанных на заводе «Эталон», но они пригодны и для поверки пирометров других фирм соответствующего класса точности.

АЧТ-165/40/100 предназначено для настройки и поверки средств бесконтактного измерения температуры (пирометров суммарного и частичного излучения, сканирующих пирометров и др.) в диапазоне температур от 40 до 100 °С в лабораторных и цеховых условиях. АЧТ состоит из теплового излучателя, блока управления БУ-1 и соединительных кабелей. Тепловой излучатель выполнен в цилиндричес-

ком металлическом корпусе, внутри которого расположен резервуар объемом 7,5 литров. Между корпусом и резервуаром находится теплоизоляция. В резервуар через верхний патрубок заливается теплоноситель — дистиллированная вода. Тепловой излучатель выполнен в виде цилиндрической полости диаметром 165 мм с гофрированным дном, покрытой черной матовой эмалью для создания необходимого коэффициента черноты. Для нагрева теплоносителя в резервуаре расположены нагревательные элементы — торцевой и продольный. Для достижения равномерного распределения температуры по стенкам и дну полости осуществляется принудительное перемешивание теплоносителя посредством мешалки, вращаемой через шкив электродвигателем. Регулирование осуществляется при помощи датчика, расположенного в потоке жидкости. При аттестации были получены следующие характеристики: коэффициент излучения полости не менее 0,98, погрешность воспроизведения температуры излучающей полости и нестабильность ее поддержания за 30 минут не более 0,1 °С, разрешение температурного дисплея — 0,01 °С. Связь между БУ-1 и компьютером возможна посредством RS-232.

АЧТ-100/1100 предназначено для проверки и градуировки пирометров в диапазоне температур от 100 до 1100 °С в лабораторных условиях. Основной частью изделия является печь МТП-2М, в которой установлена вставка из жаропрочного металла с конической излучающей полостью диаметром 50 мм. Угол конической полости и положение вставки относительно торцевых полостей печи подобраны таким образом, чтобы обеспечить минимальный градиент по поверхности конуса.



Печь МТП-2М установлена на оптической скамье. На этой же скамье установлен штатив для закрепления поверяемого пирометра и диафрагма, защищающая прибор от теплового излучения печи. Установка необходимой для поверки температуры и ее поддержание в течение необходимого времени производится регулятором РТ-1. Измерение температуры излучающей полости производится образцовой платино-платинородиевой термопарой (ППО) ПП(S). Для исключения влияния температуры окружающей среды холодные концы термопары помещаются в нулевой термостат, заполненный смесью молотого льда и воды. Коэффициент излучения полости АЧТ не менее 0,985, время выхода на максимальную температуру около 60 минут, дрейф температуры не более 0,5 °С/мин.

АЧТ-16/900/2500 предназначено для градуировки и проверки рабочих средств бесконтактного измерения температуры в диапазоне от 900 до 2500 °С. АЧТ-16/900/2500 также реализует цилиндрическую (с гофрированным дном) модель АЧТ с автоматическим поддержанием температуры излучающей полости и атмосферой инертного газа (аргона) внутри.

В качестве излучающей полости используется графитовая труба (внутренний диаметр 25 мм) прямого нагрева с гофрированным дном в центре. Для отвода тепла от корпуса и токоподводящих фланцев в системе охлаждения непрерывно циркулирует вода (150 л/час), для предотвращения выгорания графита осуществляется непрерывная продувка излучающей полости аргоном (0,3–0,5 л/сек). Скорость нагрева и выход на заданный температурный режим излучателя АЧТ с последующим автоматическим поддержанием температуры осуществляется при помощи блока управления БУ-1М и быстродействующего пирометра ПСД-1, используемого в качестве датчика обратной связи. Электропитание подводится со вторичной низковольтной обмотки силового трансформатора через шины питания. Первичной обмоткой управляет БУ-1М. Эффективный коэффициент излучения полости не менее 0,98, колебания температуры в установившемся режиме в течение 15 минут не более ± 10 °С, потребляемая мощность при температуре излучателя 2500 °С около 10 кВт. В настоящее время пирометры ПП-1 и СТ-1 прошли испытания на утверждение типа, получены соответствующие сертификаты.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОВЫХ КОТЛОВ. КАЧЕСТВО ПАРА

Термины «влажный пар» и «вынос котловой воды» являются ежедневными идиомами в сфере производства пара, хотя мало кто видел эти явления и реальная картина перемещения воды в котле все еще остается во многом спекулятивной.

Имеется четыре эксплуатационных ситуации, влияющие на качество пара.

Случай 1. Питательная вода подается периодически. Клапан подачи то открывается, то закрывается. Большие колебания уровня воды в котле могут вызвать неоправданное срабатывание предупредительного сигнала и остановку котла.

Случай 2. Пониженное рабочее давление. При работе котла на пониженном давлении процесс кипения в котле становится значительно более бурным, способствуя выносу котловой воды в систему транспортирования и распределения пара.

Случай 3. Потребление пара превышает производительность котла на 15%. Перегрузка котла приводит к увеличению количества воды, выносимой паром в систему.

Случай 4. Регулирование TDS (концентрация твердых нерастворимых остатков). Без надлежащего регулирования TDS будет возникать вынос котловой воды в паровую систему, приводящий к повреждению оборудования и/или к гидравлическим ударам.

Исходные положения

КПД котла представляет численное значение той доли энергии сгорания топлива, которая пре-

вращается в энергию пара. Качество пара (влажность) представляет численное значение количества воды в форме жидкости, находящейся в паре.

Основным преимуществом использования пара в качестве теплоносителя является большое количество тепла, выделяющегося при его конденсации. Так как скрытая теплота парообразования (или конденсации) может превышать 500 ккал/кг, то для переноса большого количества энергии нужно совсем небольшое количество пара. К другим преимуществам пара относятся нетоксичность, невоспламеняемость, а также способность отдавать тепло при постоянной температуре, величину которой можно устанавливать заранее. Пар подается к потребителям по обычным трубам с арматурой, которым не нужны большие затраты, они всегда есть в наличии, требуют незначительного ухода и имеют продолжительный срок службы. По сравнению с другими системами подачи и распределения тепла управление потоками пара требует меньших затрат, а тепло, содержащееся в паре, можно утилизировать на 100%.

Несмотря на эти преимущества, многие потребители пара сталкиваются с проблемой безопасности паровых систем, с преждевременными отказами оборудования и низкой эффективностью паровых систем. К присущим для этих систем проблемам могут относиться частые остановки котла из-за падения уровня воды; повреждения труб и арматуры вследствие гидравлических ударов; виб-

рация, коррозия и эрозия; снижение производительности теплообменников и перегрузка конденсатоотводчиков. Эти проблемы чаще всего возникают из-за низкого качества пара, которое и называют часто «влажным паром», или «выносом котловой воды».

Качество пара есть мера количества воды в форме жидкости, содержащейся в паре. (Например, пар 100%-ного качества не содержит воды в виде жидкости и представляет собой 100%-ный чистый газ; пар 90%-ного качества содержит 90% весовых пара и 10% весовых воды в виде водяного тумана или капель.). Капли, попадающие в высокоскоростной поток пара, могут быть такими же абразивными, как песчинки. Они вызывают эрозию фигурных частей паропроводов и быстро разъедают седла арматуры. Если допустить, чтобы конденсат скапливался в паропроводах в виде слоя жидкости, то эта жидкость будет подхвачена высокоскоростным потоком пара, в котором она достигнет скорости пара и будет бить по коленам, тройникам и арматуре, вызывая эрозию, вибрации и «гидравлический удар». Этот удар будет постепенно, а иногда и катастрофически быстро, ослаблять соединения паропровода и его опоры.

Так как пар вырабатывается в результате быстрого вскипания воды в котлах с высокой плотностью теплового потока, то отрываясь от поверхности воды, он может уносить с собой и некоторое количество воды. Эта потеря воды, вызывая повреждения паровой системы, не зависит от КПД котла. Вообще говоря, независимо от того, работает ли котел с низким или с высоким КПД, вынос избыточного количества котловой воды происходит или не происходит. Если вынос воды нельзя полностью предотвратить, то его следует уменьшить до такого уровня, который не оказывает влияния на нормальную работу котла и паровой системы.

Почему котел, работающий с высоким КПД, может вырабатывать небезопасный пар низкого качества, который вызывает повреждения системы и объясняет, как эти причины можно устранить или уменьшить их влияние?

Случай 1. Питательная вода подается периодически.

Упрощая описание работы котла, можно сказать, что горячая поверхность теплопередачи покрыта водой. Пузырьки пара образуются на поверхности теплопередачи, всплывают сквозь слой воды и отрываются от ее поверхности, чтобы попасть в паровую систему. Благодаря статическому давлению столба воды, давление у поверхности теплопередачи несколько выше, чем давление у поверхности воды. Имея более высокое давление, пузырьки пара, образовавшиеся на поверхности теплопередачи, будут либо:

а) уходить из котла в слегка перегретом состоянии, либо

б) охлаждаться водой до температуры насыщения.

В нормальных условиях пузырьки пара имеют тенденцию к охлаждению до температуры насыщения, проходя через слой воды.

Когда питательная вода подается в котел, она проходит между поверхностью теплопередачи и поверхностью кипящей воды. Даже если вода предварительно подогрета, она все еще существенно холоднее воды в котле и образует холодный слой внутри котловой воды. Пузырьки пара, всплывающие от поверхности теплопередачи сквозь этот холодный слой воды, охлаждаются и часть пара в пузырьках конденсируется. Это влечет за собой две серьезные проблемы.

Во первых, паровые пузырьки, отрывающиеся от поверхности воды и попадающие в паровую систему, будут содержать воду в туманообразном состоянии. Когда значительное количество котловой воды подается в котел, паровое пространство над уровнем воды полностью затуманивается. Водяной туман и смешанный с водой пар низкого качества (влажный пар) существуют до тех пор, пока температура воды в котле не будет более или менее одинаковой.

Во вторых, падение количества производимого пара. Добавление большого количества более холодной воды замедляет образование пара до тех пор, пока вся вода не достигнет температуры насыщения.

Эти проблемы предотвращаются при помощи перехода на постоянную подачу питательной воды. Регулируя эту подачу на уровне относительно малых расходов по сравнению с периодической подачей воды большими порциями, температуру котловой воды можно сохранять на относительно постоянном уровне, в результате чего водяной туман не будет образовываться.

Случай 2. Пониженное рабочее давление.

«Используйте котел при максимальном рабочем давлении», — говорят конструкторы котлов. Но очень часто это правило не соблюдается, когда требуется снижение затрат энергии. Когда потребление пара уменьшается или когда для всех конечных потребителей пара его требуется пропускать через РОУ, котлы часто переводят на работу при давлениях, значительно более меньших расчетного.

В то время как работа при пониженном давлении может для некоторых котлов несколько повысить энергетический КПД, она одновременно понижает качество пара (повышает его влажность).

Пониженное рабочее давление увеличивает вынос котловой воды

По мере того как пузырьки пара всплывают

сквозь слой воды и достигают ее поверхности, они окончательно затормаживаются в последнем слое воды и поступают в паровое пространство. Эта последняя фаза отрыва от поверхности воды приводит к нескольким вариантам выноса котловой воды.

Сначала взрыв пузырька пара — разрушение пленки воды, окружающей пар, — дает толчок стремительному движению пара, уносящему небольшое количество этой водяной пленки в паровую полость.

Затем отрыв пузырька пара от поверхности воды кратковременно образует на ней кратер. Вода стремится быстро заполнить объем кратера, сталкиваясь с водой, движущейся от внешней кромки кратера, в результате чего у центра кратера возникает небольшой всплеск воды. Капли воды этих всплесков легко подхватываются уходящим паром.

Размер паровых пузырьков прямо пропорционален давлению пара. Работа при низком давлении обязательно требует большего объема пара для переноса требуемой тепловой энергии. При таком режиме работы образуется большее количество пузырьков пара увеличенного размера, в результате увеличивается турбулентность поверхности воды. Эти пузырьки образуют большее количество кратеров более крупного размера и вызывают более сильные всплески воды при отрыве от ее поверхности. Кроме того, работа при пониженном давлении увеличивает скорость испарения, что в сочетании с сильной турбулентностью в большей степени способствует выносу капель воды в паровую систему, чем возвращению их в воду под действием силы тяжести.

Решение проблемы сводится к обеспечению работы котла при максимальном расчетном давлении и применению регуляторов давления перед конечными потребителями в случае необходимости.

Случай 3. Резкие колебания потребления пара.

В большинстве промышленных паровых систем расход потребляемого пара изменяется в широких пределах. Скорость, с которой возникают эти колебания, может серьезно повлиять на качество пара. Быстрое кратковременное увеличение потребления пара всего на 15% может вызвать большой вынос воды. Увеличение потребления пара на 15% и более может возникать на промышленных предприятиях довольно часто, когда открывают сразу все клапаны подачи пара во время пересменки или когда паропровод подает пар для циклических технологических процессов.

Эти резкие колебания потребления пара достаточно часто возникают в процессе промышленного производства. Например, если технологический процесс, который потребляет всего 5% производительности котла, быстро запускается в дей-

ствие (так, как это происходит при открытии отсечного клапана), потребность в паре сразу возрастает на 15% и более до тех пор, пока этот технологический процесс не выйдет на установившийся режим.

Когда открываются клапаны подачи пара, в котле возникают две проблемы. Во-первых, давление пара резко падает. Падение давления само по себе вызывает повышение выноса воды, как было показано выше (случай 2).

Во-вторых, поверхность раздела между водой и паром поднимается. Это происходит потому, что при внезапном переходе на режим пониженного рабочего давления быстрое образование пузырьков пара повышенного объема может вызвать буквальное псевдооживление воды (это явление часто называют разбуханием). Уровень воды быстро поднимается настолько высоко, что вода буквально начнет засасываться в паропровод. Из-за потери котловой воды может сработать предупредительный сигнал падения уровня воды. В некоторых случаях потеря воды может быть настолько быстрой, что котел будет остановлен сразу же при подаче предупредительного сигнала. В то же самое время паропроводы будут заполняться водой.

Компактные котлы могут усугубить проблему

Современные котлы высокоэффективны и очень компактны. Хотя и их конструкция имеет преимущества, у этих котлов слишком малое паровое пространство, чтобы компенсировать колебания потребности в паре. Даже при небольшом увеличении потребления давление в котле может значительно понизиться, увеличивая вынос котловой воды.

Большой вынос воды обманывает систему предупреждения падения уровня воды.

Иногда увеличение потребления пара бывает таким резким, что от этого страдают и долговечность котла, и качество пара. Внешний индикатор может показывать допустимый уровень воды, хотя, фактически, пароводяная смесь уже заполняет паровое пространство и вода может уходить в паропроводы. К тому времени когда внешний индикатор покажет падение уровня воды и отключит котел, трубы могут перегреться и сгореть. Предприятие останется без пара, пока котел не запустят снова.

Основным способом уменьшения возможности возникновения этой причины плохого качества пара является предотвращение резкого увеличения расхода пара. Современные компьютеризированные системы управления котлами, использующие PLC или DCS (децентрализованная система управления котлами), могут помочь решить эту проблему.

Случай 4. Высокий уровень TDS (концентрация нерастворимых твердых веществ).

Высокая, или пульсирующая TDS (концентрация нерастворимых твердых веществ), в котловой воде увеличивает коррозию труб и/или образование на них накипи. Плохое качество питательной воды вызывает дополнительные эксплуатационные затраты (табл. ниже). TDS приводит к снижению теплопередачи, уменьшению производительности и КПД котла, к сокращению срока службы труб, а также может ухудшить качество пара.

Повышенная TDS в котловой воде увеличивает пенообразование на поверхности воды. Эта пена образуется и выносится паром, вырывающимся из поверхности воды. Она может заноситься в паровую систему, уменьшая количество воды в котле еще до того, как индикатор уровня воды сможет обнаружить эту проблему, заполняя тем временем паропроводы коррозионной водой.

Решение заключается в том, чтобы уровень TDS был не выше рекомендуемого изготовителем котла. Четко определенной разницы между качеством пара при использовании для регулирования уровня TDS периодической или непрерывной продувки не обнаружено. Однако из-за установленного вредного эффекта быстрого и скачкообразного добавления питательной воды предпочтительна регулируемая продувка.

Заключение

Качество пара — мера количества воды, занесенной в пар, — зависит не от КПД котла, а от способности пара оторваться от поверхности кипящей воды, не захватывая частицы жидкой фазы,

на всем диапазоне режимов работы котла. Чтобы предупредить снижение качества пара :

а) регулируйте потребление пара, чтобы потребность не превышала производительность котла;

б) регулируйте изменения потребления пара, чтобы резкие изменения потребности в паре не ухудшали его качества;

в) для повышения действенности мер по п. а) и п. б) используйте для подачи пара конкретным потребителям регулирующие клапаны вместо запорной арматуры;

г) управляйте подпиткой котла водой при помощи регулируемого расхода, а не путем периодической подачи и ее прекращения;

д) регулируйте уровень TDS , а не периодичность продувок по времени;

е) эксплуатируйте котел под давлением, максимально близком к расчетному.

Когда не следуют этим рекомендациям, качество пара может чрезвычайно понизиться. Пар низкого качества может повредить систему распределения пара, регулирующие клапаны и теплообменники из-за гидравлических ударов, эрозии и коррозии. Это вызовет сокращение срока службы оборудования, потери пара, снижение КПД и даже проблемы обеспечения безопасности.

Дополнительные эксплуатационные затраты из-за плохого качества питательной воды.

Все варианты основаны на расходе пара 45,4 т/час; температуре питательной воды 110 °С и КПД 83% при высшей теплотворной способности топлива.

Таблица

Дополнительные эксплуатационные затраты, вызываемые плохим качеством питательной воды

	Насыщенный пар, давление 21 кг/см ²		Перегретый пар, 454 °С; давление 60 кг/см ²	
	2	10	2	10
Интенсивность продувок, %	2	10	2	10
Выходная мощность, Гкал/ч	25,4	25,8	31,02	31,68
Теплота сгорания, Гкал/ч	30,62	31,1	37,4	38,18
Утилизация пара вскипания, %	20	-	33	-
Дополнительные затраты за год	-	36 840,0 долл.	-	49 850,0 долл.



ROOF-TOP: ПРАКТИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

За рубежом в любом профессиональном издании, содержащем отчеты о работе проектных организаций в области климатизации коммерческих зданий и сооружений, можно найти множество статей об успешном использовании крышных кондиционеров типа ROOF-TOP. Эта техника обслуживает сборочные цеха и склады заводов и фабрик, спортивные сооружения, бассейны, вокзалы, аэропорты, рестораны и кафе, а также подавляющее большинство супермаркетов и крупных торговых центров во всем цивилизованном мире. Но не в России. Отечественные организации испокон веков отдают предпочтение центральным кондиционерам модульного типа, применять которые иногда явно экономически не выгодно. Этот факт представляется крайне любопытным и заслуживающим беспристрастного обсуждения.

Плюсы

По сути, ROOF-TOP — это центральный кондиционер-моноблок (рис. 1), предназначенный для установки на кровлях зданий и на земле. Он может охлаждать, подогревать, подвергать фильтрации и бактерицидной обработке свежий и смешанный с рециркуляционным воздух, а также обеспечивать подачу подготовленного потока в обслуживаемое здание по сети вентиляционных каналов. Хладопроизводительность «руф-топов» колеблется от единиц до сотен киловатт, а производительность по воздуху может достигать десятков тысяч куб. м/час.

По своим напорным характеристикам, «руф-топы» зачастую не уступают достаточно

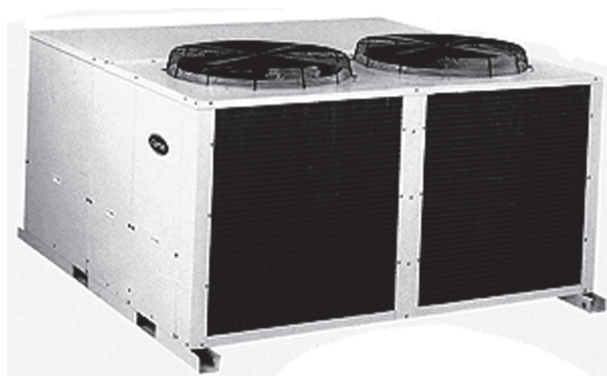


Рис. 1

мощным центральным кондиционерам модульного типа, так как при их изготовлении используется одинаковая элементная база.

Затраты на закупку кондиционера для помещения с потребной холодопроизводительностью 60 кВт

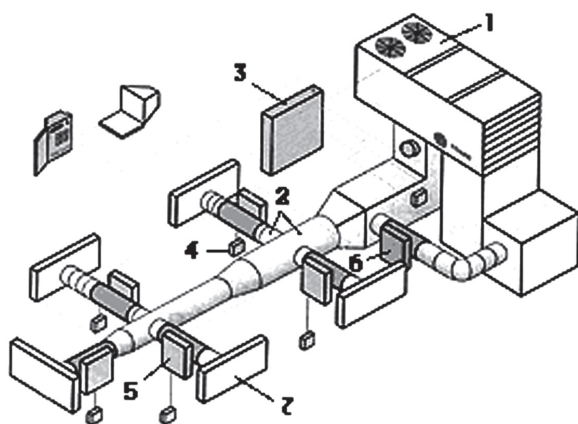
Тип затрат/тип кондиционера	ROOF-TOP	Центральный кондиционер
Капитальные затраты, USD	13500	18000
Монтаж системы, USD	1350	3600
Сумма, USD	14850	21600
Основные статьи затрат на эксплуатацию крышного кондиционера в один из наиболее жарких летних месяцев		
Электричество, USD	210	210
Аренда технического помещения (площадь 20 кв. м), в среднем по Москве	-	340
Зарплата обслуживающего персонала, USD/год	200	400

*ROOF-TOP, или центральный кондиционер модульного типа, должен иметь фреоновый холодильный контур и простой комплект автоматики. Система воздуховодов в здании смонтирована.

Моноблочные кондиционеры некоторых моделей способны нагнетать давление в сети воздуховодов до 1000 Па и обслуживать десятки, а иногда и сотни независимых помещений.

Рис. 2. Система зонального регулирования

1. ROOF-TOP.
2. Система воздуховодов.
3. Микропроцессорный блок.
4. Датчик температуры в помещении.
5. Воздушный клапан с сервоприводом.
6. Байпасный регулятор.
7. Линейный диффузор.



Автоматика «руф-топов» совместима с микропроцессорами систем зонального регулирования (рис. 2), предназначенных для поддержания индивидуального температурного режима в обслуживаемых зонах.

Главные преимущества «руф-топов» перед модульными ЦК — низкая цена, компактность, устойчивость к неблагоприятным атмосферным условиям и полная заводская комплектация всем необходимым оборудованием. Под моноблок не нужно выделять специальное техническое помещение, арендная плата за которое в России, особенно в крупных городах, сегодня весьма высока.

Проще, а следовательно, и дешевле, монтаж «руф-топа», все внутренние узлы которого согласованы по мощности и другим характеристикам. Перед запуском машину достаточно зафиксировать на опорной плите, подключить воздуховоды, электропитание и вынести управляющие узлы в зону обслуживания.

На некоторых торговых предприятиях Турции «руф-топ» устанавливается на земле и подключается к объекту при помощи одного-единственного брезентового воздуховода за считанные часы.

Установка центрального кондиционера дороже, так как требует проведения работ по сборке секций, инсталляции сложного и до-

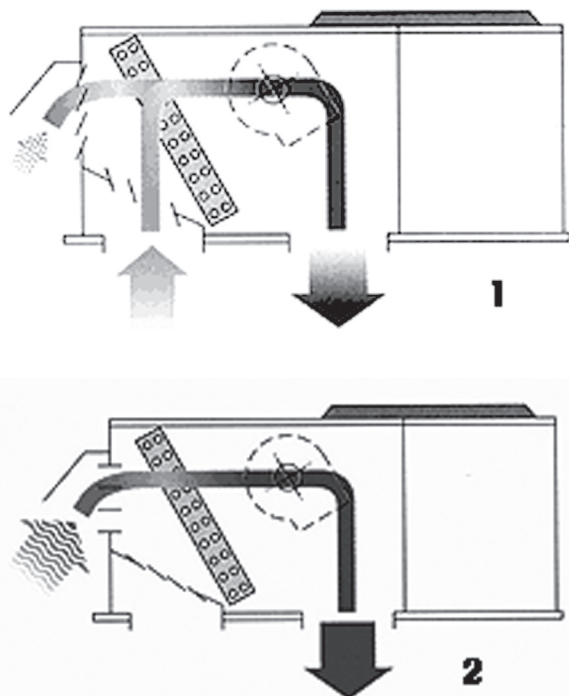


Рис. 3. Экономайзер крышного кондиционера
1. Режим подмеса циркуляционного воздуха.
2. Прямоточный режим.

рогостоящего блока автоматики, согласования работы холодильного контура и т. д. В абсолютном выражении профессиональный монтаж климатической установки в России существенно дешевле, чем стоимость самого оборудования, поэтому обосновывать выбор «руф-топа» только низкой стоимостью монтажа было бы не вполне корректно. Однако при реализации крупных проектов на монтаже можно сэкономить несколько тысяч долларов. Сбрасывать со счетов эту сумму без особой на то необходимости вряд ли оправданно.

И минусы

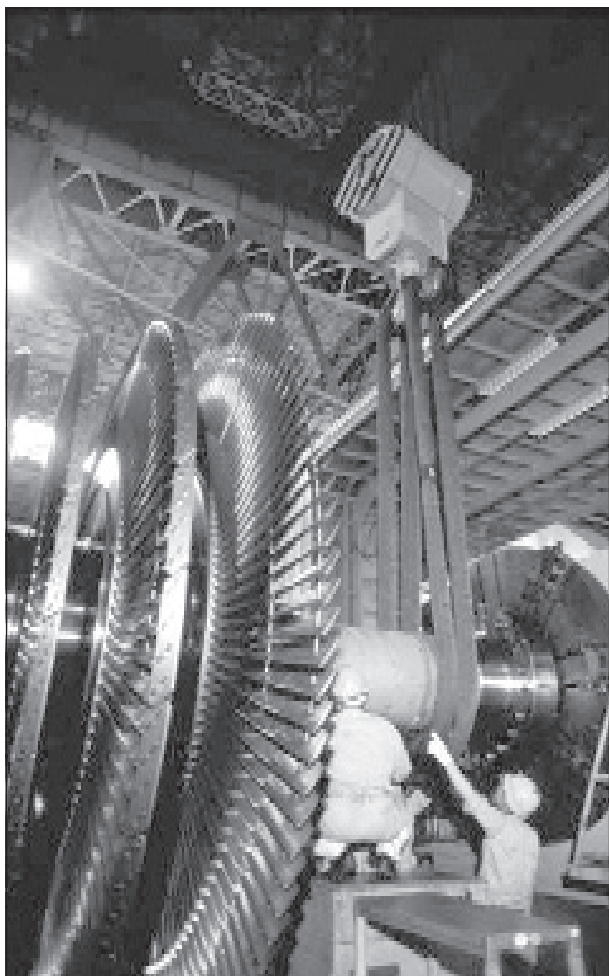
Если говорить о недостатках серийных «руф-топов», следует отметить их неспособность работать в режиме адиабатного увлажнения воздуха и малую гибкость при организации на их базе системы воздушного отопления. Не подходят они и для помещений, нуждающихся в круглогодичном притоке больших объемов свежего подготовленного воздуха (прямоточная схема). Дело в том, что экономайзер «руф-топа» (рис. 3) при температуре

наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$ и выше $+20^{\circ}\text{C}$ подмешивает к уличному воздуху рециркуляционный для того, чтобы максимально использовать его теплосодержание и обеспечить заданные параметры смешанного воздушного потока на входе в теплообменник. Энтальпия потока измеряется при этом с помощью специальных датчиков. Если необходимости в круглогодичном использовании прямоточного режима нет, этот недостаток «руф-топа» следует рассматривать как его достоинство.

Определенные ограничения на использование ряда моделей моноблоков накладывает и суровый климат большей части Российской Федерации. Модели «руф-топов» с режимом теплового насоса могут использоваться только в южных регионах России, где температура наиболее холодной пятидневки редко опускается ниже -5°C . Если температура наружного воздуха опускается до -30°C , подогрев воздушного потока может осуществляться с помощью электротэнов. Они, как известно, просты в управлении и не требуют больших капитальных затрат, однако потребляют достаточно много электроэнергии. К мощным кондиционерам требуется подводить специальный силовой кабель. В ряде случаев существенного снижения эксплуатационных затрат можно добиться при совместном согласованном использовании холодильной машины с реверсивным циклом и тэнов.

Мощным и практичным средством противостояния зимней стуже является водяной калорифер, который подключают через пластинчатый теплообменник к сети центрального отопления или непосредственно к индивидуальному тепловому пункту здания. Однако практика эксплуатации «руф-топов» в России показывает, что в сильные морозы вода в калориферах нередко замерзает, что приводит к возникновению течей или разрушению этих устройств. Поэтому опытные проектные организации в целях обеспечения сохранности дорогого оборудования выносят теплообменник за пределы моноблока и размещают его в помещении над фальшпотолком или в крохотном техническом зале на территории объекта. Менее радикальный подход предполагает использование в питающем калорифер «руф-топа» замкнутом отопительном контуре этилен-гликолевых смесей, не замерзающих и при отрицательных температурах наружного воздуха.

В Сибири на одном из предприятий газо-



вой промышленности России не один год исправно работают «руф-топы» с подогревом воздушного потока продуктами сгорания пропана или природного газа, тепло от которых передается воздуху через специальный теплообменник (рис. 4). Это техническое решение не вступает в противоречие с действующими на территории России СНиПами. «Руф-топы» с газовым подогревом весьма выносливы и экономичны, так как газ стоит дешевле, чем другие виды энергоносителей. Если здание не подключено к сети централизованного газоснабжения, проблемы при эксплуатации газового «руф-топа» могут возникнуть разве что при организации регулярной доставки газовых баллонов.

Помимо теплообменников, к числу высоконагруженных, а следовательно, и потенциально проблемных узлов «руф-топа» следует отнести вентиляторы, подвижные створки и систему автоматики. Однако имеющиеся в на-

шем распоряжении сведения об отказах работающих в России моноблоков не дают оснований полагать, что они существенно менее надежны, чем соответствующие узлы центральных кондиционеров модульного типа, хотя и требуют к себе повышенного внимания в условиях Приморья или «урбанистического» климата современных мегаполисов.

Плюс на минус дает... плюс

Анализ основных достоинств и недостатков «руф-топов» показывает, что достаточных оснований для отказа от использования подобной техники в России нет. Низкая цена моноблоков оправдывает и ограниченные функциональные возможности, и сравнительно трудоемкий процесс поиска и подбора машины, пригодной для длительной эксплуатации в холодных регионах страны. Судя по всему, «руф-топы» не находили в России достаточно широкого применения лишь потому, что в условиях плановой экономики и отсутствия реальной конкуренции между предприятиями проблемы снижения капитальных и эксплуатационных затрат на климатизацию производственных и офисных помещений и, в частности, отказа от больших технических помещений стояли перед тогдашними менеджерами далеко не так остро, как сегодня.



Мнения

Евгений Николаевич Болотов, технический директор, начальник проектного отдела группы компаний «Инрост»:

– Климат России в отличие от стран Западной Европы в зимний период характеризуется чрезвычайно низкими температурами наружного воздуха. Этого нельзя не учитывать при проектировании климатической установки на базе кондиционеров типа «руф-топ». Я не уверен, что важнейшие узлы большинства из представленных на российском рынке машин этого типа способны работать в холодное время года без каких бы то ни было ограничений. «Руф-топы», безусловно, можно рекомендовать для южных регионов России. В несколько видоизмененной конфигурации с вынесенными в отапливаемую зону высоконагруженными узлами они могут использоваться для создания весьма надежных и экономичных системных решений.

Я хотел бы подчеркнуть, что наш дифференцированный подход к использованию «руф-топов» в системах круглогодичного комфортного кондиционирования зданий вызван необходимостью гарантированного обеспечения требуемых расчетных параметров внутреннего микроклимата. Отрадно отметить, что в последнее время ведущие производители «руф-топов» предпринимают попытки адаптировать эту технику к климатическим условиям России.

Валерий Михайлович Мильман, генеральный директор компании «АТЕК»:

– Крышные кондиционеры типа «руф-топ» в России никогда не производились. Поэтому если говорить о причинах, по которым они до сегодняшнего дня применялись у нас лишь от случая к случаю, то в первую очередь следует отметить слабую информированность проектных организаций о реальных возможностях этой недорогой, удобной при монтаже и весьма надежной техники. К числу факторов, сдерживающих распространение крышных моноблоков, следует отнести и некоторые особенности среднестатистического российского потребителя климатической техники, который зачастую вспоминает о кондиционировании воздуха лишь на этапе чистовой отделки помещений, когда установка системы воздуховодов становится весьма проблематичной. В результате потенциальный покупатель «руф-топа» отдает предпочтение бытовым или по-

лупромышленным сплит-системам, для которых характерны значительные удельные затраты на производство киловатта холода и недолговечность.

Будущее «руф-топов» в России представляется мне вполне определенным. Ждать стремительного «прорыва» этой техники на российский рынок не стоит, так как инертность мышления отечественного потребителя достаточно велика. Однако очевидные достоинства крышных моноблоков со временем позволят им занять собственную и, возможно, весьма просторную нишу на российском рынке недорогого и качественного климатического оборудования.

Константин Георгиевич Шульга, генеральный директор ЗАО «Аэропроф»:

– «Руф-топ» чрезвычайно выгоден для торговых павильонов и залов любой площади. Заказчик экономит не только на стоимости проекта и монтажных работ, но и на последующем обслуживании климатической системы.

Владимир Владимирович Федун, руководитель проекта компании А.Н.1 – Carrier:

– Кондиционеры крышного типа обладают рядом превосходных потребительских качеств. В первую очередь, это малая стоимость комплекта технологического оборудования (удельная стоимость киловатта холода — одна из самых низких для различных систем кондиционирования), низкая стоимость монтажных работ (как правило, требуется только подключение воздуховодов и электропитания) и высокая надежность (оборудование поставляется полностью укомплектованным, заправленным фреоном и протестированным). В силу своих конструктивных особенностей данный продукт наиболее интересен для торгового-коммерческого и промышленного секторов рынка, как то: торговые павильоны, помещения ресторанов, кафе, крытые спортивные корты, автозаправочные станции, складские и производственные помещения и т. п.

В нашей стране практически отсутствует опыт проектирования и эксплуатации климатических установок на базе крышных кондиционеров. В связи с этим российским потребителям будет безынтересно знать, что на российском рынке присутствуют модели с диапазоном наружных температур от –29 до +52 °С, которые вполне подходят для эксплуатации в условиях российского климата.



*(По материалам
семинара
НТС «Стройинформ»
«Вентиляция
и кондиционирование»)*

ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

Вентиляция и кондиционирование воздуха в больших помещениях общественного и промышленного назначения — крытых спортивных залах, бассейнах, аквапарках, торговых центрах, крупных цехах, на складах, в хранилищах и т. д. — одна из насущных проблем.

Поддерживать микроклимат в таких зданиях зимой и летом с использованием одной и той же системы вентиляции очень сложно.

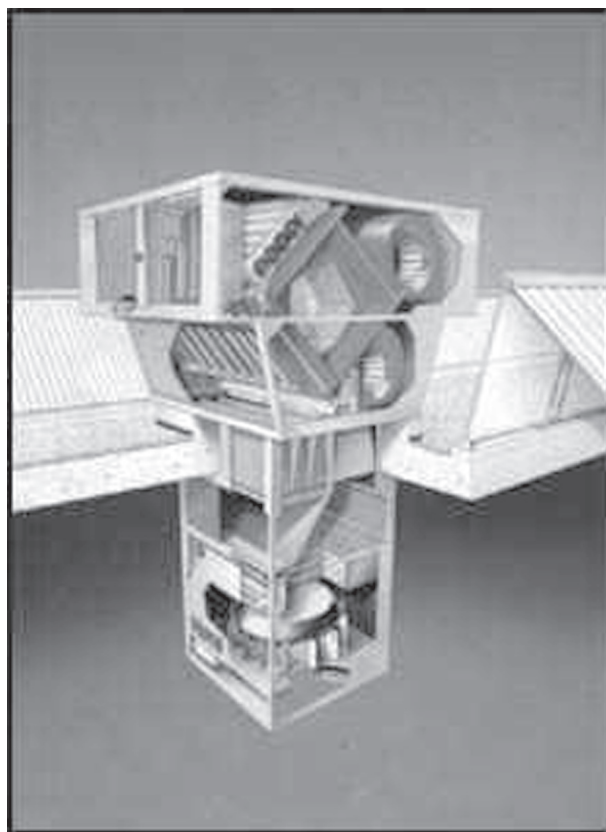
В холодный период года при подаче теплого приточного воздуха под действием сил гравитации струя отклоняется в верхнюю часть помещения, где создается «тепловая подушка».

От обычной отопительной системы теплый воздух тоже поднимается вверх. В итоге системы отопления и вентиляции «греют» в основном верхнюю часть здания, при этом:

- увеличиваются теплопотери через кровлю и верхние фонари;
- в рабочей зоне трудно создать комфортные условия.

В летний период года, наоборот, при подаче охлажденного воздуха приточная струя отклоняется вниз, практически оставаясь компактной, что приводит к дискомфорту в рабочей зоне, то есть некоторые участки переохлаждены, в другие же воздух не попадает.

Организация равномерной подачи воздуха в таких помещениях с помощью сети воздуховодов



неприемлема либо с эстетической точки зрения, либо технически невозможна из-за наличия в цехах движущихся кран-балок, либо из-за необходимости периодической перепланировки при смене экспозиции (например, в торговых залах и т. д.).

Предлагаем для решения этой проблемы новый оригинальный приточно-вытяжной агрегат Noval для вентиляции и кондиционирования воздуха.

Агрегат Noval состоит из трех основных элементов (секций):

1-я секция — Air-injector — устройство воздушораспределения;

2-я секция — нагреватель либо охладитель;

3-я секция — приточный и вытяжной вентилятор с секцией воздушных фильтров и клапанов, рекуператора и др.

Агрегат Noval в своей полной комплектации устанавливается на кровле. Верхняя, 3-я секция, размещена открыто. Две остальные секции — нагреватель и воздушораспределитель — размещаются внутри помещения.

Каждая секция может иметь самостоятельное значение и применяться как в общей установке, так и отдельно.

Целесообразно рассмотреть роль и особенности каждой секции отдельно.

Air-injector — воздушораспределитель — основное устройство для организации подачи воздуха в помещении.

Выпускается три типа устройств — на 8, 6 и 3 м³/ч.

Обрабатываемая площадь пола — 24 x 24 м (т. е. 600 м²), высота установки — от 5 до 20 м от уровня пола — для максимальной производительности воздуха.

Air-injector устроен следующим образом. В корпусе смонтирован звукоотражающий диск — воздушораспределитель и закручиватель с вертикальными лопатками, которые снабжены электроприводом.

В одном из крайних положений лопаток (угол поворота 0°) воздух без закручивания направляется вертикальной струей вниз с максимальной дальностью.

В противоположном крайнем положении лопаток струя воздуха закручивается полностью и создается плоская горизонтальная струя.

В первом случае струя служит для отопления помещения зимой.

Горячая вертикальная компактная струя пробивает всю высоту помещения и в «рабочей зоне» распределяется равномерно по площади пола.

Управление приводом лопаток закручивателя может быть автоматическим либо вручную.

Такое решение дает возможность без воздуховодов и решеток обеспечить поддержание задан-

ных параметров воздуха в «рабочей» зоне помещения и подвижность воздуха в рабочей зоне 0,1–0,2 м/с.

При этом получается экономия в расходовании тепловой энергии по сравнению с обычной системой отопления и вентиляции, а также расходование электроэнергии на вентиляторе — отсутствие сети воздуховодов.

При обычной системе отопления теплый воздух собирается в верхней зоне помещения, градиент температур по высоте составляет около 1 °С на 1 м высоты. Так, в помещении высотой 10 м с температурой воздуха внизу 18 °С у потолка она составит около 28 °С и более. Это приводит к значительному увеличению теплотерь через кровлю, верхние фонари и верхнюю часть стен.

При раздаче воздуха компактной струей от Noval вниз градиент температур по высоте составляет около 0,1 °С на 1 м, то есть в тех же условиях под потолком помещения температура воздуха будет не более 19–20 °С.

Во втором случае решение целесообразно для подачи охлажденного воздуха в теплое помещение.

Холодный воздух широким фронтом под действием сил гравитации равномерно опускается вниз, обслуживая ту же рабочую зону.

Промежуточные положения лопаток закручивателя дают возможность регулировать температуру воздуха в рабочей зоне в зависимости от температуры приточного воздуха.

Air-injector может быть также самостоятельно установлен на воздуховоде, если есть необходимость создания климата в отдельных зонах помещения.

Во 2-й секции размещаются воздухонагреватель, воздухоохладитель, фильтр на рециркуляционном воздухе.

В 3-й секции агрегата размещаются приточный и вытяжной вентиляторы, клапаны воздушные, фильтр на наружном воздухе.

Все элементы агрегата обслуживаются с кровли.





**М. Соловьев,
Госэнергонадзор
Минэнерго России,
В. Нарбут,
ООО «Городской центр
экспертиз-энергетика»**

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: РОЛЬ ЭНЕРГОАУДИТА

С момента принятия в 1996 г. Федерального закона «Об энергосбережении» прошло восемь лет. Вносимые незначительные изменения и поправки не коснулись одного из основных его требований — проведения энергетических обследований (энергоаудита) предприятий, дающих представление об эффективности потребления топлива и энергоресурсов на конкретном предприятии. Времена, когда энергоаудиторам приходилось разъяснять цели и задачи энергоаудита, знакомить с тематической терминологией, прошли. Но и в настоящее время в ряде случаев встречается недобросовестное отношение к решению общенациональной проблемы энергосбережения в рамках конкретного производства. Решить эту проблему помогло бы введение механизма экономического стимулирования и административного воздействия на законодательном уровне.

Какое количество топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) расходуется неэффективно, по какой причине, где и как предотвратить эти потери? На все эти вопросы должны ответить энергоаудиторы — квалифицированные эксперты специализированных организаций. Они же должны помочь хозяйствующим субъектам решить проблему систематизированного учета и оптимизации потребления топлива и энергоресурсов, разработать программу энергосбережения и тем самым существенно снизить топливную составляющую себестоимости продукции и услуг, которые в ряде случаев могут достигать 50%.

В соответствии с законом обязательным энергетическим обследованиям подлежат все организации, потребляющие более 6 тыс. т у. т. или более 1 тыс. т моторного топлива, с периодичностью раз в пять лет. В организациях, потребляющих меньше ТЭР, обследова-

ования проводятся по решению органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, ответственных за координацию работ по эффективному использованию энергетических ресурсов.

Если еще несколько лет назад процент руководителей, «не подкованных» в вопросах энергосбережения и не знакомых с законодательной базой, составлял 70%, то сейчас их количество не превышает 10%.

Более щепетильно и требовательно стали подходить предприятия к выбору энергоаудиторов. Если раньше дочерние общества ОАО «Газпром» самостоятельно выбирали себе партнеров, то с этого года право выбора энергоаудиторов остается за Конкурсной комиссией Управления энергетикой «Газпрома». Разрабатывается порядок конкурсного отбора потенциальных подрядчиков в области энергосбережения при крупных холдингах, таких, как ОАО «НК «Роснефть», АК «Транснефть» и др.

Созданный в октябре 2003 г., согласно приказу РАО «ЕЭС России», Центр энергоэффективности строит свою работу также на принципах тщательного конкурсного отбора энергоаудиторов, полнейшей прозрачности и достоверности получаемых результатов.

С образованием РАО «Российские железные дороги» руководством АО поставлены задачи использования опыта МПС России в этом направлении на качественно новой основе (конкурсный отбор), высокопрофессионального выполнения работ, разработки и реализации приоритетных энергосберегающих мероприятий.

По статистике Госэнергонадзора Минэнерго России, в 2002 г. было проведено порядка 1300 энергетических обследований, в 2003-м — более 1700. Боль-

шая часть проверок проводилась впервые. Среди законопослушных предприятий — преимущественно дочерние общества ОАО «Газпром», РАО «ЕЭС России», крупные компании нефтегазовой отрасли и металлургии.

Почему энергоаудит дорогой? С этим вопросом энергоаудиторы сталкиваются довольно часто, хотя не повсеместно, как это было год-два назад. Процедура эта недешевая, но экономический эффект от внедрения рекомендованных специалистами энергосберегающих мероприятий несопоставим с затратами на само исследование.

Так, по расчетам ООО «Городской центр экспертиз-энергетика», согласованным с ФГУП «Новгородгосэнергонадзор», для одного электросетевого предприятия ОАО «Новгородэнерго» затраты на энергоаудит и реализацию энергосберегающих мероприятий окупаются за 8 месяцев, а потом дают экономию до 15 млн. руб. ежемесячно. В газовой отрасли окупаемость достигается за два-три года.

На стоимости энергетических обследований сказывается структурная сложность предприятия и, следовательно, объем работы. Энергоаудит предполагает всесторонний анализ эффективности потребления топлива и энергоресурсов по 80–90 параметрам (тепло- и электропотери в сетях, утечки воды, КПД котельных агрегатов и т. д.) и занимает 2–3 месяца на небольших предприятиях, 3–6 — на средних и до 12 месяцев на крупных. Чем современнее используемые средства диагностики, инструментального измерения, тем выше достоверность полученной информации. Например, стоимость тепловизора может превышать 20 тыс. долл. А при обработке данных энергоаудита используется дорогостоящее программное обеспечение. Кроме того, в экспертную группу привлекаются высококвалифицированные специалисты различного профиля: электрики, теплотехники, технологи, аналитики и т. д.

Достоверность диагностики — один из важнейших критериев эффективности энергетических обследований.

Большое значение имеет квалификация энергоаудиторов. Им приходится работать по материалам, предоставляемым службами предприятия за последние два полных отчетных года. Основная проблема, с которой сталкиваются эксперты, связана с отсутствием или недостоверностью информации о технологических режимах и особенностях работы промышленных установок и оборудования.

В практике «ГЦЭ-энерго» был случай, когда при составлении графика температуры окружающего воздуха района расположения исследуемого объекта данные предприятий местного гидрометеорологического центра и СНИПа различались на 5–7 °С. А как проверить устаревшую информацию? Все это сказывается на достоверности результатов проверки.

Большим минусом в раскрытии потенциала энергосбережения является также то, что у энергоаудиторов нет возможности отследить эффективность

проведения тех или иных мероприятий. Нередко при проведении повторного анализа приглашаются специалисты других организаций, которым для объективной оценки ситуации на крупном промышленном объекте требуется время.

За последние год-два широкое распространение получил экспресс-аудит. Он дешевле, ограничен по времени и либо заключается в оценке эффективности использования одного вида топлива, либо проводится выборочно на отдельных производственных участках. Однако для тех, кто проводит обследование впервые, — это не самый результативный вариант. Он не дает представления о структуре потребления ТЭР по предприятию в целом, что необходимо для качественной оценки энергопотребления и разработки программы энергосбережения.

Стимул — реакция. Сегодня можно констатировать, что Федеральный закон «Об энергосбережении» работает. Однако налицо также необходимость ускорения процесса его совершенствования, придания ему статуса закона прямого действия. Только введение экономических стимулов, применение мер административного воздействия помогут достичь более высоких показателей в энергосбережении.

Правительством Российской Федерации дано поручение Минэкономразвития России, Минэнерго России и другим федеральным органам исполнительной власти внести в 2004 г. на рассмотрение правительства законопроект «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об энергосбережении». Предлагаемые изменения и дополнения должны превратить энергосбережение в эффективную сферу бизнеса.

Необходимо повысить требования к предпроектной и проектной документации в отношении проектов по сооружению промышленных и непромышленных объектов (в том числе электростанций и котельных) в части контроля за рациональным проектным уровнем расхода энергетических ресурсов, в первую очередь газа.

Здесь небезынтересен опыт ОАО «Газпром». Еще в 2002 г. обществом принято решение об обязательном проведении предэксплуатационных энергетических обследований (постановление ОАО «Газпром» № 46 от 15 февраля 2002 г. «О предэксплуатационных обследованиях»).

Инициатива не обойдута стороной и участников энергоаудиторского рынка. В 2004 г. Госэнергонадзор Минэнерго России планирует сделать анализ деятельности энергоаудиторских организаций во всех отраслях экономики и принять на его основе решение о подтверждении (или лишении) аккредитации на право проведения энергоаудита. В ОАО «Газпром», РАО «ЕЭС России» и ряде других отраслевых компаний по инициативе Госэнергонадзора Минэнерго России также делается анализ деятельности энергоаудиторов за последние годы.



**В. Каргапольцев,
начальник лаборатории
теплоэнергоресурсов
Кировского центра
стандартизации
и метрологии**

О ПОВЕРКЕ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Вопросы добычи, передачи, распределения, потребления энергетических ресурсов непосредственно связаны с организацией их достоверного учета, основанного на применении технических средств измерений — электро-, водо-, тепло-, газосчетчиков, автоматизированных систем учета и регулирования энергопотребления. Существенная проблема, возникающая при создании и эксплуатации приборов и систем учета, — организация поверки применяемых средств измерений. 10–15 лет назад термин «поверка» был известен лишь узкому кругу специалистов крупных предприятий.

Удорожание энергоресурсов привело к широкомасштабному внедрению систем учета — от промышленных предприятий до магазинов, парикмахерских, аптек, а в ряде случаев и квартир. Владельцу малого предприятия или автомастерской термин «поверка» обычно незнаком и представляется в большинстве случаев как еще один способ узаконенного изъятия доходов в пользу государства. Широко распространено и другое толкование этого термина — опломбирование прибора для его дальнейшей «легализации». Цель предлагаемой статьи — ознакомление потребителей энергии и владельцев приборов с государственной системой, обеспечивающей достоверность учета энергоресурсов и включающей

в себя поверку средств измерений.

Поверкой средств измерений называют совокупность действий, выполняемых для определения погрешности средств измерений. Цель поверки — выяснить, соответствуют ли характеристики средства измерения (тепло-, водо-, электросчетчика) установленным в нормативных документах значениям и пригодно ли это средство измерения к применению по его прямому назначению.

Наиболее полное определение термина «поверка» приводится в документе Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (участники — Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Молдова, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина). Название документа — «РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. МЕТРОЛОГИЯ. Основные термины и определения». Формулировка такова: «Поверка средств измерений — установление органом государственной метрологической службы (или другим уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерения к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям».

Примечания.

1. Поверке подвергают средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору.

2. При поверке используют эталон. Поверку проводят специально обученные специалисты, аттестованные в качестве поверителей органами Государственной метрологической службы в соответствии с обязательными требованиями, установленными нормативными документами по поверке.

3. Результаты поверки средств измерений, признанных годными к применению, оформляют выдчей свидетельства о поверке, нанесением поверительного клейма или иными способами, установленными нормативными документами по поверке.

4. Другими официально уполномоченными органами, которым может быть предоставлено право проведения поверки, являются аккредитованные метрологические службы юридических лиц. Аккредитация на право поверки средств измерений проводится уполномоченным на то государственным органом управления.

Итак, цель поверки — обеспечение единства измерений. Критерий, по которому определяется годность прибора, погрешность прибора, не должны выходить за установленные границы, установленные нормативными документами.

В 1993 г. был принят Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Деятельность по обеспечению единств измерений была разделена на две сферы: сфера государственного регулирования и сфера добровольной метрологической деятельности. Указанным законом поверка отнесена к государственному метрологическому контролю и надзору.

В развитие Закона «Об обеспечении единства измерений» Госстандартом РФ разработаны и утверждены следующие нормативные документы:

- ПР 50.2.006-94. Порядок проведения поверки средств измерений;

- ПР 50.2.014-96. Правила проведения аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений;

- ПР 50.2.012-94. Порядок аттестации поверителей средств измерений;

- ПР 50.2.007-01. Поверительные клейма.

Что подлежит поверке. В соответствии с методическими указаниями Госстандарта РФ МИ 2273-93 «Области использования средств измерений, подлежащих поверке»: СИ, под-

лежащие государственному метрологическому контролю и надзору, подвергаются поверке при выпуске из производства, ремонта, ввозе по импорту и эксплуатации. Государственный метрологический контроль и надзор с целью проверки соблюдения метрологических правил и норм в соответствии с ст.13 Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» распространяются:

- на торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом, в том числе на операции с применением игровых автоматов и устройств;

- все виды торговой деятельности по определению стоимости товара при помощи измерений.

Ориентировочный перечень: длина, площадь, объем, масса, время, температура, давление, тепловая и электрическая энергия, расход и теплотворная способность жидкостей или газов, плотность или удельный вес.

Примеры СИ, подлежащих поверке: приборы для статических измерений объемов жидкостей и газов (градуированные сосуды, поршневые дозирующие насосы, мерники, пружины, автоцистерны); приборы для динамических измерений объемов жидкостей (счетчики, измерительные комплексы, оборудованные счетчиками); счетчики электрической энергии и мощности, объема и расхода жидкостей и газов; счетчики жидкостей и газов, счетчики тепловой энергии.

Поверке также подлежат средства измерений, используемые в качестве дополнительных измерительных устройств для целей, определенных выше (например, средства измерений объема, давления, температуры, времени, плотности, электрического напряжения, тока, применяемые в качестве первичных датчиков), если они оказывают непосредственное влияние на результаты основного средства измерения.

Эталоны органов Государственной метрологической службы (далее — региональных центров стандартизации, метрологии и сертификации), а также средства измерения, ими не поверяемые, подвергаются поверке государственными научными метрологическими центрами (метрологическими институтами Госстандарта РФ).

Конкретные перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляют юридические и физические лица — владельцы средств измерений. Эти перечни предприятия направ-



ляют в региональные ЦСМ. Центры стандартизации, метрологии и сертификации в процессе осуществления государственного надзора за соблюдением метрологических правил и норм контролируют правильность составления перечней средств измерений, подлежащих поверке.

Виды поверки. В соответствии с Правилами по метрологии ПР 50.2.006-94. «Порядок проведения поверки средств измерений» средства измерений могут быть подвергнуты первичной, периодической, внеочередной и инспекционной поверкам.

Первичной поверке подлежат средства измерения утвержденных типов при выпуске из производства и ремонта, при ввозе по импорту, а также, как правило, каждый экземпляр. В обоснованных случаях допускается выборочная поверка. Первичной поверке могут не подвергаться средства измерения при ввозе по импорту на основании заключенных международных соглашений о признании результатов поверки, произведенной в зарубежных странах. Первичную поверку центры стандартизации и метрологии могут производить на контрольно-поверочных пунктах, организуемых юридическими лицами, выпускающими и ремонтирующими средства измерения. Такая практика получила широкое распространение. Результаты первичной поверки действительны в течение межповерочного интервала.

Периодической поверке через определенные межповерочные интервалы подлежит каждый экземпляр, находящийся в эксплуатации или на хранении. Средства измерения, находящиеся на длительном хранении, периодической поверке могут не подвергаться. Пользователь должен представить на поверку средства измерения: расконсервированными, с техническим описанием, инструкцией по эксплуатации, методикой поверки, паспортом

или свидетельством о последней поверке и необходимыми комплектующими устройствами.

Первый межповерочный интервал устанавливается при утверждении типа средства измерения. Органы Государственной метрологической службы и юридические лица обязаны вести учет результатов периодических поверок. По его результатам Центром стандартизации и метрологии по согласованию с метрологической службой юридического лица межповерочный интервал может корректироваться с учетом специфики применения. В случае разногласий в данном вопросе заключение на основании исследований дают государственные научные метрологические центры.

На основании решения главного метролога или руководителя юридического лица с соответствующей записью в эксплуатационных документах периодическую поверку средств измерений, имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых для меньшего числа диапазонов, допускается производить только по требованиям нормативных документов по поверке, определяющей пригодность для используемых диапазонов измерений. Такое допущение возможно для средств измерений, поступающих на поверку из эксплуатации, когда известны используемые диапазоны измерений. Поверка средств измерений при выпуске из производства должна проводиться по всем диапазонам измерений, так как заранее не известны пользователь и потенциальная область применения. Периодическая поверка может производиться на территории пользователя, Центра стандартизации и метрологии или юридического лица, аккредитованного на право поверки. Место поверки выбирает пользователь исходя из экономических факторов и возможности транспортировки поверяемых средств измерений и эталонов.

Внеочередная поверка производится во время эксплуатации (хранении) средств измерений

- при повреждении поверительного клейма;
- в случае утраты свидетельства о поверке;
- вводе в эксплуатацию средства измерения после длительного хранения (более одного межповерочного интервала);
- проведении повторной юстировки или настройки;
- при известном или предполагаемом

ударном воздействии на средство измерения или неудовлетворительной его работе.

Инспекционная поверка производится при Государственном метрологическом надзоре для выявления пригодности к применению средства измерения в присутствии представителя проверяемого юридического или физического лица. Результаты инспекционной поверки отражаются в акте проверки. Инспекционную поверку можно производить не в полном объеме, предусмотренном методикой поверки.

Поверка в рамках метрологической экспертизы, производимой по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда и федеральных органов исполнительной власти, проводится по их письменному требованию. По результатам поверки составляется заключение, которое утверждает руководитель Центра стандартизации и метрологии, и направляется его заявителю.

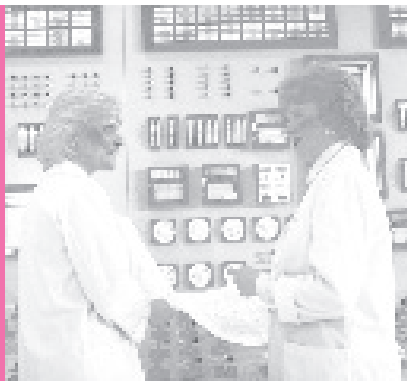
Кто может проводить поверку? Поверка проводится органами Государственной метрологической службы. По решению Госстандарта России, право поверки средств измерений может быть предоставлено аккредитованным метрологическим службам юридических лиц, аккредитованных согласно правилам по метрологии ПР 50.2.014-96. Правила проведения аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений. Деятельность этих метрологических служб осуществляется в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами Госстандарта РФ. Поверка проводится физическими лицами, аттестованными в качестве поверителей средств измерений согласно правилам по метрологии ПР 50.2.012-94. Порядок аттестации поверителей средств измерений.

Порядок проведения поверки. Поверка средств измерений производится в соответствии с нормативными документами, утвержденными по результатам испытаний для целей утверждения типа. Если средство измерения по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него или техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.007-01. Поверительные клейма или выдается свидетельство о поверке. Если средство измерения по результатам поверки признано непригодным к применению, оттиск поверительного клейма гасит-

ся, свидетельство о поверке аннулируется, владельцу выдается извещение о непригодности или делается соответствующая запись в технической документации. Поверительные клейма, подтверждающие или аннулирующие результаты поверки, применяют только сотрудники Государственной метрологической службы, государственных научно-метрологических центров или метрологической службы юридического лица, аккредитованной на право поверки, аттестованные в качестве поверителей средств измерений. Ответственность за ненадлежащее выполнение поверочных работ и несоблюдение требований соответствующих нормативных документов несет орган Государственной метрологической службы или юридическое лицо, метрологической службой которого выполнены поверочные работы.

Организация проведения поверки. Юридические и физические лица, выпускающие средства измерения из производства, ремонта, ввозящие и использующие их в целях эксплуатации, проката или продажи, обязаны представлять их на поверку согласно графикам поверки, составляемым владельцами. Графики поверки направляются в орган Государственной метрологической службы, на обслуживаемой территории которого находятся владельцы средств измерений. Органы Государственной метрологической службы осуществляют поверку на основании графиков. Графики могут быть скорректированы в зависимости от изменения номенклатуры и количества средств измерений. Порядок рассмотрения и согласования устанавливает руководитель органа Государственной метрологической службы. При согласовании проверяют полноту информации о представляемых на поверку средствах измерения, уточняют место, сроки, объем поверки. В течение 10 дней с момента поступления графиков поверки средств измерений орган Государственной метрологической службы проводит их рассмотрение. Доставку средств измерений на поверку обеспечивают их владельцы. Средства измерения под расписку сдаются на поверку в органы Государственной метрологической службы, которые несут ответственность за их сохранность.

Таким образом, поверка средств измерений энергоресурсов представляет собой законодательно обоснованную процедуру, входящую в единую государственную систему государственного метрологического контроля и надзора за применением средств измерений.



**А. Пшеницын,
ЗАО «Энергокомплект-
Пермь»**

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПАРОВЫМ УТИЛИЗАЦИОННЫМ КОТЛОМ

На каждом предприятии целлюлозно-бумажной промышленности образуется большое количество кородревесных отходов. Зачастую эти отходы никак не используются и складировются прямо на территории предприятия под открытым небом. Кородревесные отходы можно использовать в качестве топлива для паровых котлов и таким образом решать сразу несколько задач: снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, экономить дорогостоящие мазут и уголь, получить дополнительные объемы пара для производства. Следует отметить, что кородревесные отходы — это топливо низкого качества, так как они имеют высокую влажность и загрязненность. Поэтому эффективно сжигать их можно только в котлах, оснащенных топкой «кипящего слоя». Для котлов данного типа предъявляются жесткие требования к точности поддержания заданного режима горения. Эти требования могут быть успешно выполнены только в том случае, если на котле установлена автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП).

ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является паровой котел № 2 утилизационной котельной Краснокамского целлюлозно-бумажного комбината. Реконструированный котлоагрегат ДКВр-20-13 с топкой «кипящего слоя» способен сжигать около 10 тонн кородревесных отходов в час. Проектное качество этих отходов: влажность до 57%, измельчение до

фракции размером не более 50 мм. Котлоагрегат вырабатывает перегретый пар в количестве 20 тонн в час. При этом за счет установки пароперегревателя обеспечиваются следующие параметры пара: давление 10 кг/см², температура 300 °С. При влажности отходов выше 60% для поддержания процесса горения необходима «подсветка» мазутом в количестве 0,14 тонн в час.

Измельченные кородревесные отходы подаются в топку котла из бункера. Количество сжигаемых отходов можно регулировать, изменяя скорость перемещения подвижного дна бункера. Отходы попадают на поверхность «кипящего слоя» который образуется из частиц кварцевого песка. Частицы песка поддерживаются во взвешенном состоянии воздухом, нагнетающимся через воздухораспределительную решетку, расположенную внизу топки. При необходимости можно добавлять песок в топку подачей из соответствующего бункера через шлюзовую питатель. Сжигание отходов происходит в несколько стадий: неполное сжигание в «кипящем слое», дожигание продуктов газификации в топочном объеме котла за счет вторичного и третичного дутья. При дожигании обеспечивается максимально полное сгорание горючих фракций отходов, оставшиеся негорючие фракции оседают вниз и удаляются из зоны горения скребковым транспортером. В качестве топлива может использоваться также мазут (как правило, это происходит на переходных режимах работы). Газы, образовавшиеся в результате сгорания топлива,

удаляются из топки дымососом. Попутно они проходят через воздухоподогреватель, экономайзер и батарейный циклон очистки.

Вода из отделения химводоподготовки поступает через экономайзер в барабан котла. Там она превращается в пар, после чего он поступает в пароперегреватель, где приобретает требуемые характеристики. После этого пар подается потребителю.

Воздух, необходимый для сжигания топлива, подается в топку котлоагрегата дутьевым вентилятором. Подогретый в воздухоподогревателе до 260–270 °С дутьевой воздух поступает в топку по трем основным воздуховодам: на вентилятор горячего дутья, мазутные горелки, сопла вторичного дутья. Соотношение топливо/воздух регулируется степенью открытия шиберов на подводящем воздуховоде.

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

АСУ ТП котлоагрегата выполняет следующие функции:

- сбор и отображение информации;
- дистанционное управление;
- автоматическое регулирование;
- диагностирование состояния оборудования;
- организация предупредительной и аварийной сигнализации;
- протоколирование и документирование;
- архивирование информации.

Система имеет трехуровневую структуру (рис. 1).

Нижний уровень включает в себя датчики, первичные преобразователи, исполнительные механизмы. Средний уровень представляет собой управляющий контроллер с платами ввода-вывода и другим вспомогательным оборудованием. Верхний уровень состоит из операторских станций. Нижний и средний уровни обмениваются информацией посредством унифицированных сигналов. Взаимодействие среднего и верхнего уровней осуществляется через сеть Ethernet.

Контроллер управляет исполнительными механизмами и считывает текущие значения входных сигналов. Текущие значения параметров передаются контроллером на одну из операторских станций, где они архивируются. На эту же станцию контроллер отправляет сообщения для записи в журналы. Вся логика по сбору данных с датчиков и управлению исполнительными механизмами реализована в контроллере, поэтому система сохраняет работоспособность при отказе или отключении любой операторской станции.

Взаимодействие персонала с системой осуществляется через операторские станции, одна из которых располагается в том же помещении, где установлен шкаф с контроллером, а две остальные — в других помещениях, занимаемых на-

чальником котельной и инженером АСУ ТП.

Во время работы над интерфейсом системы управления было принято решение отказаться от использования позиционирующих устройств типа мышь или трекбол по причине сильной запыленности операторского помещения, что приводило к их быстрому выходу из строя. Все основные действия оператор может выполнять, используя минимум легко запоминающихся комбинаций нажатий клавиш. Как правило, действия оператора заключаются в вызове на экран нужной мнемосхемы, перемещении по ее элементам, выборе необходимых элементов (кнопки, поля ввода-вывода, клапаны) и работе с ними (рис. 2).

Мнемосхемы могут содержать фоновый рисунок с набором элементов, журнал событий, полосу отображения трендов и архивных данных. При выборе регулирующего клапана выводится панель регулятора (рис. 3), на которой отображаются текущее положение исполнительного механизма (ИМ), значение параметра, задание и другая информация. Оператор имеет возможность вводить новое задание, менять режим работы регулятора, напрямую управлять положением клапана. При выборе отсечного клапана выводится панель с двумя кнопками, нажимая на которые, оператор может открывать или закрывать клапан. Предусмотрена цветовая индикация положения клапана (красный — открыто, зеленый — закрыто, серый — клапан обесточен). Все действия пользователя передаются по сети в контроллер, где выполняются соответствующие алгоритмы.

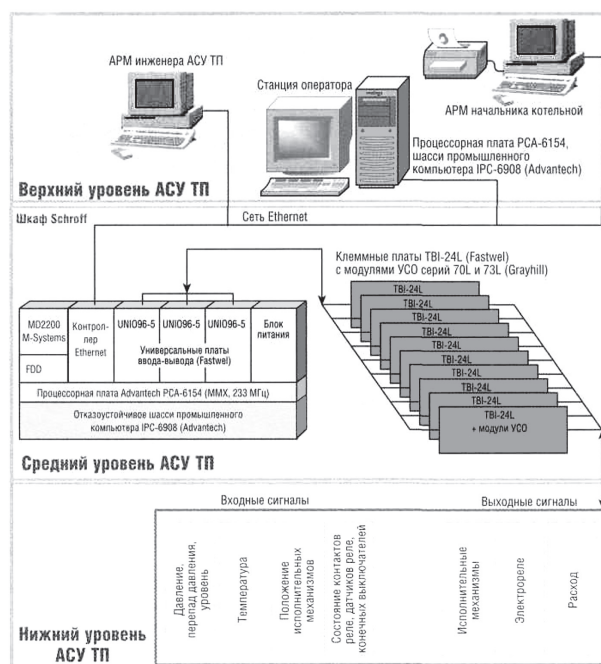


Рис. 1. Схема АСУ ТП парового утилизационного котла

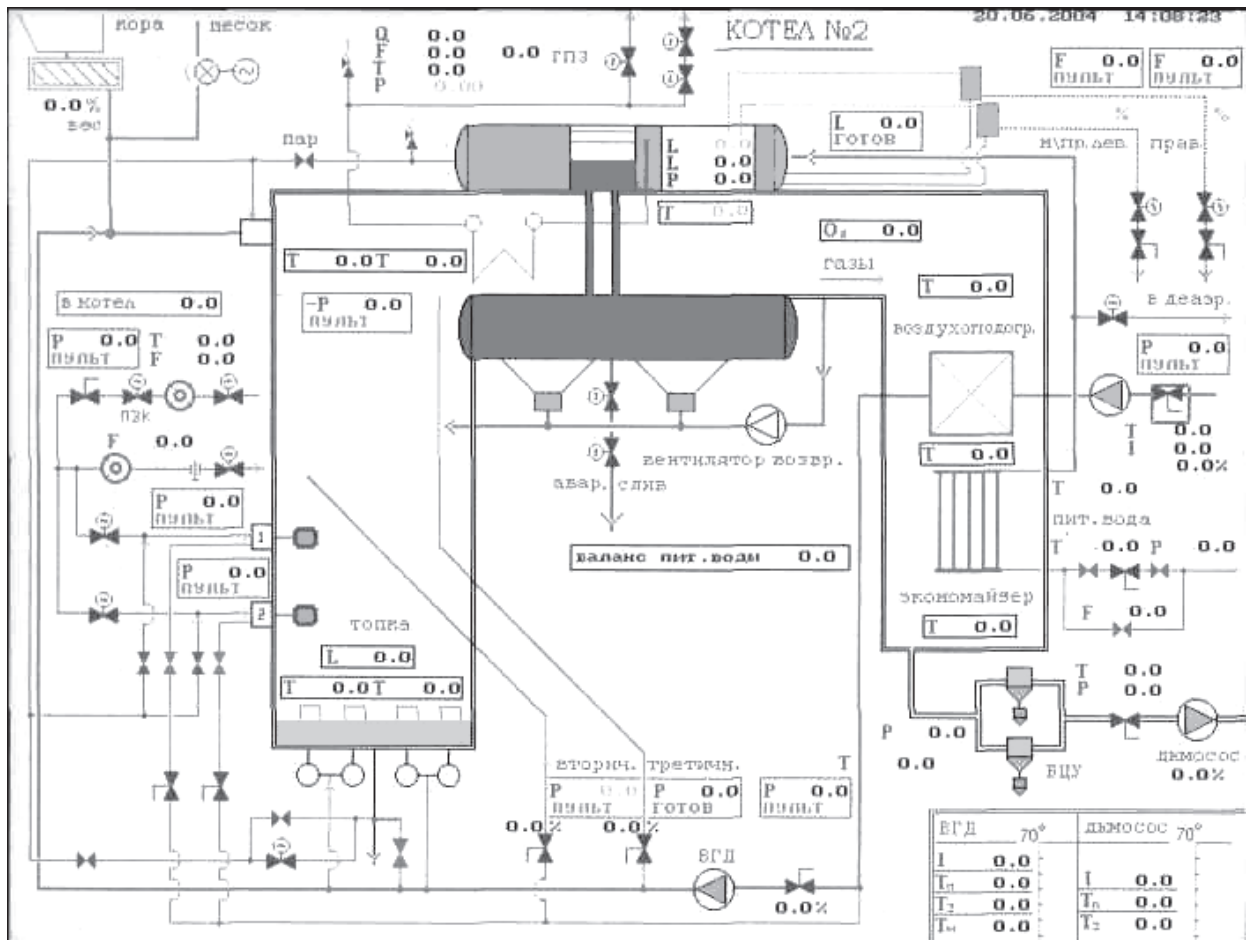


Рис. 2. Главная мнемосхема

Протоколирование истории технологического процесса и архивирование производятся на операторской станции. Сохраняется информация о 60 аналоговых параметрах с шагом 15 секунд за период 40 дней. Оператор может просматривать архивные тренды, пользуясь удобными функциями поиска и масштабирования. Журналы событий также хранятся на операторской станции, допустимое количество сообщений в журнале ограничено только объемом свободной памяти на диске, скорость работы с журналом не зависит от количества сообщений в нем. Если журнал переполнен, то при записи в него новых сообщений самые старые сообщения будут стираться, так что объем журнала не превысит определенной предварительно заданной величины. В случае записи в журнал некоторых сообщений (например о выходе важного параметра за регламентные границы) включается звуковая сигнализация. Оператору предоставляются удобные средства просмотра журналов, квитирования поступающих сообщений, поиска

сообщений по дате и времени. Как с журналами, так и с архивами можно работать на всех операторских станциях.

В системе предусмотрена возможность формирования отчетов за смену и сутки на любую дату в пределах времени архивирования. В отчете отображаются графики нужных параметров в сжатом виде и суммарные значения некоторых параметров за указанный период. В частности, в одном из отчетов выводятся графики давления и температуры пара, удельного расхода мазута и пара, а также рассчитанные величины важных технико-экономических показателей: общей выработки пара, расхода мазута, выработки тепла за смену.

Подсистема доступа по паролю позволяет назначать каждому пользователю свой уровень полномочий. Например, пользователь с уровнем полномочий «гость» может только просматривать мнемосхемы, с уровнем «оператор» — управлять задвижками и контурами, а с уровнем «технолог» — менять коэффициенты и технологические уставки. Все действия оператора записываются в журналы сообще-

ний, что дает возможность полностью восстановить картину произошедшего в случае возникновения внештатных ситуаций.

Одной из отличительных особенностей описываемой АСУ ТП является то, что корректировка алгоритмов управления, добавление параметров, изменение мнемосхем могут осуществляться в процессе функционирования системы и не требуют останова котла.

В АСУ ТП котла реализованы контуры регулирования:

- уровня воды в барабане котла;
- расхода содержащей высокую концентрацию солей воды, которая выводится из барабана котла справа («расход непрерывной продувки справа»);
- расхода содержащей высокую концентрацию солей воды, которая выводится из барабана котла слева («расход непрерывной продувки слева»);
- давления воздуха после дутьевого вентилятора;
- давления воздуха после вентилятора горячего дутья;
- давления вторичного воздуха;
- давления третичного воздуха;
- давления нагнетаемого воздуха в трубопроводе перед первой мазутной горелкой;
- давления нагнетаемого воздуха в трубопроводе перед второй мазутной горелкой;
- разрежения в топке котла;
- давления мазута в трубопроводе перед горелкой;
- скорости подачи коры в котел;
- уровня воды в деаэраторах.

Оператору предоставляется возможность удаленно управлять 13 электрифицированными задвижками на мазутных и паровых линиях.

В верхней части топки котла установлена видеокамера, закрытая огнеупорным стеклом. Изображение с этой видеокамеры передается на монитор, который находится на рабочем месте оператора. Объектив камеры направлен в нижнюю часть топки, что позволяет оператору наблюдать за процессом горения в «кипящем слое». На основе этой информации персонал может точнее настроить режим горения и приблизить его к оптимальному.

Настройка режима горения проводится с учетом соотношения топливо/воздух в топке котла. При этом персонал сверяется с показаниями газоанализатора, который смонтирован на выходе из топки и измеряет процент кислорода в отходящих дымовых газах. Оператор подбирает соотношение топливо/воздух таким образом, чтобы значение этого параметра соответствовало значению, указанному в режимной карте котла.

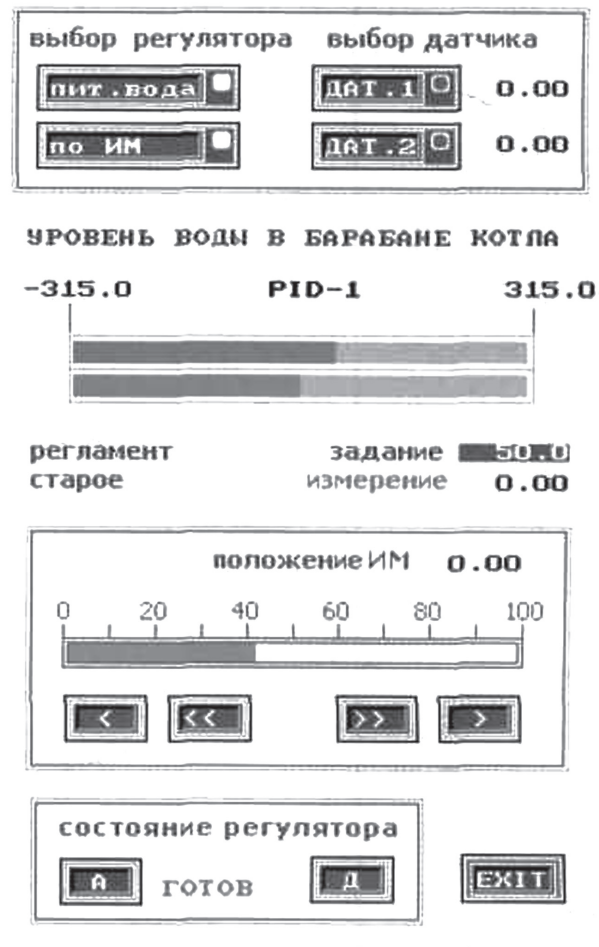


Рис. 3. Панель регулятора

Всего в системе задействовано 82 аналоговых входа, 6 аналоговых выходов, 52 дискретных выхода и 68 дискретных входов. Задачи, выполняющиеся в контроллере, работают с базой, которая содержит 70 расчетных параметров и коэффициентов.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Эксплуатация системы управления котлом в течение полугода показала высокую степень надежности работы всего аппаратно-программного комплекса, несмотря на сильную запыленность воздуха в месте размещения оборудования. Качество регулирования технологических параметров поддерживается на высоком уровне. Операторы отмечают легкость освоения интерфейса и удобство работы с системой. По отзывам персонала, обслуживать данную АСУ ТП, построенную на современной аппаратно-технической базе, проще, чем средства локальной автоматизации, которые использовались на котле до его реконструкции.



ПРАВИЛА РАБОТЫ С ПЕРСОНАЛОМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Введение

1.1. Настоящие Правила разработаны с учетом социальной значимости отрасли «Электроэнергетика», потенциальной опасности ее оборудования и устройств для обслуживающего персонала, на основании и в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. В них учтены требования существующих норм, правил, государственных стандартов и других нормативных документов.

1.2. Настоящие Правила являются руководящим документом для персонала предприятий, организаций и учреждений (далее — организаций) независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности, осуществляющих проектирование, эксплуатацию, ремонт, наладку, испытание, организацию и контроль работы оборудования, зданий и сооружений, входящих в состав электроэнергетического производства, а также выполняющих другие виды работ в условиях действующего электроэнергетического объекта.

Правилами могут руководствоваться и любые другие организации, имеющие в своем составе электро- и теплотехнический персонал. Применение настоящих Правил в организации должно определяться приказом или распоряжением.

1.3. При организации работы с персоналом согласно Федеральному закону «Об основах охраны труда в Российской Федерации» надлежит исходить из принципа государственной политики о признании и обеспечении приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности.

1.4. В Правилах изложены требования к формам и содержанию деятельности организаций по обеспечению и постоянному контролю готовности работников к выполнению возложенных на них функций, а также непрерывному повышению их квалификации.

1.5. Требования настоящих Правил должны содержаться в инструкциях и положениях,

а также в организационно-распорядительных документах, действующих в электроэнергетических организациях.

2. Термины и определения

2.1. «Руководитель организации» — лицо, осуществляющее прямое управление организацией независимо от форм собственности (далее в тексте Правил — руководитель организации), имеющее право без доверенности осуществлять действия от имени организации, представлять ее интересы в любых инстанциях, включая и судебные.

Собственник имущества организации, осуществляющий непосредственное прямое управление своей организацией, относится к категории «руководитель организации».

2.2. «Руководящие работники организации» — лица, назначенные в установленном порядке в качестве заместителей руководителя организации, с определенными административными функциями и направлениями работы (главный инженер, вице-президент, технический директор, заместитель директора и др.).

2.3. «Структурное подразделение организации» (в тексте Правил сокращенно — «структурное подразделение») — учрежденный организацией орган управления частью организации с самостоятельными функциями, задачами и ответственностью.

2.4. «Руководитель структурного подразделения» — лицо, заключившее трудовой договор (контракт) с руководителем организации или назначенное им для управления деятельностью структурного подразделения (начальник, мастер, заведующий и т.п.), и его заместители.

2.5. «Управленческий персонал и специалисты» — категория работников, обеспечивающая административное и технологическое сопровождение деятельности организации.

2.6. «Оперативный персонал» — категория работников, непосредственно воздействующих на органы управления энергоустановок и осуществляющих управление и обслуживание энергоустановок в смене.

2.7. «Оперативные руководители» — категория работников из числа оперативного персонала, осуществляющих оперативное руководство в смене работой закрепленных за ними объектов (энергосистема, электрические станции, сети, объект) и подчиненным ему персоналом.

2.8. «Оперативно-ремонтный персонал» — категория работников из числа ремонтного персонала с правом непосредственного воздействия на органы управления технологического оборудования.

2.9. «Ремонтный персонал» — категория работников, связанных с техническим обслуживанием, ремонтом, наладкой и испытанием энергоустановок.

2.10. «Вспомогательный персонал» — категория работников вспомогательных профессий, выполняющих работу в зоне действующих энергоустановок.

2.11. «Другие специалисты, служащие и рабочие» — категория работников, не находящихся в зоне действующих энергоустановок и не связанных с их обслуживанием.

2.12. «Энергетическая установка» — комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенный для производства или преобразования, передачи, накопления, распределения или потребления энергии.

2.13. «Рабочее место» — место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности.

2.14. «Работа с персоналом» — форма производственной деятельности организации, обеспечивающая поддержание необходимого профессионального образовательного уровня персонала для выполнения им производственных функций, определенной работы или группы работ.

2.15. «Стажировка» — практическое освоение непосредственно на рабочем месте навыков выполнения работы или группы работ, приобретенных при профессиональной подготовке.

2.16. «Дублирование» — управление энергоустановкой или выполнение других функций на рабочем месте, исполняемых под наблюдением лица, ответственного за подготовку дублера.

2.17. «Специальная подготовка» — форма поддержания квалификации работника путем его систематической тренировки в управлении производственными процессами на учебно-тренировочных средствах, формирования его знаний, умений и навыков, проработки организационно-распорядительных документов и разборки технологических нарушений, пожаров и случаев производственного травматизма.

2.18. «Повышение квалификации» — одна из форм дополнительного повышения образовательного уровня персонала, осуществляемая путем систематического самообразова-

ния, проведения производственно-экономической учебы, краткосрочного и длительного периодического обучения в соответствующих образовательных учреждениях.

2.19. «Пожарно-технический минимум» — необходимый минимальный объем знаний работника по пожарной безопасности с учетом особенностей технологического процесса производства, средств и методов борьбы с пожарами.

3. Обязанности и ответственность

3.1. Руководитель организации обязан организовать работу с персоналом согласно действующему законодательству и настоящим Правилам.

3.2. Права, обязанности и ответственность руководящих работников организации, руководителей структурных подразделений по выполнению норм и правил, установленных соответствующими государственными органами, в том числе по работе с персоналом, определяются распорядительными документами.

3.3. Другие категории персонала, включая и рабочих, осуществляют свои права, обязанности и несут ответственность в соответствии с должностными и производственными инструкциями и инструкциями по охране труда согласно действующему законодательству.

3.4. Работа с персоналом в каждой организации должна осуществляться на принципах единоначалия.

Ответственность за работу с персоналом несет руководитель организации или должностное лицо из числа руководящих работников организации, которому руководитель организации передает эту функцию и права.

В случае передачи руководителем организации своих прав и функций по работе с персоналом должностному лицу из числа руководящих работников все решения, которые принимаются согласно настоящим Правилам, может принимать это должностное лицо.

3.5. Контроль за выполнением требований настоящих Правил осуществляют органы Государственного энергетического надзора.

4. Общие положения

4.1. Работа с персоналом является одним из основных направлений в деятельности организации и ее структурных подразделений.

4.2. В работе с персоналом должны учитываться особенности рабочего места, слож-

ность и значение обслуживаемого оборудования и профессиональная подготовка работника.

4.3. Первичная и периодическая проверка знаний собственником норм и правил по охране труда, правил технической эксплуатации (далее — ПТЭ), правил пожарной безопасности (далее — ППБ) и других норм и правил осуществляется в порядке, установленном настоящими Правилами и органами Государственного надзора, в случаях, если он принимает на себя прямое руководство и проведение работ непосредственно на рабочих местах и производственных участках.

4.4. Проверка знаний вновь назначенных руководителей, руководящих работников и специалистов проводится не позднее одного месяца после назначения на должность.

При этом проверка знаний норм и правил по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил вновь назначенных руководителей холдингов, генеральных директоров (директоров), главных инженеров, заместителей генеральных директоров (директоров) организаций по производству и передаче энергии, а также периодическая проверка знаний указанных категорий лиц, принимающих на себя прямое руководство и проведение работ непосредственно на рабочих местах и производственных участках, проводится в комиссии Минтопэнерго России.

4.5. Обязательные формы работы с различными категориями работников:

4.5.1. С руководящими работниками организации:

- вводный инструктаж по безопасности труда;

- проверка знаний органами Госэнергонадзора правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил;

- профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.5.2. С руководителем структурного подразделения:

- вводный и целевой инструктаж по безопасности труда;

- проверка знаний органами Госэнергонадзора правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.5.3. С управленческим персоналом и специалистами:

– вводный и целевой инструктаж по безопасности труда;

– проверка знаний правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации и других государственных норм и правил;

– пожарно-технический минимум;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.5.4. С оперативными руководителями, оперативным и оперативно-ремонтным персоналом:

– вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по безопасности труда, а также инструктаж по пожарной безопасности;

– подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка);

– проверка знаний правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил;

– дублирование;

– специальная подготовка;

– контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.5.5. С ремонтным персоналом:

– вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по безопасности труда, а также инструктаж по пожарной безопасности;

– подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка);

– проверка знаний правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.5.6. Со вспомогательным персоналом:

– вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктаж по безопасности труда;

– проверка знаний правил, норм по охране труда;

– пожарно-технический минимум;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.5.7. С другими специалистами, служащими и рабочими:

– вводный и целевой инструктажи по безопасности труда;

– пожарно-технический минимум;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

4.6. При заключении договора с руководящими работниками организаций, руководителями структурных подразделений, лицами из числа управленческого персонала и специалистами руководитель организации должен ознакомить эту категорию работников:

– с состоянием условий труда и производственной обстановкой на вверенном ему участке работы организации;

– с состоянием средств защиты рабочих от воздействия опасных и вредных производственных факторов;

– с производственным травматизмом и профзаболеваемостью;

– с необходимыми мероприятиями по охране труда, а также с руководящими материалами и должностными обязанностями по охране труда.

4.7. Работа с лицами, совмещающими профессии (должности), ведется в полном объеме по их основной и совмещаемой профессии (должности).

4.8. Лица, обслуживающие объекты или выполняющие работы, подконтрольные органам Государственного надзора и другим ведомствам, проходят обучение, аттестацию, проверку знаний и стажировку в соответствии с требованием правил, утвержденных этими органами.

4.9. Руководитель организации в соответствии с законодательством обязан организовать проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников организации, занятых на работах с вредными веществами, опасными и неблагоприятными производственными факторами.

Перечень вредных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры, и порядок их проведения определяются нормативными актами соответствующих федеральных органов.

4.10. Руководитель организации в соответствии с законодательством не должен допускать к выполнению трудовых обязанностей работников, не прошедших обучение, инструктаж, стажировку, проверку знаний охраны труда, обязательных медицинских осмотров, а также в случае медицинских противопоказаний.

4.11. Подготовка специалистов и рабочих для строящихся, расширяемых, реконструируемых и технических перевооружаемых объектов должна осуществляться с опережением сроков ввода этих объектов. При определении продолжительности подготовки должны учитываться теоретическое и практическое обучение (в том числе стажировка на действующих энергоустановках), участие в пусконаладочных работах вводимого оборудования объекта.

5. Организационные требования

5.1. В каждой организации в соответствии с законодательством и настоящими Правилами должен быть разработан порядок проведения работы с персоналом, согласован с органами Госэнергонадзора и утвержден руководителем организации. При необходимости он должен быть согласован также с другими органами государственного надзора и контроля, правила и нормы которых распространяются на организации электроэнергетики.

5.2. Для обеспечения требуемого профессионального образовательного уровня в каждой организации должны функционировать специализированные образовательные учреждения (учебно-курсовой комбинат, центр (пункт) тренажерной подготовки и др.).

Объекты для подготовки персонала должны быть оборудованы полигонами, учебными классами, мастерскими, лабораториями, оснащены техническими средствами обучения и тренажа, укомплектованы кадрами и иметь возможность привлекать к преподаванию высококвалифицированных специалистов.

5.3. В каждой организации должна быть создана техническая библиотека, а также обеспечена возможность персоналу пользоваться учебниками, учебными пособиями и другой технической литературой, относящейся к профилю деятельности организации, а также нормативно-техническими документами.

5.4. В каждой организации должны быть созданы в соответствии с типовым положением кабинет по технике безопасности и технический кабинет.

5.5. В малочисленных организациях, где

создание материально-технической учебно-производственной базы затруднено, допускается проводить работу по повышению профессионального образовательного уровня персонала по договору с другой энергетической организацией, располагающей такой базой.

6. Подготовка по новой должности

6.1. К подготовке по новой должности допускаются лица с профессиональным образованием, а по управлению энергоустановками также и с соответствующим опытом работы.

6.2. Лица, не имеющие соответствующего профессионального образования или опыта работы, как вновь принятые, так и переводимые на новую должность, должны пройти обучение по действующей в отрасли форме обучения.

6.3. Подготовка персонала по новой должности проводится по планам и программам, утверждаемым руководителем организации.

В зависимости от категории персонала в программах обучения должны учитываться требования, изложенные в разделе 4 Правил, а также органов Государственного надзора.

6.4. Программа подготовки оперативных руководителей должна предусматривать их стажировку, проверку знаний (далее — проверку), дублирование, кратковременную самостоятельную работу на рабочих местах объектов, в том числе:

- дежурного диспетчера Единой электроэнергетической системы (далее — ЕЭС) и объединенной электроэнергетической системы (далее — ОЭС);

- стажировку на рабочих местах начальников смен тепловой электрической станции (далее — ТЭС), атомной электрической станции (далее — АЭС), гидравлической электрической станции (далее — ГЭС) и диспетчера энергосистемы;

- дежурного диспетчера энергосистемы — стажировку в должности начальника смены ТЭС, АЭС, ГЭС, дежурных диспетчеров предприятия электрических сетей (далее — ПЭС), предприятия тепловых сетей (далее — ПТС), подстанции высшего класса напряжения для данной энергосистемы;

- дежурного диспетчера ПЭС — стажировку, проверку и дублирование в должности дежурного базовой подстанции, диспетчера района электрических сетей (далее — РЭС) и в одной из оперативно-выездных бригад (далее — ОВБ);

– дежурного диспетчера РЭС — стажировку, проверку и дублирование в должности дежурного базовой подстанции. Если в РЭС нет подстанции с постоянным дежурным персоналом, стажировку, проверку и дублирование в ОВБ;

– дежурного диспетчера ПТС — стажировку в должности начальника смены (дежурного) подчиненного теплоисточника и самостоятельную работу в должности дежурного инженера (дежурного) одного из районов теплосети;

– дежурного инженера района теплосети — самостоятельную работу по профессии дежурного оператора щита управления и стажировку в должности старшего оперативного лица аварийно-восстановительной службы;

– начальника смены электростанции — самостоятельную работу в должности начальника смены электрического цеха; стажировку, проверку и дублирование в должности начальника смены тепловых цехов (котельного, турбинного или котлотурбинного), а также стажировку в должности начальника смен остальных технологических цехов;

– начальника смены электрического цеха — самостоятельную работу на рабочих местах старшего электромонтера по обслуживанию электрооборудования электростанции и электромонтера главного щита управления электростанции;

– начальника смены котельного цеха электростанции — самостоятельную работу на рабочем месте машиниста котла; стажировку, проверку и дублирование по профессии машиниста (старшего машиниста) котельного оборудования;

– начальника смены турбинного цеха электростанции — самостоятельную работу на рабочем месте машиниста паровых турбин; стажировку, проверку и дублирование по профессии машиниста (старшего машиниста) паровых турбин или машиниста (старшего машиниста) котельного оборудования;

– начальника смены котлотурбинного цеха электростанции с поперечными связями — самостоятельную работу на рабочем месте машиниста центрального щита управления котлами и паровыми турбинами; стажировку, проверку и дублирование по профессии старших машинистов котельного оборудования, турбинного отделения или котлотурбинного цеха;

– начальника смены котлотурбинного цеха блочной электростанции — самостоятельную работу на рабочем месте машиниста блочной системы управления агрегатами (котлом, турбиной); стажировку, проверку и дублирование

по профессии старшего машиниста энергоблоков;

– начальника смены топливно-транспортного цеха — стажировку, проверку и дублирование по профессии машиниста вагоноопрокидывателя, дежурного щита управления и моториста автоматизированной топливоподдачи (машиниста топливоподдачи);

– начальника смены цеха тепловой автоматики — стажировку на рабочем месте машиниста паровых турбин, машиниста котлов, машиниста энергоблока и самостоятельную работу на одном из рабочих мест по профессии электрослесаря по обслуживанию автоматики и средств измерения электростанции;

– начальника смены химического цеха — самостоятельную работу на рабочем месте лаборанта экспресс-лаборатории; стажировку, проверку и дублирование по профессии аппаратчика водоподготовительной установки электростанции и стажировку на рабочих местах начальников смен котельных и турбинных цехов или котлотурбинного цеха.

Начальники смен тепловых цехов в зависимости от объема выполняемых работ по обслуживанию электрооборудования электростанций проходят стажировку, проверку знаний и дублирование на рабочем месте электромонтера (старшего электромонтера) с присвоением группы по электробезопасности.

6.5. Подготовка перечисленных оперативных работников проводится по индивидуальным программам.

Необходимость и длительность каждого этапа подготовки устанавливается в зависимости от уровня профессионального образования, технических знаний, стажа практической работы по смежным должностям, занимаемой должности перед допуском к подготовке по новой должности и с учетом технической сложности объекта.

Примечание. Наименование должностей оперативных руководителей и профессий (здесь и далее) даны согласно существующей структуре управления в электроэнергетике по состоянию на 01.01.2000. В случае изменения собственником наименований перечисленных должностей должны применяться указанные требования по аналогии.

7. Стажировка

7.1. Стажировка проводится под руководством ответственного обучающего лица для ка-

тегории персонала, указанной в разделе 4 Правил.

7.2. Стажировка осуществляется по программам, разработанным для каждой должности и рабочего места и утвержденным в установленном порядке. Продолжительность стажировки должна быть 2—14 смен.

Примечание. Руководитель организации или подразделения может освободить от стажировки работника, имеющего стаж по специальности не менее 3 лет, переходящего из одного цеха в другой, если характер его работы и тип оборудования, на котором он работал ранее, не меняются.

7.3. Допуск к стажировке оформляется распорядительным документом (приказом, указанием) руководителя организации или структурного подразделения. В документе указываются календарные сроки стажировки и фамилии лиц, ответственных за ее проведение.

7.4. Продолжительность стажировки устанавливается индивидуально в зависимости от уровня профессионального образования, опыта работы, профессии (должности) обучаемого.

7.5. В процессе стажировки работник должен:

- усвоить ПТЭ, правила техники безопасности (далее — ПТБ), ППБ и их практическое применение на рабочем месте;
- изучить схемы, производственные инструкции и инструкции по охране труда, знание которых обязательно для работы в данной должности (профессии);
- отработать четкое ориентирование на своем рабочем месте;
- приобрести необходимые практические навыки в выполнении производственных операций;
- изучить приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования.

8. Проверка знаний норм и правил

8.1. К работам по проектированию, эксплуатации, ремонту, реконструкции, наладке, испытанию оборудования, зданий и сооружений, входящих в состав энергетических установок, а также к контролю за их состоянием допускаются лица, прошедшие обучение и проверку знаний соответствующих отраслевых норм и правил, органов государственного над-

зора и других ведомств, правила и нормы которых распространяются на электроэнергетику.

8.2. Порядок обучения и проверки знаний персонала определяет руководитель организации с учетом требований настоящих Правил.

8.3. Проверке знаний подлежат:

- руководящие работники организаций и руководители структурных подразделений, управленческий персонал и специалисты;
- рабочие, к профессиям и работам которых предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности.

Примечание. По другим профессиям и видам работ обучение и проверка знаний у рабочих осуществляются согласно ГОСТ 12.0.004-90 «Организация обучения безопасности труда. Общие положения»;

– преподаватели образовательных учреждений, ведущие подготовку персонала для обслуживания энергетических объектов;

– собственники имущества или их уполномоченные на право хозяйственного ведения, связанные с организацией, руководством и проведением работы непосредственно на рабочих местах и производственных участках.

8.4. Проверка знаний и допуск к самостоятельной работе работников органов Госэнергонадзора, а также лиц, осуществляющих свою деятельность на объектах, подконтрольных Госэнергонадзору, производятся в соответствии с требованиями Госэнергонадзора.

8.5. Проверка знаний работников подразделяется на первичную и периодическую (очередную и внеочередную).

Первичная проверка знаний проводится у работников, впервые поступивших на работу, связанную с обслуживанием энергоустановок, или при перерыве в проверке знаний более трех лет.

Очередная проверка знаний всех категорий работников проводится не реже чем один раз в три года.

При этом:

– оперативных руководителей, руководителей оперативно-ремонтного персонала, административно-технического персонала, непосредственно организующего работы в электроустановках или имеющего право ведения оперативных переговоров, а также специалистов, выполняющих наладочные работы, профилактические испытания, проверка знаний осуществляются не реже чем один раз в год;

– рабочих, указанных в пункте 8.3, не реже чем один раз в год.

8.6. Внеочередная проверка знаний проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

- при введении в действие в организации новых или переработанных норм и правил;
- при установке нового оборудования, реконструкции или изменении главных электрических и технологических схем (необходимость внеочередной проверки в этом случае определяет руководитель организации);
- при назначении или переводе на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний норм и правил;
- при нарушении работниками требований нормативных актов по охране труда;
- по требованию органов Государственного надзора, Федеральной инспекции труда;
- по заключению комиссий, расследовавших несчастные случаи с людьми или нарушения в работе энергетического объекта;
- при перерыве в работе в данной должности более 6 месяцев.

Объем знаний для внеочередной проверки и дату ее проведения определяет руководитель организации с учетом требований настоящих Правил.

Внеочередная проверка, проводимая по требованию органов Государственного надзора и контроля, а также после происшедших аварий, инцидентов и несчастных случаев, не отменяет сроков очередной проверки по графику.

В случае внесения изменений и дополнений в действующие правила внеочередная проверка не проводится, а они доводятся до сведения работников с оформлением в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

8.7. Для каждой должности (профессии) руководитель организации должен определить объем проверки знаний правил и норм.

При определении объема знаний следует учитывать должностные обязанности и характер производственной деятельности работника по соответствующей должности (профессии), а также требования тех нормативных документов, обеспечение и соблюдение которых входит в его служебные обязанности.

Объем знаний по технике безопасности для всех категорий рабочих определяется инструкцией по охране труда.

8.8. Проверка знаний в организации должна осуществляться по утвержденным календарным графикам.

Работники, подлежащие проверке знаний, должны быть ознакомлены с графиком.

Экземпляр утвержденного графика представляется в соответствующие органы Государственного энергетического надзора.

8.9. Перед очередной (внеочередной) проверкой знаний работников должна проводиться предэкзаменационная подготовка (семинары, лекции, консультации и другие учебные мероприятия) в соответствии с программами, утвержденными руководителем организации.

Подготовка может проводиться в специализированных образовательных учреждениях (учебных центрах, институтах повышения квалификации) или в организации по месту работы.

8.10. Для проверки знаний руководитель организации должен назначить постоянно действующую комиссию организации в составе не менее пяти человек. Председателем комиссии назначается, как правило, главный технический руководитель организации.

Члены комиссии должны пройти проверку знаний в комиссии вышестоящих хозяйственных органов или в комиссии органов Государственного энергетического надзора.

8.11. Допускается проверка знаний отдельных членов комиссии на месте при условии, что председатель и не менее двух членов комиссии прошли проверку знаний согласно п. 8.10.

8.12. В структурных подразделениях руководителем организации могут создаваться комиссии по проверке знаний работников структурных подразделений.

Члены комиссий структурных подразделений должны пройти проверку знаний норм и правил в постоянно действующей комиссии организации.

8.13. При проведении процедуры проверки знаний должно присутствовать не менее трех членов комиссии.

8.14. Проверка знаний работников организаций, численность которых не позволяет образовать комиссии по проверке знаний, должна проводиться в комиссиях органов Государственного энергетического надзора.

8.15. Контроль за организацией работы по обучению и проверке знаний осуществляется органами Государственного надзора и контроля.

Представители органов Государственного надзора и контроля могут принимать участие в работе комиссий по проверке знаний всех уровней.

Участие государственного инспектора по энергетическому надзору в работе комиссии при проверке знаний у директоров, главных ин-

женеров, инженеров по охране труда электростанций, котельных, предприятий и районов электрических и тепловых сетей — обязательно.

При этом проверка знаний у перечисленных категорий работников, а также внеочередная проверка знаний любого работника, связанная с нарушением им требований норм и правил, аварией, инцидентом в работе энергоустановок или несчастным случаем, может проводиться в комиссии управления Государственного энергетического надзора в субъекте Российской Федерации.

8.16. Проверка знаний каждого работника должна проводиться индивидуально.

Программы предэкзаменационной подготовки, вопросы для проверки знаний утверждаются председателем комиссии и согласовываются с органами государственного надзора и контроля, участвующими в проверке знаний.

Проверяемый должен быть предварительно ознакомлен с перечнем вопросов, по которым будут проверяться его знания.

Знания и квалификация проверяемых оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

По результатам проверки правил устройства электроустановок (далее — ПУЭ), ПТЭ, ПТБ, ППБ и других нормативно-технических документов (далее — НТД) работникам, обслуживающим электроустановки, а также руководящим работникам организации и руководителям структурных подразделений устанавливается группа по электробезопасности.

Если проверяемый не дал правильного ответа на большинство вопросов хотя бы одного из членов комиссии, общая оценка устанавливается «неудовлетворительно».

Уровень положительной («удовлетворительно» и выше) оценки по проверяемым правилам устанавливается решением большинства членов комиссии.

8.17. Допускается использование контрольно-обучающих машин на базе персональных электронно — вычислительных машин (далее — ПЭВМ) для проверки знаний норм и правил. Разработанная программа при этом должна обеспечить возможность использования ее в режиме обучения.

В случае использования ПЭВМ и получения неудовлетворительной оценки в протоколе автоэкзаменатора экзаменационная комиссия задает дополнительные вопросы. Окончательная оценка устанавливается по результатам опроса комиссии с учетом требования п.

8.16 Правил.

8.18. Результаты проверки знаний работника должны оформляться протоколом (Приложение 1), который регистрируется в специальном журнале (Приложение 2), и вносятся в его удостоверение (Приложение 3).

Порядок хранения протоколов и журнала определяет руководитель организации.

В протоколе должна стоять подпись экзаменуемого.

8.19. Лицо, получившее неудовлетворительную оценку по результатам проверки знаний, обязано в срок не позднее одного месяца пройти повторную проверку знаний.

Вопрос о возможности сохранения трудового договора с работником, не сдавшим экзамен во второй раз, решается руководителем организации в установленном законодательством порядке.

9. Дублирование

9.1. Дублирование проходят категории персонала, указанные в п. 4.5.4 Правил, после их первичной проверки знаний, длительного перерыва в работе или в других случаях по усмотрению руководителя организации или структурного подразделения.

9.2. Допуск к дублированию оформляется распорядительным документом руководителя организации или структурного подразделения.

В этом документе указываются срок дублирования и лицо, ответственное за подготовку дублера.

О допусках к дублированию оперативных руководителей должны быть уведомлены соответствующие оперативные службы, а также организации, с которыми ведутся оперативные переговоры.

За все действия дублера на рабочем месте отвечает в равной мере как основной работник, так и дублер.

9.3. Дублирование должно осуществляться по программам, утверждаемым руководителем организации.

9.4. Минимальная продолжительность дублирования после проверки знаний должна составлять:

– для оперативных руководителей, старших машинистов и машинистов котлов, турбин, энергоблоков, гидроагрегатов и цехов; машинистов-обходчиков по котельному и турбинному оборудованию; электромонтеров по обслуживанию электрооборудования электростанций, электромонтеров главного щита уп-

равления электростанций; электрослесарей по обслуживанию автоматики и средств измерений электростанций — не менее 12 рабочих смен;

– для других профессий — от 2 до 12 рабочих смен.

Продолжительность дублирования конкретного работника устанавливается решением комиссии по проверке знаний в зависимости от его уровня профессиональной подготовки, стажа и опыта оперативной работы.

9.5. В период дублирования, после проверки знаний, работник должен принять участие в контрольных противоаварийных и противопожарных тренировках с оценкой результатов и оформлением в соответствующих журналах.

Количество тренировок и их тематика определяются программой подготовки дублера.

9.6. Если за время дублирования работник не приобрел достаточных производственных навыков или получил неудовлетворительную оценку по противоаварийной тренировке, допускаются продление его дублирования, но не более основной продолжительности, и дополнительное проведение контрольных противоаварийных тренировок. Продление дублирования оформляется распорядительным документом руководителя организации.

9.7. Если в период дублирования будет установлена профессиональная непригодность работника к данной деятельности, он снимается с подготовки. Вопрос о его дальнейшей работе решается руководителем организации в соответствии с законодательством.

10. Допуск к самостоятельной работе

10.1. Вновь принятые работники или имевшие перерыв в работе более 6 месяцев в зависимости от категории персонала получают право на самостоятельную работу после прохождения необходимых инструктажей по безопасности труда, обучения (стажировки) и проверки знаний, дублирования в объеме требований настоящих Правил.

10.2. Лица, допускаемые к работам, связанным с опасными, вредными и неблагоприятными производственными факторами, не должны иметь медицинских противопоказаний для выполнения этих работ.

10.3. Допуск к самостоятельной работе оформляется распорядительным документом руководителя организации или структурного подразделения.

О допуске к самостоятельной работе оперативного руководителя должны быть уведомлены соответствующие оперативные службы и смежные организации, с которыми ведутся оперативные переговоры.

10.4. Действие допуска к самостоятельной работе лиц, для которых проверка знаний обязательна, сохраняется до срока очередной проверки и может быть прервано решением руководителя организации, структурного подразделения или органов Государственного надзора при нарушении этими лицами норм и правил, которые они должны соблюдать согласно служебным обязанностям.

10.5. Работники, обслуживающие оборудование и объекты, подконтрольные органам Госгортехнадзора России, допускаются к самостоятельной работе после обучения, аттестации и проверки знаний в соответствии с требованиями правил этих органов.

10.6. Работники подразделений по обслуживанию железнодорожных подъездных путей, связанных с организацией движения поездов и маневровой работой на путях Министерства путей сообщения Российской Федерации (далее — МПС) или принимающих на свои пути подвижной состав МПС станций примыкания, перед допуском к самостоятельной работе должны пройти также проверку знаний в комиссиях МПС в соответствии с Уставом железных дорог.

10.7. При перерыве в работе от 30 дней до 6 месяцев форму подготовки персонала для допуска к самостоятельной работе определяет руководитель организации или структурного подразделения с учетом уровня профессиональной подготовки работника, его опыта работы, служебных обязанностей и др. При этом в любых случаях должен быть проведен внеплановый инструктаж по безопасности труда.

10.8. Перед допуском персонала, имевшего длительный перерыв в работе, независимо от проводимых форм подготовки, он должен быть ознакомлен:

- с изменениями в оборудовании, схемах и режимах работы энергоустановок;
- с изменениями в инструкциях;
- с вновь введенными в действие нормативно-техническими документами;
- с новыми приказами, техническими распоряжениями и другими материалами по данной должности.

10.9. При длительном простое оборудования (консервации и др.) либо изменении условий его работы порядок допуска персонала к

его управлению определяет руководитель организации.

10.10. Персонал ремонтных, наладочных и других специализированных организаций проходит подготовку, проверку знаний норм и правил и получает право самостоятельной работы в своих организациях.

10.11. Организации, которые командируют персонал на энергетические объекты, несут ответственность за соответствие квалификации, знаний и выполнение этим персоналом ПТБ, ПТЭ, ППБ, производственных инструкций и других НТД в установленном объеме на этих объектах.

11. Инструктажи по безопасности труда

11.1. В зависимости от категории работников (раздел 4 Правил) в организациях должны в соответствии с законодательством проводиться инструктажи по безопасности труда.

11.2. Инструктажи подразделяют: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

11.3. Вводный инструктаж

11.3.1. Вводный инструктаж по безопасности труда проводят со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

11.3.2. Вводный инструктаж в организации проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом руководителя организации возложены эти обязанности.

11.3.3. Вводный инструктаж должен проводиться по программам, разработанным в организации с учетом требований системы стандартов безопасности труда (далее — ССБТ), норм, правил и инструкций по охране труда, а также особенностей производства и утвержденным руководителем организации.

Примерный перечень вопросов для составления программ вводного инструктажа приведен в Приложении 4.

11.3.4. Вводный инструктаж должен проводиться в кабинете по технике безопасности с использованием технических средств обучения и наглядных пособий (плакатов, натуральных экспонатов, макетов, моделей, кинофильмов, диафильмов, видеофильмов и т.п.).

11.3.5. О проведении вводного инструктажа должна быть сделана запись в журнале

вводного инструктажа (Приложение 5) с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу.

11.4. Первичный инструктаж на рабочем месте

11.4.1. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится со всеми вновь принятыми в организацию, переводимыми из одного структурного подразделения в другое, командированными, временными работниками, студентами и учащимися, прибывшими в организацию для производственного обучения или прохождения практики, а также с работниками, выполняющими новую для них работу, и со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующего объекта.

11.4.2. С лицами, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж на рабочем месте не проводится.

Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждается руководителем организации.

11.4.3. Первичный инструктаж на рабочем месте должен проводиться по программам, разработанным и утвержденным руководителем структурного подразделения (при отсутствии структурного подразделения — руководителем организации) с учетом требований ССБТ, норм, правил и инструкций по охране труда, производственных инструкций и другой технической документации. Программа должна быть согласована с инженером по охране труда (службой по охране труда).

Примерный перечень основных вопросов первичного инструктажа приводится в Приложении 6.

11.4.4. Первичный инструктаж на рабочем месте должен проводиться с каждым работником индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда.

11.5. Повторный инструктаж

11.5.1. Повторный инструктаж проходят все работающие, за исключением лиц, указанных в п. 11.4.2, независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы не реже одного раза в 6 месяцев.

В целях повышения качества инструктажа и более полного усвоения работниками норм и

правил безопасности допускается сокращение периодичности повторного инструктажа до одного месяца с проведением его по отдельным темам полной программы при условии, что каждая тема и полный объем инструктажа будут повторяться не реже одного раза в шесть месяцев.

11.5.2. Повторный инструктаж проходят индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование, и в пределах общего рабочего места.

11.6. Внеплановый инструктаж

11.6.1. Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении новых или переработанных норм и правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;

- при изменении технологического процесса, замене и модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

- при нарушении работником требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;

- при перерывах в работе более 30 дней;

- по требованию органов Государственного надзора.

11.6.2. Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяются в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших его проведение.

11.7. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый инструктажи проводит непосредственный руководитель работника (старший мастер, мастер, начальник смены и др.).

11.8. Первичный инструктаж одиночных дежурных на труднодоступных и отдаленных участках организации в исключительных случаях допускается проводить по телефону. Перечень таких рабочих мест утверждается руководителем организации.

11.9. О проведении первичного инструктажа на рабочем месте, повторного и внепланового инструктажей делается запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина, вызвавшая его проведение.

Форма журнала указывается в Приложе-

нии 7. Журналы хранятся у лиц, ответственных за проведение инструктажей, и сдаются в архив через год после их полного заполнения.

11.10. Целевой инструктаж

11.10.1. Целевой инструктаж проводят:

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне территории организации, цеха и т.п.);

- при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий, катастроф;

- при производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, дается устное или письменное распоряжение;

- при проведении экскурсии в организации.

11.10.2. Целевой инструктаж проводит:

- лицо, выдающее задание на производство работ руководителю работ (лицу, которому непосредственно выдается задание);

- допускающий и производитель работ для членов бригады непосредственно на рабочем месте.

11.10.3. Проведение целевого инструктажа оформляется в наряде-допуске, оперативном журнале или другой документации, разрешающей производство работ. Допускается фиксировать проведение целевого инструктажа средствами звукозаписи.

Форма записи в документах может быть произвольной, но должны быть указаны должность и фамилия инструктирующего.

При проведении инструктажа по телефону или радио записи должны быть оформлены в соответствующих документах инструктирующего и инструктируемого.

11.11. Инструктажи на рабочем месте завершаются проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы. Знание проверяет работник, проводивший инструктаж.

11.12. Лица, показавшие неудовлетворительные знания, к самостоятельной работе не допускаются и обязаны вновь пройти инструктаж.

11.13. При проведении инструктажей по безопасности труда допускается совмещать инструктажи по пожарной безопасности.

Продолжение следует



СТУПЕНИ ПОЗНАНИЯ — СТУПЕНИ ДОБРА. ШКОЛА «СТУПЕНИ»

Мир детства — радостный и сказочный мир простодушного беззаботного счастья и мечты! Все мы пришли во взрослую жизнь из этого яркого и прекрасного мира, и воспоминания о нем греют наши души всегда и везде.

Но мир детства — это еще и школа, где мы, «несмышленные птенцы», получаем свои первые знания, которые помогают нам понять и полюбить окружающий нас мир. И как же повезло тем из нас, для кого школа была не просто чередой уроков, учебников, экзаменов, а осталась в памяти добрым другом, светлым «очагом знаний» нашего мира детства.

Уютный, укрытый пышными кронами высоких деревьев двухэтажный особняк в одном из районов на юго-западе Москвы. Здесь расположена частная общеобразовательная школа «Ступени», школа, в которой мир детства нашел свое истинное пристанище.

Учитель — это друг и наставник, который ведет своего ученика по ступеням знаний все выше и выше — к сверкающей звезде познания мира, добра и красоты. Таков главный принцип педагогической работы в школе «Ступени», где и дети, и педагоги, и сотрудники — одна большая дружная семья.

В школе обучаются с 1-го по 11-й класс и живут около ста детей. Да, да, живут, потому что они проводят здесь весь день — с утра до вечера. Система полупансиона позволяет обеспечивать

учащихся трехразовым питанием, блюда готовят собственные повара, в меню обязательно входят свежие овощи и фрукты. Более того, дети с ослабленным здоровьем получают питание в соответствии с рекомендациями врачей.

Двадцать водителей доставляют учащихся в школу и из школы на легковых автомобилях «от подъезда к подъезду».

Педагогическая и воспитательная работа в школе «Ступени» организована по принципу «камерности», поэтому в каждом классе не более 12 учащихся. Это позволяет учителю обеспечивать индивидуальный подход в процессе обучения, определять нагрузку и задания с учетом уровня знаний и возможностей ученика. Все классы школы оснащены современным оборудованием: компьютерами, лингафонной и проекционной аппаратурой. С 1-го класса дети осваивают работу на компьютере, что является безусловным преимуществом в наш «компьютерный век».

Базой учебного процесса в школе «Ступени» является классический вариант школьной программы, но дополнительно проводятся занятия по экономике, банковскому делу, юриспруденции и гражданскому праву. С 3-го класса дети имеют возможность изучать второй иностранный язык (немецкий или французский), кроме основного английского.

Опытные учителя-наставники, большинство из которых имеют не менее 10 лет педагогическо-

го стажа, периодически проводят бинарные занятия, объединяющие в одном уроке несколько областей знаний (история, иностранный язык, литература, музыка), что позволяет ученикам глубже освоить предметы, осознать живую связь событий и явлений прошлого и настоящего.

В рамках научно-исследовательского направления педагогического процесса дети с раннего возраста ведут самостоятельные проекты, пишут рефераты по различной научной тематике. Многие исследовательские и творческие работы учащихся школы «Ступени» неоднократно получали награды и дипломы различных форумов, выставок и конкурсов для школьников. Применение столь прогрессивных методов обучения, безусловно, способствует развитию интеллекта и индивидуальности детей, поэтому не удивительно, что все выпускники школы становятся студентами престижных вузов Москвы.

Воспитание гармоничной личности — основная цель работы коллектива школы. Этому способствуют занятия по этике поведения, культуре общения, общая дружеская атмосфера, царящая в школе. Отношения между детьми и их отношения с взрослыми построены здесь на взаимном уважении. Так, в школе нет курящих учителей и поэтому нет и курящих учеников.

После занятий ученики выполняют домашние задания под руководством педагогов-консультантов, всегда готовых ответить на сложные вопросы и объяснить непонятное. Остальное время до вечера дети занимаются в различных творческих кружках и спортивных секциях, посещают бассейн



в Олимпийской деревне или играют в теннис на собственном школьном крытом корте.

Основателем, руководителем-организатором, доброй хозяйкой и душой школы «Ступени» является ее директор — **Валентина Васильевна Шустик, учитель «от бога», профессор педагогики и социальных наук.**

Именно благодаря целеустремленности, упорному трудолюбию, энтузиазму и неиссякаемому оптимизму этой обаятельной женщины появилась в Москве 12 лет назад частная школа «Ступени» — дом, где живет детство. Талант педагога-организатора позволил Валентине Васильевне создать коллектив педагогов и сотрудников, которые являются лучшими друзьями и помощниками для своих учеников.

«Ученик и учитель едины. Ученик — зеркало, отражение работы учителя, — считает Валентина Васильевна. — Знать и любить каждого из своих учеников — это залог успешного воспитания и образования».

Школа «Ступени» растет и развивается — в планах строительство третьего и четвертого этажей здания, благоустройство школьного сада и много других задумок. Так пожелаем дружной семье школы «Ступени» и ее директору Валентине Васильевне Шустик и дальше подниматься по ступеням совершенства и процветать на благо наших детей, на благо прекрасного мира детства!

Владимир Шишкин

119361, Москва, ул. М. Поливановой, 12-А
 тел./факс: 430-26-79
 info@stupeni.com
 www.stupeni.com

ЖУРНАЛ
«ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК»
 № 8/2004

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

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

Главный редактор
 С.А. Леонов
 Выпускающий редактор
 Н.А. Пунтус
 Верстка
 А.Я. Богданов
 Корректор
 А.Г. Свиридова

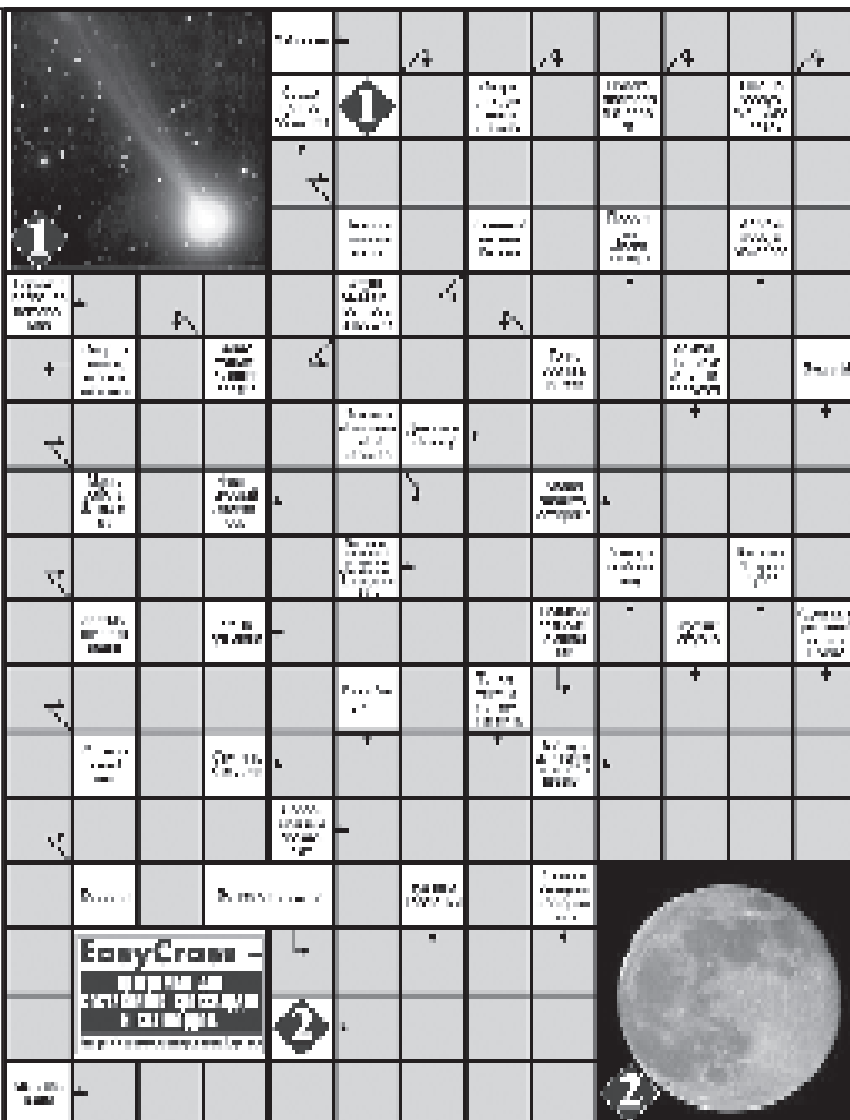
Журнал
 на II полугодие 2004 года
 распространяется через
 каталоги:
 Агентство «Роспечать»,
 ООО «Межрегиональное
 Агентство Подписки» (МАП).

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
 ПАРТНЕРСТВО
 ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
 «ПРОСВЕЩЕНИЕ»**

Тел.: (095) 925-93-50, 131-73-95.
 Адрес: 119602, Москва, а/я 602.
 Email: glavenergo@mail.ru

Подписано в печать 06.08.04
 Формат 60x88/8, Бумага
 офсетная, усл. печ. л. 10
 Печать офсетная
 Тираж экз.
 Заказ №

При подготовке материалов данного номера были использованы материалы изданий: журнала «Современные технологии автоматизации», «Газета Стройка», Григорьев В.И., Киреева Э.А., Миронов В.А., Чохонелидзе А.Н., Электроснабжение и электрооборудование цехов. М.: Энергоатомиздат, 2003., REGIONS.RU, РИА ТЭК, «Интерфакс», «Самарское обозрение» www.mte.gov.ru, www.bashkirenergo.ru, www.belgorodenergo.ru, www.businesspress.ru, www.altmih.narod.ru, www.rusenergy.com, www.energotrade.ru.



Ответы на кроссворд в № 7 /04

По горизонтали: 2. Юла. 5. Станция. 8. Прилежность. 12. Термы. 13. Ложки. 15. «Алеко». 19. Кусто. 22. Парад. 24. «Арктика». 26. Часы. 27. Веер. 28. Неле. 29. Мина. 30. Самосуд. 31. Склад. 32. Валет. 34. Панно. 37. Конка. 38. Топор. 41. Банальность. 42. Красота. 44. Пол.

По вертикали: 1. План. 3. Утиль. 4. Бирон. 6. Прима. 7. Отбор. 9. Желе. 10. Реставратор. 11. Экзаменатор. 14. Бутылка. 16. Лакомка. 17. Книксен. 18. Дармоед. 20. Марсо. 21. Панда. 23. Бал. 25. Аня. 33. Вклад. 35. Ноль. 36. Кость. 39. Тавро. 40. Гость. 43. Слон (специальный лагерь особого назначения).