

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОВОСТИ ЭНЕРGETИКИ</b>	<b>3</b>
<b>ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА</b>	<b>10</b>
Успех любой ремонтной компании во многом зависит от наличия документации на ремонтируемое оборудование	10
<b>РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ</b>	<b>13</b>
Что предлагают отечественные производители трансформаторов	13
<b>ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО</b>	<b>18</b>
Сухие трансформаторы. Надежность и безопасность	18
Системы когенерации на базе газопоршневых установок FG Wilson	22
Автоматические выключатели, выпускаемые для электроустановок жилых зданий	26
Особенности оценки эксплуатационного состояния заземляющих устройств энергетических и промышленных предприятий	37
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>42</b>
Актуальные вопросы эффективного резервного топлива	42
Тепло для малого цеха	46
Инновационная технология отопления — тепловые гидродинамические насосы	49
Вода живая и мертвая	52
<b>ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>55</b>
Децентрализация воздухообеспечения как ключ к снижению затрат на теплоснабжение и вентиляцию	55
Дышите глубже — идеально чистый компрессор	58
<b>ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>60</b>
Методика испытания изоляции электрооборудования	60

ЖУРНАЛ  
**«ГЛАВНЫЙ  
ЭНЕРГЕТИК» №1**

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

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

**Редакционная коллегия**

**В.В. Жуков** – д.т.н., профессор, чл.-корр. Академии электротехнических наук РФ, директор Института электроэнергетики

**Э.А. Киреева** – к.т.н., профессор Института повышения квалификации «Нефтехим»

**М.Ш. Мисриханов** – д.т.н., профессор, ген. директор «ФСК. Межсистемные электрические сети Центральной России»

**В.А. Старшинов** – д.т.н., профессор, зав. кафедрой электрических станций, МЭИ

**Н.Д. Торопцев** – д.т.н., профессор кафедры электроснабжения Карачаево-Черкесской государственной технологической академии

**А.Г. Харитон** – д.т.н., профессор, ректор Международной Академии информатизации

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

Главный редактор

**С.А. Леонов**

Выпускающий редактор

**Н.А. Пунтус**

Верстка

**А.М. Коломейцев**

Корректор

**О.С. Волкова**

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

Почтовый адрес редакции:

107031, Москва, а/я 49,

ИД «ПАНОРАМА»

Тел.: (495) 625-93-50, 131-73-95

E-mail: [glavenergo@mail.ru](mailto:glavenergo@mail.ru)

<http://glavenergo.promtransizdat.ru>



Подписано в печать 28.12.2007  
Формат 60x88/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 13. Заказ №

# ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК №1/2008



<b>ОБМЕН ОПЫТОМ</b>	<b>69</b>
Использование ГТУ на базе двигателя Д-30 при реконструкции энергетических хозяйств промышленных предприятий	69
<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ</b>	<b>77</b>
Экономическая целесообразность автономного энергоснабжения от газопоршневой мини-ТЭС	77
<b>ВЫСТАВКИ</b>	<b>79</b>
«Электрические сети России—2007»	79
<b>СПРАВОЧНИК ЭНЕРГЕТИКА</b>	<b>81</b>
Маркировка энергоэффективности оборудования	81
<b>КНИЖНАЯ ПОЛКА</b>	<b>85</b>
<b>ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ</b>	<b>87</b>
Технические требования к современным электрозащитным средствам	87
<b>НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ</b>	<b>90</b>
Рекомендации по нормированию численности работников жилищного, водопроводно-канализационного и энергетического хозяйств (продолжение)	90

## *Уважаемые коллеги и друзья!*

В первом номере 2008 года хотелось бы обратить ваше внимание на следующие материалы: на 10 стр. читайте интервью с заместителем директора ОАО «Центрэлектроремонт» Лепешкиным Николаем Ивановичем о состоянии и проблемах развития ремонтной отрасли.

На 26 стр. — статья «АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ, ВЫПУСКАЕМЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ» о стандартах, которым должны соответствовать автоматические выключатели, об их характеристиках и номенклатуре, а также о требованиях к их маркировке.

Далее — материал «ВОДА ЖИВАЯ И МЕРТВАЯ» — о системах водоподготовки для различных отраслей промышленности.

В нашей постоянной рубрике «Диагностика и испытания» приведена методика испытания изоляции электрооборудования.

В разделе «Выставки» читайте репортаж с выставки «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ РОССИИ— 2007», прошедшей с 4 по 6 декабря на ВВЦ.

В «Книжной полке» — обзоры профильных книг и книжных новинок, которые пригодятся вам в работе.

Эти и другие материалы, а также новости энергетики и нормативные документы читайте в этом номере журнала.

*С уважением,  
главный редактор журнала Сергей Леонов*

## ПУТИН ВНЕС ИЗМЕНЕНИЯ В РЯД ЗАКОНОВ В СВЯЗИ С РЕФОРМИРОВАНИЕМ ЕДИНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РОССИИ

Владимир Путин внес изменения в ряд законодательных актов в связи с реформированием Единой энергетической системы России. Президент подписал федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России», сообщила пресс-служба президента.

Данный закон направлен на уточнение и конкретизацию отдельных норм федеральных законов «Об электроэнергетике», «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период и о внесении изменений в некоторые законодательные акты РФ и признании утратившими силу некоторых законодательных актов РФ в связи с принятием Федерального закона «Об электроэнергетике» и «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации». Необходимость внесения изменений в указанные федеральные законы обусловлена особенностями завершающего этапа структурных преобразований в электроэнергетической отрасли Российской Федерации.

Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России» принят Государственной думой 18 октября 2007 года и одобрен Советом Федерации 26 октября 2007 года.

ИА REGNUM

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОТКИ ДЛЯ АВТОТРАНСФОРМАТОРА

ОАО «Севкавэлектроремонт» (ОАО «СКЭР») в начале октября 2007 года

приступило к изготовлению обмотки высокого напряжения автотрансформатора АДЦТН 200000/330/110 для РУП «Гродноэнерго» Республика Беларусь. Право на выполнение данных работ ОАО «СКЭР» получило по результатам тендера. Обмотка должна была готова к концу года, после чего она была установлена на трансформатор под руководством шеф-инженера ОАО «СКЭР». Это уже третья обмотка к трансформатору данного типа, которая изготавливается на заводе «СКЭР»: в мае 2007 года была изготовлена и поставлена обмотка среднего напряжения для Невинномысской ГРЭС ОГК-5, а в настоящий момент для этой же электростанции изготавливается регулировочная обмотка. ОАО «СКЭР» является первой сервисной организацией в России, освоившей изготовление трансформаторных обмоток класса напряжения 330 кВ.

ОАО «Севкавэлектроремонт»

## «ЭЛЕКТРОЗАВОД» ЗАКОНЧИЛ МОНТАЖ САМОГО МОЩНОГО ЭНЕРГОБЛОКА В МОСКВЕ

ОАО «Электрозавод», один из крупнейших производителей трансформаторного оборудования в России, закончил монтаж оборудования для самого мощного в Москве энергоблока, который способен обеспечить электричеством около 400 тыс. квартир, сообщил пресс-секретарь компании Николай Боричев.

«Речь идет о третьем энергоблоке мощностью 450 МВт на московской ТЭЦ-27. Он будет снабжать электроэнергией часть промышленного и жилищного сектора в ЦАО, ВАО и ЮВАО. Мы рассчитываем, что энергоблок заработает до конца 2007 года», — пояснил он.

Как отмечается в пресс-релизе ОАО «Электрозавод», энергоблок будет работать на основе новейшей технологии парогазового цикла, обеспечивающей КПД 51,5%, в то время

как на станциях с паросиловыми установками КПД не превышает 40%. Высокоэффективная установка позволит экономить до 25% топлива, а также на треть снизить вредные выбросы в атмосферу.

«Строительство «Электрозаводом» третьего энергоблока ТЭЦ-27 проводится в рамках реализации «Программы развития и технического перевооружения Московской энергосистемы на период 2006—2020 годы». В мае 2006 года «Электрозавод» выиграл тендеры на поставку оборудования и монтаж блока», — говорится в документе.

Боричев также сообщил, что в 2008 году компания приступит к поставке оборудования и монтажу четвертого энергоблока на ТЭЦ-27.

Холдинговая компания «Электрозавод» специализируется на производстве трансформаторного оборудования, поставляемого для всех отраслей экономики, и обслуживании объектов электроэнергетики. Объем реализации предприятий холдинга в 2006 году составил более \$750 млн, объем заказов на 2007 год превышает \$1 млрд.

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

## КИРОВСКИЙ ГУБЕРНАТОР: «МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА — ОСНОВА РАБОТЫ В РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКЕ»

Губернатор Кировской области Николай Шаклеин посетил с рабочим визитом ОАО «Кировский комбинат искусственных кож» («Искож»). Об этом сообщили в пресс-центре правительства области.

На предприятии проводится модернизация производства. В период 2005—2007 гг. объем инвестиций в модернизацию оборудования здесь составил 160 млн руб.

В 2006 году выручка предприятия увеличилась по сравнению с уровнем 2004 года на 30%.

Инвестпроекты предприятия получили поддержку правительства области.

ти в виде бюджетного кредита в размере 10 млн руб. и налоговых льгот на сумму 3,5 млн руб.

Также на «Искоже» введена в эксплуатацию собственная мини-ТЭЦ. Она обеспечивает предприятию 30% потребляемой тепловой и электрической энергии и дает значительную экономию расходов по этим статьям.

Выступая перед трудовым коллективом «Искожа», глава региона отметил: «Модернизация производства — основа для полноценной деятельности любого предприятия и единственный путь существования в рыночной экономике. Вашему предприятию удастся успешно идти по этому пути, подкрепляя своими достижениями развитие экономики области в целом».

ИА REGNUM

## «ТЕХНОПРОМЭКСПОРТ» ПОСТРОИЛ СОБСТВЕННУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ В МОСКВЕ

10 ноября 2007 г. состоялась торжественная церемония ввода в эксплуатацию энергоблока ТЭЦ «Международная», мощностью 121 МВт, сообщает пресс-служба ОАО «ВО «Технопромэкспорт». На церемонии присутствовали мэр Москвы Ю.М. Лужков, первый заместитель мэра Москвы П.П. Бирюков, советник мэра Москвы И.О. Орджоникидзе, генеральный директор ОАО «ВО «Технопромэкспорт» С.В. Моложавый.

ТЭЦ «Международная» будет осуществлять электро- и тепло-снабжение нового делового района Москвы — Международного делового центра «Москва-Сити». Планируется, что свободные энерго мощности станции будут направлены также на обеспечение теплом и электроэнергией близлежащих жилых кварталов города. ОАО «ВО «Технопромэкспорт» выступило инвестором и генеральным подрядчиком строительства ТЭЦ «Международная».

Инвестиционный контракт на строительство второй очереди ТЭЦ в деловом центре «Москва-Сити» был под-

писан между Правительством Москвы и компанией «Технопромэкспорт» в июне 2005 г. В ходе реализации проекта компанией «Технопромэкспорт» и Правительством Москвы были достигнуты предварительные договоренности о том, что электроэнергия и тепловая энергия, выработанные ТЭС, будут оплачиваться потребителями по тарифам, включающим в себя экономически оправданные затраты и прибыль, обеспечивающие возврат инвестиционных средств.

«Решение об инвестировании собственных средств в проект принималось осознанно, поскольку как генеральный подрядчик с огромным опытом строительства электростанций мы оценивали как сложность объекта, так и его преимущества. С точки зрения бизнеса, при не отлаженном еще общегосударственном механизме гарантий возврата инвестиций в энергетику, для нас этот проект, учитывая его очень сжатые сроки, является очень рискованным. Но, поскольку город реально заинтересован в создании новых энерго мощностей и в данном проекте Правительство Москвы выступает относительным гарантом возврата инвестиций, Москва стала пока единственно возможным местом для нас с точки зрения инвестиций в электроэнергетику», — заявил генеральный директор компании «Технопромэкспорт» Сергей Моложавый.

«Как заказчики собственной станции мы выбрали технически безукоризненный проект и оснастили станцию самым современным оборудованием. На сегодня такая станция единственная не только в Москве, но, думаю, и в России», — добавил он.

Новый энергоблок ТЭЦ «Международная», электрической мощностью 121 МВт и тепловой мощностью 205 Гкал/час, сооружен на базе передового парогазового цикла и состоит из: двух газотурбинных установок SGT-800 производства компании Siemens электрической мощностью 45,6 МВт каждая и паровой теплофикационной турбины типа MP-16DH мощностью 30 МВт, двух котлов-утилизаторов фирмы Alstom,

а также пиково-резервного водогрейного котла КВГМ-151,2—150 мощностью 130 Гкал/час. КПД энергоблока составляет 52%. Выдача мощности будет осуществляться в электрические и тепловые сети потребителя (напряжение — 20 и 110 кВ). Срок строительства станции составил 15 месяцев, что является беспрецедентным случаем в энергостроительной отрасли.

В сентябре 2007 года специалисты компании «Технопромэкспорт» успешно завершили комплексные испытания второго энергоблока ТЭЦ «Международная». В соответствии с утвержденным планом испытаний новый энергоблок ТЭЦ «Международная» отработал в различных режимах, в том числе и с максимальной нагрузкой, выдавая выработанную электроэнергию в городскую энергосистему, в том числе для покрытия эпизодического дефицита э/э в центральной части города осенью прошлого года.

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

## РОСТ ЦЕН НА ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ В 2008 ГОДУ НЕ ПРЕВЫСИТ РАЗМЕР ИНФЛЯЦИИ

Рост цен на энергоносители в 2008 году не будет превышать размер инфляции, считает вице-премьер, министр финансов Алексей Кудрин.

«С 1 января 2008 года темпы роста тарифов на энергоносители не будут превышать общий индекс роста цен, то есть инфляцию», — заявил Кудрин, отвечая на вопросы членов Совета Федерации.

По словам вице-премьера, основное повышение цен на энергоносители придется на 2009—2011 годы.

Вместе с тем, Кудрин высказал предположение, что во многом этот рост будет скомпенсирован повышением экономии топлива или переходом на энергосберегающие технологии.

«Я могу привести пример Украины, где выросли цены на энергоносители, но одновременно экономия по топливу или более рациональное использова-

ние энергии возросли в полтора-два раза», — сказал он.

По словам Кудрина, переход на энергосберегающие технологии оплатит либо рынок, то есть сами потребители, либо правительство возьмет на себя часть обязательств.

«У нас давно находится в разработке программе энергоэффективности, возможно, надо уделять ей больше внимания», — добавил вице-премьер.

МЭИ

## МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» И ОАО «СЕВКАВЭЛЕКТРОРЕМОНТ» СВЯЗЫВАЕТ ДАВНЕЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО

В третьей декаде сентября бригада ОАО «Севкавэлектроремонт» (ОАО «СКЭР») закончила работы по полной перемотке статора блочного генератора ТЭЦ металлургического комбината ОАО «Уральская сталь». Комбинат «Уральская сталь», один из крупнейших металлургических комбинатов России, несмотря на отдаленное расположение, является давним стратегическим партнером для ростовского предприятия. Обмотка для ремонта генератора также была изготовлена на заводе «Севкавэлектроремонт» в 2005 году. Работы по монтажу обмотки выполнялись на месте установки генератора силами выездной бригады. По просьбе руководства «Уральской стали» работы были закончены с опережением графика.

Дополнительная информация: ОАО «Севкавэлектроремонт» (Ростов-на-Дону) является одним из ведущих электроремонтных предприятий России с опытом работы более 60 лет. (основано в феврале 1943г.) Мы выполняем ремонт электродвигателей, трансформаторов, турбогенераторов, изготавливаем обмотки для ремонта, изготавливаем оборудование для механизации процесса ремонта электрических машин и трансформаторов, производим про-

ектирование электроремонтных цехов. Имеем все необходимые лицензии и аккредитации (Министерство энергетики РФ, РАО ЕЭС, система менеджмента качества ИСО 9001).

ОАО «Севкавэлектроремонт»

## САМЫЕ ПЕРВЫЕ ГАЗОПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ WAUKESHA В РОССИИ

В рамках рабочей поездки на Сахалин специалисты «Энерготех» (Москва) провели обследование самых первых газопоршневых агрегатов Waukesha, установленных на территории Российской Федерации. С 1994 года парк энергоустановок из четырех газопоршневых агрегатов Waukesha — две ГПГУ серии VHP 7100 GSI и приводы компрессоров на базе VHP 7042 GSI и VHP 7042 G — успешно работает на месторождении Окружное, расположенное в Смирныховском районе Сахалина. В 2005 году «Энерготех» произвел поставку ЗИП и ремонтного оборудования для проведения профилактических работ и технического обслуживания оборудования этого энергоцентра.

К настоящему времени оборудование Waukesha отработало на месторождении более 13 лет, обеспечивая процессы транспортировки добытой нефти и снабжения объекта электроэнергией. Причем до настоящего времени один из газопоршневых приводов компрессорного оборудования еще не подвергался капитальному ремонту, а в остальных агрегатах произведены регламентные работы по замене поршневых групп и вкладышей.

Лицензией на разработку месторождения владеет компания «Петросах», входящая в состав группы компаний Urals Energy. На момент начала промышленной эксплуатации Окружного «Петросах» была первой российско-американской компанией на Сахалине, которая занималась разработкой нефтяных месторождений. Решение о приобретении газопоршневых машин Waukesha принималось

в начале 1990-х годов при участии американских партнеров. «Прежде всего отзывы об устойчивой работе ГПГУ Waukesha на попутном нефтяном газе и та репутация, которую они завоевали в США, повлияли на наше решение, — говорит начальник участка Владимир Кузнецов. — Спустя 13 лет я с уверенностью могу сказать, что мы ни разу не пожалели о сделанном выборе».

«Мы постоянно отмечаем надежность предлагаемого нами оборудования Waukesha при работе на сложных видах топлива, которым является ПНГ, — говорит коммерческий директор «Энерготех» Константин Камышный. — И столь долгий и успешный опыт эксплуатации газопоршневых агрегатов Waukesha на Сахалине наглядно подтверждает наши слова».

### Справка о Urals Energy

Группа компаний Urals Energy была создана в начале 1990-х годов. На сегодняшний день Urals Energy владеет рядом лицензий в Ненецком АО, Чепецким НГДУ в Удмуртии, предприятием ЦНПСИ в Коми и компанией «Петросах». С 1993 года «Петросах» разрабатывает месторождение Окружное на Сахалине, осуществляя переработку нефти на собственном, первом и пока единственном в Сахалинской области нефтеперерабатывающем заводе в п. Первомайск Смирныховского района мощностью более 200 тыс. т в год, а с 2001 года владеет лицензией на право ведения разведочных работ на шельфе Сахалина в рамках проекта «Сахалин-б».

Дополнительная информация: ООО «Энерготех» специализируется на разработке и внедрении комплексных решений в области малой энергетики и является одним из лидеров на рынке проектирования и строительства электростанций малой мощности. Основу решений, предлагаемых «Энерготех», составляют локальные энергетические установки и автономные источники электроснабжения, вырабатывающие электроэнергию непосредственно на объекте. С 1995 года сотрудниками компании реализовано более 40 масштабных

проектов для предприятий нефтегазового сектора, ЖКХ и других отраслей экономики. С января 2006 года ООО «Энерготех» является официальным дистрибьютором Waukesha Engine Dresser, Inc на территории РФ.

ООО «Энерготех»

## **В 2007 ГОДУ ОАО «МРСК ЦЕНТРА И СЕВЕРНОГО КАВКАЗА» В ДВА С ЛИШНИМ РАЗА УВЕЛИЧИЛО КОЛИЧЕСТВО ИСПОЛНЕННЫХ ДОГОВОРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ**

Доля удовлетворенных заявок на технологическое присоединение к сетям региональных сетевых компаний зоны ответственности ОАО «МРСК Центра и Северного Кавказа» постоянно увеличивается: за 5 месяцев 2007 года по 16997 поданным и принятым в работу заявкам заключено 12572 договоров на техприсоединение общей мощностью 529 МВт. За 5 месяцев 2007 года по договорам было выполнено 7274 присоединения к электрическим сетям на общую мощность 190 МВт.

По сравнению с аналогичным периодом 2006 года (январь-май) количество исполненных договоров и присоединенной мощности увеличено в два с лишним раза: за 5 месяцев 2006 года было исполнено 3080 договоров суммарной мощностью порядка 87 МВт.

Увеличению объема присоединенной мощности способствовали ряд факторов, в первую очередь инвестиционный прорыв, который региональные сетевые компании совершают в текущем году.

По результатам работы компаний в I квартале 2007 года объем инвестиций составил 1689655 тыс. руб., что составляет 137,5% от планируемого объема этого периода. На техническое перевооружение и реконструкцию направлено 892430 тыс. руб., новое строительство и расширение — 772534 тыс. руб., в т.ч. технологическое присо-

единение потребителей — 578284 тыс. руб., приобретение объектов основных средств — 19032 тыс. руб., прочие вложения — 5656 тыс. руб.

Благодаря увеличению инвестиционной программы в 2007 году, направленной в большинстве на реконструкцию и новое строительство электросетевых объектов, региональным сетевым компаниям удалось избежать дефицита мощности.

Значительному увеличению объема присоединенной мощности также способствовали изменения в нормативных документах, касающиеся организации технологического присоединения к электросетям, а именно новые версии правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электроэнергии, которые были утверждены Правительством РФ 21 марта 2007 года.

ОАО «Орелэнерго»: доля удовлетворенных заявок по техприсоединению выросла в два с половиной раза.

За пять месяцев текущего года ОАО «Орелэнерго» (функции единого исполнительного органа исполняет ОАО «МРСК Центра и Северного Кавказа») было заключено 417 договоров техприсоединения на общую мощность 18 609 кВт стоимостью 13,6 млн руб. Уже выполнены работы по 261 договору.

Для сравнения, за аналогичный период 2006 года клиенты заключили с компанией 119 договоров на сумму 152 тыс. руб., мощностью 4921 кВт. Было выполнено 107 подключений к сетям. Таким образом, доля удовлетворенных заявок по техприсоединению увеличилась в два с половиной раза, а заключенных договоров в три с половиной.

Однако названные цифры пока не могут дать полного представления о ситуации, т.к. тариф на техприсоединение к электрическим сетям ОАО «Орелэнерго», включающий инвестиционную составляющую, действует неполных три месяца. Специалисты компании прогнозируют в будущем еще большее увеличение объема работ по технологическим присоединениям.

ОАО «Орелэнерго»

## **ОАО «ОРЕЛЭНЕРГО» РЕАЛИЗУЕТ ПЯТИЛЕТНЮЮ ПРОГРАММУ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПОТОКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

В ОАО «Орелэнерго» (функции единого исполнительного органа исполняет ОАО «МРСК Центра и Северного Кавказа») вскоре начнутся работы по установке двух источников реактивной мощности на ПС 110/35/6 кВ «Черкасская». Монтаж будет производиться в рамках пятилетней программы по управлению потоками реактивной мощности, разработанной техническими специалистами компании.

Анализ показывает, что именно нарушение баланса реактивной мощности является одной из причин сбоев в работе электрических сетей. Не связанная с выполнением полезной работы реактивная мощность создает дополнительную нагрузку на силовые линии питания, увеличивает потери, негативно сказывается на напряжении и пропускной способности ЛЭП.

По мнению руководства ОАО «Орелэнерго», относительно недорогой и быстрый способ решения этой проблемы — установка устройств компенсации реактивной мощности. На подстанциях компании обследуется состояние существующих компенсирующих устройств. Некоторые ПС планируется дооснастить необходимым оборудованием.

Сталкиваясь с влиянием реактивной мощности не только энергетики, но и крупные потребители, для которых избыток реактивной энергии — это прямые издержки, своеобразный «мусор» в электрической сети. Установка или приведение в порядок уже имеющихся компенсирующих устройств увеличит срок эксплуатации оборудования, позволит снизить потери в сетях и сэкономить на оплате электроэнергии. Тем более, что уже в этом году вступят в действие методические указания Правительства РФ, предусматривающие применение повышающих и понижающих коэф-

фициентов к тарифу. Предприятиям, которые установят у себя оборудование, компенсирующее реактивную мощность, электроэнергия будет отпускаться по меньшей цене, для тех же, кто устранился от этого процесса, цена электроэнергии будет увеличена через применение повышающих коэффициентов.

Для вновь присоединяющихся к сетям компаний-потребителей — юридических лиц требования по компенсации реактивной мощности и учету потребляемой реактивной энергии отныне по закону включены в техусловия.

В ОАО «Орелэнерго» готовы помочь клиентам определиться с решением проблемы реактивной энергии. Специалисты компании ответят на возникающие вопросы по телефону: (4862) 55-44-50 и 43-34-01.

А 20 июня в ОАО «Орелэнерго» состоится тематический «круглый стол» для крупных клиентов компании, где они смогут подробнее узнать о преимуществах установки устройств компенсации реактивной мощности.

Стоит отметить, что выгоду нового оборудования уже оценили такие энергоемкие предприятия, как: ОАО «Автосельмаш», ЗАО «ОРЛЭКС» и др.

#### **Дополнительная информация:**

В состав ОАО «Орелэнерго» на 01.01.07г. входят три филиала: Орловские, Мценские и Ливенские электрические сети, а также дочернее общество «Орелэнергоремонт». ОАО «Орелэнерго» обеспечивает централизованным электроснабжением народнохозяйственный комплекс области с территорией площадью 24,7 тыс. кв. км и населением более 900 тыс. чел. Орловская энергосистема работает параллельно с Тульской, Курской, Липецкой, Брянской энергосистемами и входит в ОЭС Центра «ЕЭС России». Протяженность всех линий электропередачи — 28 091 км, в том числе системообразующих с напряжением 110 кВ — 1638 км. На балансе ОАО «Орелэнерго» находится на 1.01.2007г. 142 подстанции (ПС) 110—35 кВ общей мощностью 1645,4 МВА и 28,091 тыс. км линий электропередачи (ЛЭП) 110—0,4 кВ,

5832 трансформаторных подстанций (ТП) 10—6/0,4кВ, общей мощностью 792,2 МВА.

#### **ОАО «Орелэнерго»**

### **УРАЛЬСКИЕ ТУРБОСТРОИТЕЛИ ПРИМУТ УЧАСТИЕ В РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИНВЕСТПРОЕКТОВ БОЛЬШОГО УРАЛА**

Руководство Уральского турбинного завода озвучило свои планы развития предприятия на прошедшей в Екатеринбурге конференции «Инвестиционные проекты Большого Урала», — сообщили АПИ в дирекции по маркетингу УТЗ.

Развивая производство, уральский турбинный завод учитывает перспективы своего активного участия в модернизации существующих и строительстве новых ТЭЦ на территории Большого Урала. В частности, заключенное недавно соглашение с компанией Mitsubishi Heavy Industries позволяет УТЗ предлагать современные решения для парогазовых установок (ПГУ), которые составляют львиную долю инвестиционного плана РАО «ЕЭС России». Например, текущая инвестиционная программа ОГК-1 включает в себя строительство ПГУ-800 на Пермской и Нижневартовской ГРЭС (с вводом в эксплуатацию в 2010 году).

«К 2012 году наш завод должен выйти на доперестроечные мощности, при этом выпуск паровых турбин составит 2160 МВт, газовых — 1700 МВт в год. Между тем численность персонала останется, как сейчас, в два раза меньшей, чем в конце 1980-х годов. Таких показателей мы планируем достичь путем технического перевооружения производства на основе современных технологий», — заявил генеральный директор ЗАО «УТЗ» Владимир Ермолаев.

Первоочередной среди проблем, которые стоят сегодня перед отечественными энергомашиностроительными предприятиями, Владимир Ермолаев назвал нехватку высококок-

валифицированных рабочих и специалистов. Решением этой проблемы, по его мнению, может стать разумная политика привлечения в города — «точки роста» — опытных работников с других территорий, в том числе из бывших советских республик. УТЗ уже имеет положительный опыт привлечения таких специалистов. А вместо гонки заработных плат главным фактором конкуренции между предприятиями за персонал должны стать социальные программы. Сейчас УТЗ ведет с властями Екатеринбурга переговоры о предоставлении заводу участков под жилищное строительство.

#### **ИА «АПИ», Екатеринбург**

### **ЭНЕРГЕТИКИ ЕКАТЕРИНБУРГА ЗАМЕНИЛИ ОБОРУДОВАНИЕ НА ПОДСТАНЦИИ «СИБИРСКОЙ»**

Екатеринбургские энергетики улучшили защиту оборудования подстанции, обеспечивающей электроснабжение Кировского, Октябрьского и части Ленинского районов города.

Как сообщили АПИ в пресс-службе ОАО «Екатеринбургская электросетевая компания», на подстанции «Сибирская» завершены работы по замене шкафов и контрольных кабелей дифференциальной защиты шин (ДЗШ) 110 кВ, а также выполнены работы по замене панелей автоматики регулирования напряжения (АРПН).

В результате реконструкции действующее устаревшее оборудование заменено на современное микропроцессорное. Оно имеет более высокую степень надежности и точности регулирования.

Специалисты отмечают, что проведенные мероприятия в комплексе с ранее выполненными работами (замена колонок опорно-стержневых изоляторов) позволили существенно повысить надежность работы оборудования подстанции в предстоящий зимний период. Также благодаря замене оборудования энергетики ожидают некоторое снижение эксплуатационных затрат.

Отметим, что подстанция «Сибирская» является одним из узловых центров питания и снабжает электроэнергией потребителей Кировского, Октябрьского и части Ленинского районов Екатеринбурга.

ИА «АПИ», Екатеринбург

## КУБАНЬ ЗАПУСТИТ 1 500 МВт АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

16 ноября в представительстве Европейской комиссии в России был презентован проект TACIS по использованию в России возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и реконструкции малых гидроэлектростанций.

Проект стоимостью 2 млн евро, финансируемый из средств ЕС, будет реализовываться до конца 2009 года консорциумом компаний из ЕС. Российским партнером является Министерство промышленности и энергетики (МПЭ).

Проект будет реализовываться в трех регионах — Краснодарском крае, а также Астраханской и Нижегородской областях. Эти регионы, по мнению директора департамента МПЭ Сергея Михайлова, были выбраны не случайно — они уже активно внедряют проекты использования ВИЭ. Организаторы хотят добиться эффекта «снежного кома», т.е. запустить внедрение ВИЭ на поток и в остальных регионах России.

Главный специалист госучреждения «Центр энергосбережения и новых технологий Краснодарского края» Богдан Богданов сообщил, что регион принял свой закон «Об использовании ВИЭ» и целевую программу «Энергосбережение в Краснодарском крае на 2006—2010гг.»

В перспективе 2010—2015гг. на Кубани предполагается запустить 200 МВт тепловых и 10 МВт электрических на основе энергии солнца, 1000 МВт (т) и 100 МВт (э) на базе геотермальной энергии, а также 100 МВт (т) и 50 МВт (э) на биомассе.

На поставку оборудования для реализации проекта претендуют зарубежные компании. Однако в России также

есть предприятия, способные им обеспечить регионы. Это петербургский «ИНСЭТ», который разрабатывает проекты малых гидроэлектростанций и выпускает оборудование под эти проекты. В Краснодаре также действует фирма «Солнечный ветер», производящая соответствующие коллекторы.

## МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВМЕСТО МАЗУТА БУДЕТ ИСПОЛЬЗОВАНО ВОДОУГОЛЬНОЕ ТОПЛИВО

В поселке Енский Ковдорского района завершено строительство первого в России самостоятельного цеха по производству водоугольного топлива — ВУТ. Топливо предназначено для использования в котельной поселка вместо мазута. Работы проведены ЗАО «Амальтеа».

На днях прибыли первые вагоны угля, которые позволят провести пусконаладочные работы в цеху приготовления ВУТ, по окончании которых и модернизации котельной будет осуществлен запуск всей цепочки от производства топлива до его сжигания.

Работы по модернизации под руководством Администрации Ковдорского района идут полным ходом и близки к завершению. «Летний» котел ДКВР уже полностью модернизирован. Требуется завершить согласования в РГТИ и модернизировать «зимний» котел.

Проект стал возможен благодаря сотрудничеству частного бизнеса (ЗАО «Амальтеа», владелец технологии) и Департамента строительства и ЖКХ Администрации Мурманской области. ЗАО «Амальтеа» инвестировало средства в строительство цеха приготовления ВУТ, а Администрация предоставила гарантии потребления топлива, обеспечила благоприятную почву для реализации проекта.

Перевод котельной с мазута на ВУТ позволит снизить расходы на отопление поселка, уменьшить финансовую нагрузку на районный бюджет, на дотации у которого в настоящее время пока находится котельная. Реализация проекта помо-

жет сдержать рост коммунальных платежей в поселке.

Напомним, что производство ВУТ осуществляется путем мелкого измельчения угля в дробилке и мельнице с последующим смешиванием с водой и специальными присадками, которые позволяют ВУТ быть однородным длительное время и гореть аналогично мазуту. Поскольку основным сырьем для данного вида топлива является уголь, стоимость тепла, полученного при использовании ВУТ, на много ниже, чем при использовании мазута. Технология приготовления ВУТ активно развивалась в России и в мире, начиная с 70-х годов, в период нефтяного кризиса. В середине 80-х годов цены на нефть стабилизировались, и исследования в области производства ВУТ во многих странах приостановились. Сейчас, когда цены на нефть, соответственно и мазут, стремительно растут, ВУТ снова интересен энергетикам.

В вопросе внедрения ВУТ России занимает лидирующее место в мире. Если в США внедрение ВУТ было поставлено на обсуждение в Конгрессе для рассмотрения и его включения в национальную энергетическую политику лишь в сентябре этого года, то в Мурманске мы имеем уже построенный объект. Передовой опыт специалистов котельной поселка Енский востребован. Следует ожидать наплыва делегаций, в том числе иностранных, для просмотра объекта.

MBNews

## НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДИТСЯ ЗАМЕНА УСТАРЕВШЕГО ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Предприятия Свердловской области продолжают приводить газопроводы и газовое оборудование в соответствие с современными требованиями, отмечают представители службы газового надзора МТУ Ростехнадзора по УрФО.

В частности, производится замена устаревшего газового оборудования

и автоматики безопасности, оснащение системой контроля воздуха помещений котельных. Систематическая работа по техническому перевооружению газопотребляющих агрегатов и по оснащению современной автоматикой безопасности проводится на ОАО «Уралэлектромедь», ОАО «Жировой комбинат», ОАО «Свердловский инструментальный завод», отмечают в пресс-службе ведомства. Также разработаны проекты технического перевооружения газового оборудования котлов Свердловской и Ново-Свердловской ТЭЦ, ЕМУП «Тепловые сети», ЕМУП «Академэнерго» с реализацией проектов в 2008 году.

Стоит отметить, что за 9 месяцев текущего года специалистами службы газового надзора аварий и несчастных случаев зафиксировано не было, тогда как в прошлом году за аналогичный период произошло три аварии. Состояние промышленной безопасности на опасных производственных объектах систем газопотребления и газораспределения, по мнению сотрудников отдела по надзору за объектами газопотребления и газораспределения МТУ Ростехнадзора по УрФО, в целом можно охарактеризовать как стабильное.

**АПИ**

## **ЭКОЛОГИ СОСТАВИЛИ СПИСКИ «ГРЯЗНЫХ» И «ЧИСТЫХ» ПРЕДПРИЯТИЙ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Вчера были обнародованы списки самых «грязных» и самых «чистых» предприятий Самарской области.

Уже в течение пяти лет в России проводится экологический рейтинг предприятий по их негативному воздействию на окружающую среду. Чем выше строка, на которой находится та или иная компания, тем меньший вред своей деятельностью она наносит окружающей среде. Нижние строки занимают самые «вредные» производства.

Лидирующие в области загрязнения позиции отданы МП «Самара-

водоканал», Новокуйбышевским очистным сооружениям, Безымянской ТЭЦ. Самыми «чистыми» предприятиями оказались ОАО «Пластик», ОАО «АВТОВАЗ», компания «Трансгаз», сообщает сайт 63.ru.

В этом году к организатору рейтинга — «Независимому экологическому рейтинговому агентству» (НЕРА) — присоединилась международная экологическая организация «Гринпис». Как оказалось, это не последние желающие работать совместно с НЕРА: «Есть возможность и желание поддерживать в следующем году разработку экологического рейтинга», — сообщил областной министр природных ресурсов Александр Фёдоров.

**Тольятти-Новости**

## **НА ДОНУ ЗАВЕРШЕН МОНТАЖ ПЕРВОГО В РОССИИ МИНИ-ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ БИОТОПЛИВА ИЗ СОЛОМЫ**

В поселке Заветное (Заветинский район Ростовской области) завершено монтаж первого в России мини-завода по производству биотоплива из соломы. Об этом сообщили в администрации района.

По словам представителя администрации, на строительство предприятия мощностью до 100 т биотоплива в месяц и закупку оборудования для него из резервного фонда администрации было выделено около 4 млн руб. Оборудование для мини-завода, собственником которого является МУП «Заветинские теплосети», было изготовлено по специальному заказу на предприятиях ООО «Доза-Агро» (Нижний Новгород) и ЗАО «Курганский завод мельничного оборудования». Завершить пусконаладочные работы и ввести мини-завод в эксплуатацию планируется в начале апреля 2008 года.

Собеседник агентства отметил, что биогранулы, которые предприятие будет производить из соломы, можно использовать в качестве топлива как

в обыкновенной печи, так и в топках промышленных котельных.

«Замена каменного угля на биогранулы для отопления муниципальных котельных даст не менее 20% экономии. Мы ожидаем, что затраты на мини-завод окупятся в течение 4—5 лет», — заявил представитель администрации.

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

## **НОВАЯ ГАЗОТУРБИНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА ВАНКОРЕ НАЧНЕТ РАБОТАТЬ В АВГУСТЕ 2008 ГОДА**

На Ванкорском нефтяном месторождении идет строительство собственной газотурбинной электростанции (ГТЭС), которая будет полностью обеспечивать месторождение электроэнергией. В настоящее время эту функцию выполняет временная передвижная электростанция ПС-2500. Как рассказал журналистам директор по строительству Виктор Романченко, сейчас идет активное строительство первой очереди станции, и в частности турбинного отделения. Строительство начато в июне 2006 года, и уже сейчас работы первой очереди выполнены более чем на 80%.

Мощность ГТЭС составит 200 МВт. Первая очередь мощностью 100 МВт будет сдана в эксплуатацию в августе 2008 года. Полностью станция начнет работать по плану в январе 2009 года.

Станция будет работать на попутном газе и обеспечит независимую работу Ванкорского месторождения. «У нас все свое, все работает автономно. Мы не зависим ни от сторонних линий электропередач, ни от погодных условий», — подчеркнул журналистам заместитель начальника производственного участка Михаил Богданов.

Он отметил, что рядом со станцией будет возведен мини-НПЗ мощностью 50 тыс. т топлива в год. Его продукция также будет использоваться для нужд месторождения.

**НИА «Красноярск»**

# УСПЕХ ЛЮБОЙ РЕМОНТНОЙ КОМПАНИИ ВО МНОГОМ ЗАВИСИТ ОТ НАЛИЧИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ НА РЕМОНТИРУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*Сегодня главным энергетикам предприятий приходится сталкиваться со множеством самых разнообразных проблем. Это и сложности во взаимодействии с поставщиками энергоресурсов, с инспектирующими организациями, кадровые вопросы и многое-многое другое. Но едва ли не самую большую головную боль им доставляет ремонт и техническое обслуживание оборудования. Ведь это требует наличия хорошо организованного складского хозяйства, технической документации на оборудование и содержание штата квалифицированных специалистов разных специальностей. Но для многих производств такие расходы просто нерациональны. И тогда приходится обращаться к услугам специализированных компаний. О работе одного из таких предприятий нам рассказал заместитель директора ОАО «Центрэлектроремонт» Николай Иванович Лепешкин.*

**— Николай Иванович, каковы современные требования к ремонтным компаниям?**

— На любом ремонтном предприятии, в том числе выполняющем ремонт электрических машин, нет серийного производства с отработанной технологией. Вместо этого — единичный ремонт, широкая номенклатура и,



как правило, отсутствие технической документации на поступающее оборудование. И получить ее у завода-изготовителя не всегда возможно, поскольку некоторые устройства работают по 70 лет и более, и документация на них бывает просто утеряна. Поэтому любая ремонтная компания должна обладать необходимой технической документацией на ремонтируемое оборудование. У нас, например, за десятилетия накопился большой объем информации по выпускающимся двигателям. И мы написали программу для разработки документации на ремонт электрических машин.

## — Можно узнать об этом поподробнее?

— Разработкой такого программного обеспечения мы занимаемся с 1997 года. В компьютер введены обмоточные данные на 20 тыс. машин. Программа позволяет за считанные минуты подготовить чертежи и рассчитать оснастку для изготовления обмоток, определить необходимое количество материалов, оценить трудоемкость ремонта и показать, сколько это будет стоить. При отсутствии в базе данных сведений на какой-либо двигатель программа позволяет выполнить соответствующие расчеты для восстановления обмоточных данных по имеющимся геометрическим размерам сердечника статора и паспортным данным: мощности, напряжению, частоте вращения. И уже на их основе ведется дальнейшая разработка всей необходимой документации для проведения ремонта. Также программа дает возможность пересчитать стоимость ремонта в условиях инфляции и удорожания материалов.

## — А не проще ли попросту заменить двигатель на новый?

— Не всегда. Здесь есть два существенных момента. Во-первых, ремонт все-таки дешевле. А во-вторых, это сроки. Обмотку статора можно заменить за несколько дней. Конечно, для этого ее нужно заранее изготовить. Это возможно только на специализированном ремонтном предприятии, располагающим технической документацией на этот двигатель.

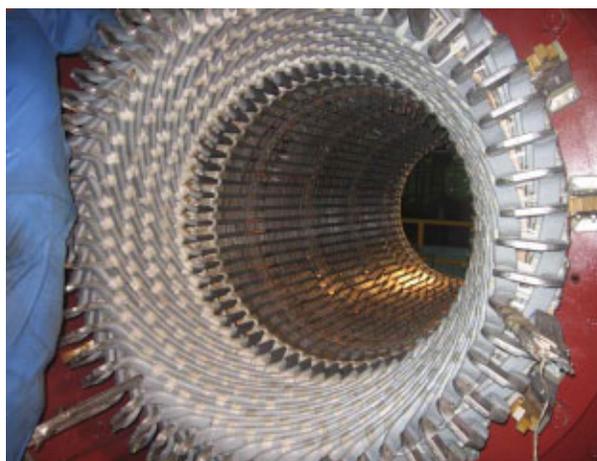
Если же заказывать новый двигатель, то ждать придется гораздо дольше. А если это мотор 1940-х годов? Поставить другой современный аналог с той же мощностью, напряжением, частотой вращения — не всегда возможно из-за конструктивных особенностей, таких, например, как посадочные размеры и т.д. Так что, отремонтировать бывает все-таки проще.

## — А во что обычно обходится ремонт?

— Если брать двигатель со всыпной обмоткой, то с мощностью до 5 кВт вообще не стоит ремонтировать — проще купить новый, т.к. цена ремонта сравнима со стоимостью нового двигателя. Если взять двигатель 100 кВт, то цена за ремонт составит 25—30% от стоимости нового, если брать высоковольтный двигатель — то стоимость будет в районе 10%, это с изготовлением обмотки из новой меди.

## — Какова ситуация с ремонтом импортного оборудования?

— Импортное оборудование, конечно, отрабатывает свой гарантийный срок. А когда выходит из строя, то ремонт в евро стоит столько, сколько у нас в рублях. Поэтому и обращаются к нашим ремонтным предприятиям. Мы можем отремонтировать любой двигатель зарубежного производства. Есть тут, конечно, и свои технологические трудности. Например, импортные моторы нельзя выжигать, т.к. они пропитываются в эпоксидном компаунде. Разрушить его можно только при температуре 400 °С.



**ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ PUK-WERKE KG РАСШИРЯЕТСЯ. ПОСЛЕ ВЫСТАВКИ «ЭЛЕКТРО—2007» СТАЛА БОЛЕЕ ПОПУЛЯРНОЙ**

До и во время выставки «Электро—2007» в Москве, немецкий производитель кабеленесущих систем PUK-Werke KG получил большое количество запросов по креплению высоковольтных одножильных кабелей. Для того, чтобы обеспечить надежное крепление одно- и многожильных кабелей к несущим конструкциям, компания PUK-Werke KG решила сотрудничать с производителем таких кабельных хомутов. Сейчас компания PUK-Werke KG является официальным дистрибьютором немецких кабельных хомутов для высоковольтных кабелей на российском рынке. Вся продукция, предлагаемая компанией PUK-Werke KG сертифицирована для российского рынка. Мы считаем, что такое соединение дает нашим клиентам уникальную возможность, получить специальные хомуты вместе с тяжелыми кабельными трассами для промышленности из одной руки. Кабеленесущие системы PUK-Werke KG вместе с хомутами для высоковольтных кабелей составляют необходимый альянс для промышленных проектов в России.

380v.net

**НОВЫЙ МЕТОД ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПРОВОЛОКИ И ЖИЛ КАБЕЛЯ**

Компания Voockmann GmbH (Германия) предлагает новый метод подготовки поверхности проволоки и жил кабеля, получивший название Helicord Process. Этот метод состоит в том, что шнур или корд наматывается вокруг проволоки или жил кабеля с регулируемым натяжением и скоростью. При этом создается многократный 360° контакт при контролируемом трении с постоянно возобновляемым кордом, что гарантирует надежную подготовку поверхности проволоки или жилы. Разница в трении и скорости корда и проволоки позволяет прогнозировать параметры и рассчитывать результаты подготовки поверхности. Этот процесс может иметь широкое применение, например: очистка

19 >>

Но при этом нарушается изоляция между листами железа статора, и двигатель будет греться. Но есть и другие методы. Например, гидrolитический способ разложения в двуокиси углерода при давлении 8 атм и температуре 180—190 °C в течение 24—36 часов.

*— Как обстоят дела с сервисным обслуживанием на самих предприятиях?*

— Раньше никто не считал, во что обходится ремонт. Надо отремонтировать за 5 дней и все. Кроме того, ремонтные службы проводили плано-предупредительные ремонты оборудования, и им удавалось поддерживать его в работоспособном состоянии. В последнее время с приходом новых собственников наметилась тенденция выделения ремонтных подразделений в отдельные юридические лица. И к ним уже обращаются как к подрядчикам, а не как к структурному подразделению. Это позволяет отслеживать свои затраты на ремонт и обслуживание оборудования. И, наверное, это правильно.

*— Как вы смотрите на перспективы развития российской ремонтной отрасли в целом?*

— Ремонтники могут развиваться только вместе с развитием промышленного производства. Мы чувствуем, что в промышленности происходит оживление. Ведь многие не забыли, что творилось в 1990-е годы. На заводе, который раньше использовал, допустим, 5 компрессоров, производство снизилось. Стало достаточно двух. При выходе из строя одного из них они просто включали другой, а ремонтировать не ремонтировали. Сейчас объемы производства начали расти, и у ремонтных предприятий увеличилось число заказов. Кроме того, некоторые компании стали закупать современное импортное оборудование. Например, «Северо-западное электромеханическое объединение» Санкт-Петербурга приобрело в Японии линию по изготовлению жестких секций статорных обмоток для высоковольтных и низковольтных электрических машин. Ничего подобного пока ни на одном российском предприятии нет. С помощью этого оборудования возможно изготовить комплект статорных обмоток высоковольтного двигателя средней мощности за 4—6 дней. Так что, происходящие изменения в экономике открывают широкие перспективы для развития ремонтной отрасли.

*Беседовал Сергей Леонов*

**НАША СПРАВКА**

ОАО «Центрэлектроремонт» (до 1994 года «Черметэлектроремонт») — одно из ведущих специализированных предприятий в области ремонта и модернизации электрооборудования. Организация создана в 1942 году, и в настоящее время в ее состав входят шесть ремонтных предприятий и участков, расположенных в различных регионах страны, а также ЗАО «ЦКБЦЭР», являющееся ведущим конструкторско-технологическим центром электротехнической отрасли России. Предприятие выполняет следующие виды работ: ремонт 3-фазных асинхронных двигателей напряжением до 660; высоковольтных электрических машин; ремонт крановых, лифтовых и однофазных электродвигателей; электрических машин постоянного тока, ремонт специальных электрических машин и преобразовательных агрегатов; ремонт силовых, печных, сварочных и специальных трансформаторов.



Надежда Бровкина,  
«Снабжение и сбыт»

## ЧТО ПРЕДЛАГАЮТ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Среди основных потребителей трансформаторов в России доминируют электростанции и электрические сети, предприятия машиностроительной, горной, металлургической, нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслей, а также железные дороги и транспорт. Для электроснабжения такого количества объектов необходима разветвленная сеть трансформаторных подстанций. При этом в каждой из отраслей существуют собственные планы строительства новых и реконструкции действующих трансформаторных подстанций. Все это стимулирует рынок трансформаторов, в результате чего расширяется гамма типов и марок предлагаемого оборудования. В данной статье речь пойдет о современных предложениях на рынке отечественного трансформаторостроения.

### САМАРСКИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА

Открытое акционерное общество «Самарский трансформатор» создано на базе завода измерительных трансформаторов (КЗИТ), основанного в декабре 1943 года. Более 60-ти лет завод лидирует в своей отрасли среди отечественных производителей. В номенклатурном ряде продукции самарских производителей трансформаторов и трансформаторного оборудования основную нишу занимают трансформаторы тока, трансформаторы напряжения

и силовые трансформаторы, а также трансформаторные датчики тока. Наиболее обширно представлены трансформаторы тока.

### *Трансформаторы тока на напряжение 0,66 кВ*

Трансформаторы тока Т-0,66 и ТШ-0,66 предназначены для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам в установках переменного тока частоты 50 Гц с номинальным напряжением до 0,66 кВ включительно. Трансформаторы класса точности 0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5 применяются в схемах учета для расчета с потребителями, класса точности 1 — в схемах измерения. Трансформаторы предназначены для эксплуатации в климатическом исполнении У категории размещения 3 по ГОСТ 15150.

Трансформатор Т-0,66 является катушечным, а трансформатор ТШ-0,66 — шинным. Трансформаторы по принципу конструкции — опорные.

Для трансформатора ТШ-0,66 первичной обмоткой служит шина распределительного устройства, пропускаемая через окно трансформатора. Выводы вторичной обмотки расположены на корпусе трансформатора и закрываются защитной крышкой, что исключает несанкционированный доступ к трансформатору в процессе эксплуатации. Трансформаторы пломбируются от неразборности пломбой с оттиском клейма поверителя.

Трансформаторы выполнены в пластмассовом корпусе. По специальному заказу возможна поставка трансформаторов в корпусе из самозатухающих пластмасс. Трансформаторы крепятся к заземленным конструкциям изделий потребителей с помощью фланцев или лап (усиленный вариант на токи 5—400А). Трансформаторы ремонту не подлежат.

## **Трансформаторы тока на напряжение 0,66 кВ с литой изоляцией**

Трансформатор тока ТР-0,66 предназначен для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам в цепях дифференциальных защит, а также в цепях защиты, присоединенной к фильтру токов нулевой последовательности.

Первичная обмотка трансформатора включается последовательно в цепь вторичных обмоток основных трансформаторов тока на 10 кВ и выше, а во вторичную цепь трансформатора включаются электроизмерительные приборы и счетчики.

Трансформатор предназначен для эксплуатации в климатическом исполнении У или Т категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69. При этом, высота над уровнем моря — до 1000 м; температура окружающего воздуха от -45 до +60° С; окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли; рабочее положение в пространстве — любое.

Трансформатор тока ТР-0,66 по принципу конструкции является опорным, катушечным. Магнитопровод — витой ленточный, корпус литой из эпоксидного компаунда. Трансформатор крепится к конструкции электроустановки с помощью лап. Выводы первичной обмотки, включаемой в цепь измеряемого тока, обозначены Л1 и Л2. Выводы вторичной обмотки, к которой подключаются приборы, обозначены И1 и И2. Обозначения первичной и вторичной обмоток находятся на трансформаторе. Трансформатор имеет один коэффициент трансформации и одну вторичную обмотку для измерений. Трансформатор ремонту не подлежит.

Трансформатор тока ТЛ-0,66 предназначен для работы в передвижных и в стационарных установках: ТЛ-0,66-I — для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам, устройствам защиты и управления; ТЛ-0,66-II — для работы в магнитных и кулачковых контроллерах; ТЛ-0,66-III — для автоматического выравнивания нагрузки параллельно работающим генераторов.

Трансформаторы ТЛ-0,66-I и ТЛ-0,66-III рассчитаны для эксплуатации в районах с умеренным или тропическим климатом (климатическое исполнение У или Т), для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией (категория размещения 3) по ГОСТ 15150-69; трансформатор ТЛ-0,66-II — для эксплуатации в районах с умеренно-холодным морским климатом (климатическое исполнение М), для работы в помещениях с повышенной влажностью (категория размещения 5) по ГОСТ 15150-69. При этом, температура окружающего воздуха от -50 до +60° С;

наибольшая высота над уровнем моря 4300 м (при этом температура окружающего воздуха от минус 50° С до плюс 50° С); окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры изделий в недопустимых пределах — для ТЛ-0,66-II атмосфера типа III, для остальных типоразмеров — атмосфера типа II по ГОСТ 15150-69; рабочее положение в пространстве — любое.

Трансформаторы соответствуют группе условий эксплуатации М25 по ГОСТ 17516.1-90 в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

Трансформатор тока ТЛ-0,66 по принципу конструкции является опорным, катушечным. Магнитопровод — витой ленточный, корпус литой из эпоксидного компаунда. Трансформатор крепится к конструкции электроустановки с помощью фланца. Выводы первичной обмотки, включаемой в цепь измеряемого тока, обозначены Л1 и Л2. Выводы вторичной обмотки, к которой подключаются приборы, обозначены И1 и И2. Обозначения первичной и вторичной обмоток находятся на трансформаторе. Трансформатор имеет один коэффициент трансформации и одну вторичную обмотку для измерений. Трансформатор ремонту не подлежит.

Трансформатор тока ТКЛМ-0,66 предназначен для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам, в установках переменного тока частоты 50 Гц с номинальным напряжением до 0,66 включительно. Трансформатор рассчитан для эксплуатации в районах с умеренным и тропическим климатом (климатическое исполнение У и Т) для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией (категория размещения 3). При этом: высота над уровнем моря не более 1000 м; температура окружающего воздуха от -45 до +50° С; окружающая среда невзрывоопасная, атмосфера промышленная; рабочее положение в пространстве — любое.

Трансформатор тока ТКЛМ-0,66 по принципу конструкции является опорным, катушечным. Магнитопровод витой ленточный, корпус литой из эпоксидного компаунда. Трансформатор крепится к конструкции электроустановки с помощью фланца. Выводы первичной обмотки, включаемой в цепь измеряемого тока, обозначены Л1 и Л2. Выводы вторичной обмотки, к которой подключаются приборы, обозначены И1 и И2. Обозначения первичной и вторичной обмоток находятся на трансформаторе. Трансформатор имеет один коэффициент трансформации и одну вторичную обмотку для измерений. Трансформатор ремонту не подлежит.

Трансформатор тока типа ТШЛ-0,66с служит для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам или устройствам защиты и управления и предназначен для встраивания в распределительные устройства (КРУ). Рассчитан для эксплуатации в климатическом исполнении У и Т категории размещения 2 по ГОСТ 15150.

Трансформатор тока ТШН-0,66 предназначен для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам, в установках переменного тока частоты

50 Гц с номинальным напряжением до 0,66 включительно. Трансформатор тока рассчитан для эксплуатации в районах с умеренным и тропическим климатом (климатическое исполнение У и Т), для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией (категория размещения З). При этом: высота над уровнем моря не более 1000 м; температура окружающего воздуха от  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$ ; окружающая среда невзрывоопасная, атмосфера промышленная; рабочее положение в пространстве — любое.

Трансформатор тока ТШН-0,66 по принципу конструкции является шинным на ленточном магнитопроводе. Первичной обмоткой трансформатора служит шина распределительного устройства, пропускаемая через окно трансформатора. Выводы вторичной обмотки расположены на корпусе трансформатора. Трансформатор выпускается в навесном исполнении. Трансформатор должен крепиться на шине с помощью винтов и планки. Выводы первичной обмотки, включаемой в цепь измеряемого тока, обозначены Л1 и Л2. Выводы вторичной обмотки, к которой подключаются приборы, обозначены И1 и И2. Обозначения первичной и вторичной обмоток находятся на трансформаторе. Трансформатор имеет один коэффициент трансформации и одну вторичную обмотку для измерений. Трансформатор ремонту не подлежит.

### **Трансформаторы тока на напряжение 6—10 кВ с литой изоляцией**

Трансформаторы предназначены для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам в установках с номинальным напряжением до 10 кВ включительно.

Трансформатор тока ТЛК-10 предназначен для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам, устройствам защиты и управления для изолирования цепей вторичных соединений от высокого напряжения в комплектных электрических устройствах внутренней установки (КРУ, КРУН, КСО) переменного тока на класс напряжения 10 кВ. Трансформатор изготавливается в исполнении У и Т категории размещения 3 по ГОСТ 15150.

Трансформатор тока ТПК-10 предназначен для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам и устройствам защиты и управления, для изолирования цепей вторичных соединений от высокого напряжения в комплектных электрических устройствах внутренней установки (КРУ, КРУН, КСО) переменного тока на класс напряжения 10 кВ. Конструкция трансформатора постоянно совершенствуется, поэтому возможны незначительные изменения конструкции. Трансформатор изготавливается в исполнении У и Т категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для работы в следующих условиях: высота над уровнем моря не более 1000 м; относительная влажность воздуха не более 98% при  $25^{\circ}\text{C}$  для исполнения У, при  $35^{\circ}\text{C}$  для исполнения Т без конденсации влаги; верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха для умеренного климата — плюс  $50^{\circ}\text{C}$ ,



### **Продукция ОАО «Самарский трансформатор»**

для тропического климата —  $+55^{\circ}\text{C}$ ; нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха для умеренного климата —  $-45^{\circ}\text{C}$ , для тропического климата —  $-10^{\circ}\text{C}$ ; окружающая среда — невзрывоопасная, не содержащая пыли, химически активных газов и паров в концентрациях, разрушающих покрытия металлов и изоляцию (атмосфера типа II по ГОСТ 15150-69); положение трансформаторов в пространстве — любое.

Трансформатор выполнен проходным и представляет собой литой блок, в качестве изоляции применяется компаунд, магнитопровод витой ленточный, который состоит из измерительного и защитного сердечника с обмотками. Компаунд является главной изоляцией и обеспечивает защиту обмоток от климатических и механических воздействий. Трансформатор ремонту не подлежит.

Трансформатор тока ТВЛМ-6 предназначен для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам, устройствам защиты и управления в установках переменного тока. Трансформатор предназначен для эксплуатации в районах с умеренным климатом (климатическое исполнение У), категория размещения 3 по ГОСТ 15150.

### **СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ИЗ ТОЛЬЯТТИ**

В настоящее время ООО «Тольяттинский Трансформатор» производит все виды трансформаторного оборудования, востребованные на рынке России и зарубежья. Основные усилия предприятия сосредоточены на расширении номенклатуры, совершенствовании существующих конструкций, в частности на улучшение их технических параметров, снижение материалоемкости, повышение качества и удобства технического

# РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

обслуживания, создание и освоение новых конструкций, оборудования для нужд энергетики в сферах производства, передачи и обеспечения качества электроэнергии, разработку и поставку изделий, обеспечивающих выполнение требований международных и национальных стандартов.

## **Трансформаторы общего назначения**

За последние годы завод увеличил номенклатуру выпускаемых трансформаторов более чем в три раза. Освоено производство следующих типов трансформаторов:

- Все типы трансформаторов серии ТМ класса напряжения 6 и 10 кВ мощностью от 100 до 4000 кВА.
- Все типы трансформаторов класса напряжения 35 кВ с ПБВ и РПН для электрических сетей и собственных нужд электростанций с различными сочетаниями напряжений, мощностью от 1000 до 80 000 кВА.
- Все типы трансформаторов класса напряжения 110 кВ. Дополнительно к ранее выпускавшимся трансформаторам освоено производство трансформаторов мощностью 2500, 6300, 10 000, 80 000, 200 000 кВА.
- Трансформаторы и автотрансформаторы класса напряжения 220 кВ, двух и трехобмоточные мощностью 40 000, 63 000, 125 000, 175 000, 200 000, 250 000, 400 000 кВА.
- Класс 330 кВ представлен трансформатором ТДЦ-250000/330, автотрансформатором АТДЦТН-125000/330/110 для Калининской АЭС.
- Технологическое и испытательное оборудование предприятия позволяют изготавливать трансформаторы и автотрансформаторы класса напряжения 500 кВ. На Волжской ГЭС им. Ленина, на Воткинской и Назаровской ГЭС успешно эксплуатируются трансформаторы ОРЦ-135000/500/220, автотрансформаторы АОРЦТ-135000/500/220, АОРЦТ-135000/500/110. Освоен выпуск автотрансформатора типа АОДЦТН-167000/500/200.

## **Трансформаторы для питания резко переменных нагрузок**

Кроме трансформаторов и автотрансформаторов общего назначения ООО «Тольяттинский Трансформатор» изготавливает трансформаторы для ударных нагрузок прокатных станов и литейных печей металлургического производства.

Стойкость трансформатора к ударным толчкам нагрузки напрямую связана с прессовкой обмоток, поэтому основной задачей при создании трансформаторов этой серии было принятие конструктивных и технологических решений, предотвращающих падение запрессовки обмоток в эксплуатации. При этом существенную роль играют известные меры, такие как применение жесткого электрокартона, двойная сушка с циклической опрессовкой обмоток.

С целью полного исключения падения прессовки обмоток при многократных толчках нагрузки была внедрена постоянная прессовка обмоток при эксплуатации посредством



## **Производство ООО «Тольяттинский Трансформатор»**

специальных гидропружинных домкратов и система сушки обмоток и активной части в запрессованном пружинами состоянии. На базе этих решений создана серия трансформаторов для металлургического производства типа ТДНМ, ТРДНМ, ТРДЦНКМ-63000/110, серия трансформаторов для питания подвижного состава железнодорожного транспорта типа ТДТНЖУ мощностью от 25 000 до 40 000 кВА напряжением 110 и 220 кВ.

Трансформатор типа ТРДЦНКМ-63000/100000/110-У1 был успешно испытан на мощном испытательном стенде г. Тольятти 300 тыс. ударами при двойной кратности по отношению к номинальному току.

## **Трансформаторы и автотрансформаторы для электрофицированных железных дорог**

В составе продукции тольяттинского завода значительную долю занимает большая гамма типов трансформаторов для нужд МПС. Это трансформаторы и автотрансформаторы:

- для установок регулируемой емкости поперечной компенсации реактивной мощности типа ОРМЖ-10000/27;
- для питания тяговых подстанций и контактных сетей электрофицированных железных дорог типа АОМЖ, ОРДТНЖ, ТДТНЖ, ТДТНЖУ мощностью от 10 000 до 40 000 кВА, напряжением 27, 110, 220 кВ;
- для питания секций полупроводниковых преобразователей тяговых подстанций железных дорог типа ТРДП-12500/10;
- для передвижных тяговых подстанций типа ТДЦП-32000/110.

В результате творческой научно-технической кооперации с ОАО «ВИТ» и ОАО «ВЭЛНИИ» разработана и освоена в производстве серия тяговых трансформаторов мощностью от 1765 до 11 500 Ква, напряжением 25 кВ.

В настоящее время в рамках программы ОАО «РЖД» по созданию новых типов электровозов заключен договор с ОАО «НЭВЗ» на разработку и поставку тягового трансформатора для нового грузового электровоза 2ЭС5К.

## Сейсмостойкие трансформаторы

Особо важным направлением работы тольяттинского предприятия является производство трансформаторов в сейсмостойком до 9 баллов исполнении по шкале MSK-64. Совместно с институтом космических исследований РАН, Самарским аэрокосмическим университетом и ВИТ (Украина), были проведены, научно-исследовательские работы, в результате которых была разработана методология проектирования мощных трансформаторов в сейсмостойком исполнении, испытаний на стендах всех основных комплектующих — высоковольтных вводов, переключающих устройств, охладителей, газовых реле, шкафов управления и других комплектующих, определены конструктивные элементы сейсмостойких трансформаторов. Сегодня предприятие готово в кратчайшие сроки поставить трансформаторы разных типов в сейсмостойком исполнении любой балльности.

## Специальные трансформаторы

ООО «Тольяттинский Трансформатор» непрерывно расширяет ряд выпускаемых трансформаторов специального назначения, например, для питания буровых установок и погружных насосов, для питания электродегидраторов по очистке и обезвоживанию нефти, регулировочных трансформаторов и др. типа ТМПЭ, ТМБ, ТМД, ОМД, РОТ, РТТ, РОТМ, РТТМ, АТРМК.

## Совершенствование конструкции, повышение технического уровня трансформаторов

Снижение потерь холостого хода производится за счет применения лучших марок электротехнической стали с низкими удельными потерями; применения схем шихтовки с полным косым стыком по технологии Step-Lep; технологии шихтовки остова без верхнего ярма; увеличения числа пакетов электротехнической стали; шихтовки остова в один лист; технологической обработки рулонной электротехнической стали, дающей минимальное увеличение удельных потерь. Совершенствование конструкции главной и продольной изоляции происходит за счет применения твердого электрокартона для дистанционных прокладок и реек с механической обработкой; клееных цилиндров из толстолистного картона; литых угловых шайб и других элементов изоляции.

Применение новой конструкции и материалов изоляции на базе рекомендаций в рамках научно-технической кооперации с ведущим европейским разработчиком и поставщиком изоляции фирмой Weidman (Швейцария), дает возможность оптимальной компоновки модели, снижения потерь холостого хода, потерь короткого замыкания, снижения массы и габаритных размеров. Расширение области применения транспонированных проводов позволяет также оптимизировать модель, улучшить динамические характеристики трансформаторов.

Наиболее ответственные трансформаторы — с повышенной стойкостью к толчкам нагрузки, для резкопеременных нагрузок, для тяговых подстанций железных дорог и металлургического производства снабжаются гидропру-

жинными домкратами для постоянной прессовки обмоток в эксплуатации.

Увеличение мощности трансформаторов, работающих с системой охлаждения без вентиляторов, типа М, а также применение двухступенчатых систем охлаждения, М и Д, направлено на удовлетворение требований заказчика в части экономичности, удобства эксплуатации и технического обслуживания.

Кроме изготовления самих трансформаторов ООО «Тольяттинский Трансформатор» изготавливает ряд комплектующих к ним:

- переключающие устройства для регулирования напряжения без возбуждения на трансформаторы 6, 35 и 110 кВ на токи до 1250 А;
- запорные устройства (дисковые поворотные затворы) — Ду 50, 80, 125;
- маслоуказатели стрелочные типа МС-1, МС-2 с контактной системой для сигнализации при минимальном и максимальном уровнях масла в расширителях трансформаторов;
- разработаны и изготовлены опытные образцы индикатора температуры обмоток типа ИТО-160, который является функциональным аналогом приборов зарубежных фирм — АКМ — Швеция, Siemens и Messko — Германия;
- для автоматического управления электроприводами переключателей РПН освоен выпуск регуляторов напряжения типа АРТ-1.

Многолетняя совместная работа с ВИТ была воплощена в новом изделии — переключающем устройстве РНТА-У — 35/200 для регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой. Устройство этой серии представляет собой переключатель нагрузки со следующими особенностями, выгодно отличающими его от традиционных универсальных устройств РПН. Совмещенный с устройством привод, благодаря чему в устройстве отсутствуют соединительные валы и редукторы. Собранное на заводе устройство не требует проверки круговых и временных диаграмм в течение всего срока службы. Простая кинематическая схема привода (без угловых и поворотных редукторов и червячных передач), при малом времени переключения на одну ступень (0,6 сек.) позволила дублировать работу электродвигателя и пружинного механизма. При повреждении одного из этих элементов переключение будет успешно завершено. Высокий ресурс устройства не потребует замены контактов в течение всего срока службы устройства, даже при интенсивной эксплуатации. Конструкция и материал контактов позволяют устанавливать устройства в трансформаторы с номинальным током, соответствующим номинальному току устройства. При этом устройство обеспечит работу при всех перегрузках, предусмотренных стандартами по нагрузочной способности.

Трансформаторы могут быть укомплектованы системой мониторинга различных исполнений. Система мониторинга обеспечивает контроль за состоянием трансформатора с записью и хранением текущих параметров в памяти компьютера, с последующей обработкой и выдачей данных по нагрузочной способности, ресурсу и диагностике.



**Дарина Кузьмина,  
«ЭЛЕКТРОНМАШ»**

## СУХИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ

**В** современной конкурентоспособной эффективной экономике России приоритетным направлением является развитие энергетического комплекса. Среди разнообразного электротехнического оборудования, используемого при передаче и распределении энергии, одну из ключевых ролей играют силовые трансформаторы.

Основная область применения трансформаторов это объекты электроэнергетики со своим комплексом городских электросетей, ТЭЦ, ГЭС, ГРЭС, АЭС; промышленные предприятия; горная, цветная, черная металлургия; нефтегазодобывающая и перерабатывающая отрасль, а также железные дороги.

Электроснабжение такого огромного количества объектов требует разветвленной сети трансформаторных подстанций. При этом в каждой отрасли существуют свои планы строительства новых и реконструкции существующих. Все это активно стимулирует рынок трансформаторного оборудования и, как следствие, увеличивается количество различных типов и марок предлагаемых трансформаторов.

В условиях современной эксплуатации к трансформатору, как к основному элементу подстанции, предъявляются жесткие требования. Причем как к основным техническим характеристикам, так и к экологичности (отсутствию ядовитых выбросов при авариях в подстанциях, разливу электроизоляционной жидкости).

В России на большинстве объектов установлены и устанавливаются масляные трансформаторы. В большинстве случаев это обусловлено их относительно невысокой стоимостью. Однако масляные трансформаторы обладают рядом серьезных недостатков, такими как: пожароопас-

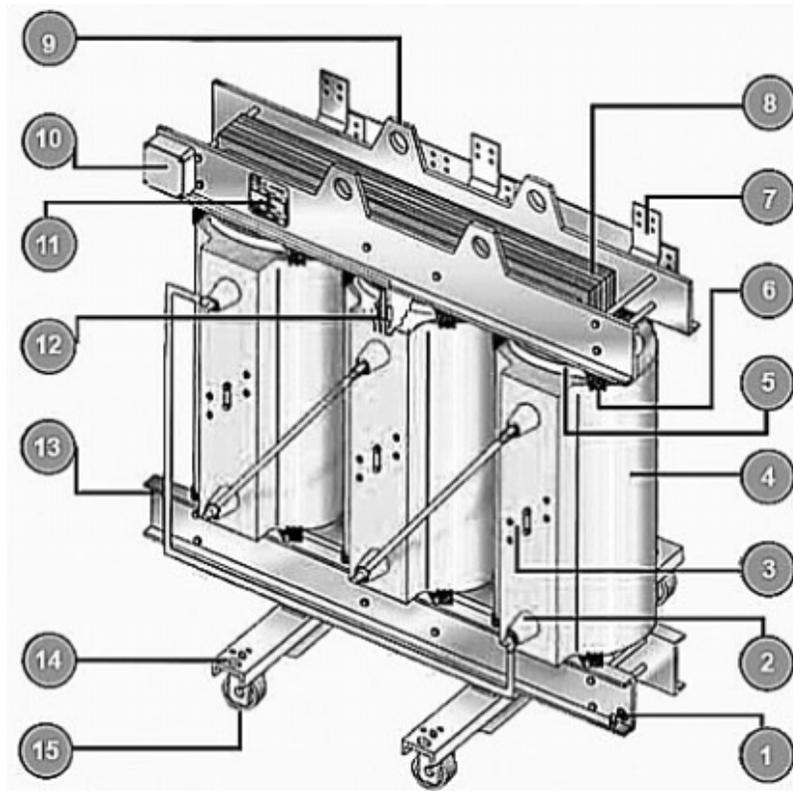
ность и экологическая опасность утечки масла. Кроме этого существует постоянная необходимость осуществлять контроль уровня и качества масла. Это, безусловно, усложняет их эксплуатацию и не позволяет применять масляные трансформаторы на объектах, расположенных максимально близко к потребителям. Также их масса и габаритные размеры превышают аналогичные по мощности сухие трансформаторы.

Быстрое развитие научного прогресса и повышенные нормы безопасности при эксплуатации высоковольтного оборудования, все это позволило ввести в эксплуатацию другой тип оборудования — сухие трансформаторы.

Если говорить об особенностях различных вариантов конструктивного исполнения и технологий изготовления сухих трансформаторов, представленных на российском рынке, то наиболее критичный и ответственный элемент конструкции сухого трансформатора, определяющий его потребительские свойства, это обмотки высокого напряжения. Их качество зависит от используемых материалов и технологий изготовления.

Изначально в России широко были распространены сухие трансформаторы с обмотками, выполненными по технологии «монолит». Данная технология достаточно хорошо себя зарекомендовала за многолетний период ее использования. Электропрочность обмоток сухих трансформаторов обеспечивается применением соответствующей изоляции проводов. Механическая прочность конструкции достигается благодаря использованию бандажных лент, гарантирующих монолитность после пропитки лаками и последующим запеканием.

Следует заметить, что после пропитки несколько снижается электропрочность изоляции, но из-за разнесения



### Общий вид силовых сухих трансформаторов

1 — зажимы заземления, 2 — изоляторы среднего напряжения, 3 — регулирование среднего напряжения, 4 — обмотка среднего напряжения, 5 — обмотка низкого напряжения, 6 — прижимные пробки, 7 — выходные стержни низкого напряжения, 8 — магнитный сердечник, 9 — подъемные проушины, 10 — коробка централизации зондов, 11 — табличка электрических характеристик, 12 — термозонды контроля температуры, 13 — держатель, 14 — проушины для перемещения, 15 — ортогонально поворачиваемые колеса

функций обеспечения изоляции и механической жесткости на разные материалы, такая технология дает возможность длительной эксплуатации оборудования при циклических тепловых нагрузках без снижения электрических характеристик изоляции.

При изготовлении сухих трансформаторов с открытыми обмотками используются изоляционные свойства проводников обмотки из стеклоселка или номекса и твердые изоляционные материалы в виде специальных прессованных профилей. Они придают одновременно и механическую жесткость конструкции, и обеспечивают изоляционные свойства трансформатора. При использовании изоляционных профилей и высокопрочных изоляторов из фарфора в конструкции трансформатора формируются вертикальные и горизонтальные каналы для охлаждения, что эффективно охлаждает обмотки.

В последнее время на рынке России появились сухие трансформаторы с литой обмоткой. В них механическая жесткость конструкции обмотки обеспечивается применением специальных наполнителей. Она состоит из эпоксидной смолы с инертными и огнестойкими наполнителями. При этом процесс смешивания и заливки осуществляется в вакууме. Это позволило существенно улучшить механические, теплопроводящие и противопожарные свойства трансформаторов с литой изоляцией. Такая технология придает обмоткам высокие диэлектри-

поверхности проволоки и жилы от мелких частиц металла, заусенцев. Модификация структуры поверхности путем шлифовки или полировки. Нанесение жидкостей или плавких присадок для получения равномерных тонких слоев антиадгезивов, антиоксидантов, грунтовочных слоев и других технологических материалов. Очистка растворителями или другими жидкостями поверхности сплошных или многопроволочных жил и пластмассовых или металлических оболочек. Результаты опытной эксплуатации показали, что процесс Helicord может заменить малоэффективные или дорогостоящие и энергоемкие методы подготовки поверхностей, такие, как ультразвуковая очистка или очистка потоком воздуха. Машина для очистки поверхности проволоки и жил кабеля методом Helicord, а также несколько образцов корда будут демонстрироваться на выставке IWCS 2007, которая состоится в ноябре 2007 года в Орландо, штат Флорида, США.

380v.net

### ЯКУШЕВ: «НУЖНО ПОДДЕРЖАТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АККУМУЛЯТОРОВ»

«Необходимо определить первоочередные меры организационно-правового, экономического и финансового характера, которые должны привести к повышению конкурентоспособности отечественного производства аккумуляторов. Это цель совещания, которое планируется провести в ноябре в Тюмени», — сказал Якушев. По словам губернатора, ввиду очень низких ввозных пошлин на запчасти и комплектующие к аккумуляторным батареям, представители «теневого» сектора экономики занимаются ввозом в нашу страну комплектующих и сбором аккумуляторов низкого качества и с низкой ценой. Ежегодно в Россию ввозится, по его словам, более 3 млн «серых» аккумуляторов. «Это приводит к тому, что наша аккумуляторная промышленность оказывается в неконкурентном положении к иностранным производителям», — подчеркнул он.

www.rosbalt.ru



ческие свойства с предельно низким уровнем возникновения частичных разрядов. Кроме этого, литая обмотка дает возможность в небольших габаритных размерах получить мощные сухие трансформаторы для использования в сетях с более высоким уровнем напряжения.

Преимущества сухим трансформаторам дают новые изоляционные материалы, современные принципы конструирования и технологии изготовления.

В настоящее время рынок сухих трансформаторов в России представлен в основном продукцией зарубежных производителей, таких как Schneider Electric, ABB, Siemens, GBE s. r. l, НТТ, Bez Transformatory и др.

Доля российских производителей подобного силового оборудования с использованием современных технологий на сегодняшний день значительно меньше. Хотя открытие новых производственных объединений и постоянное расширение ассортимента в рамках одного производства российскими участниками рынка позволяет судить о значительном приросте производства российских сухих трансформаторов в скором будущем.

## **Преимущества сухих трансформаторов с литой изоляцией по сравнению с масляными трансформаторами:**

- пригодны для условий повышенной влажности и загрязненности;
- пригодны для регионов с резко континентальным климатом;
- не содержат горючего материала и, соответственно, являются пожаробезопасными и экологически чистыми;
- экономичны в потреблении электроэнергии;
- обладают пониженным уровнем шума при работе;
- обеспечивают высокий уровень безопасности при монтаже и обслуживании;
- обеспечивают простоту в монтаже;
- характеризуются высокой стойкостью к коротким замыканиям и длительным тепловым перегрузкам;

- имеют компактные размеры, позволяющие выгоднее использовать пространство производственных помещений;
- отсутствие затрат на сооружение маслосборных сооружений;
- затраты и время на техническое обслуживание сведены к минимуму;
- срок эксплуатации почти не ограничен.

## **Комплектация сухих трансформаторов**

Рассмотрим структуру сухих трансформаторов на примере сухого трансформатора ТЗР с литой изоляцией 25—16 000 кВА до 35 кВ.

## **Сердечник**

Сердечник сухих трансформаторов изготовлен из магнитной пластины с ориентированной зернистой структурой, обладающей высокой магнитной проницаемостью и защищенной от удельных потерь посредством тонкой прокладки из неорганического материала (Carlyte), установленной с обеих сторон.

Составные части расположены под углом 45° С с перекрывающимися соединениями по технологии Step Lap, что позволяет снизить потери и ток холостого хода, а также уровень шума сухого трансформатора.

Количество ступеней и значение индукции подбираются в зависимости от мощности сухого трансформатора.

Закрепление осуществляется при помощи профилей из оцинкованной стали надлежащего размера, чтобы они могли обеспечить прочность и статичность, необходимые для выдерживания толчков при транспортировке и разгрузке, при возникновении электродинамических нагрузок и при неблагоприятных условиях установки.

## **Обмотки низкого напряжения**

Обмотки низкого напряжения сухого трансформатора, соосные колонне сердечника, изготавливаются из алюминиевой или медной пластины, изоляция выполняется из материала для класса F. Для класса H обмотки пропитываются в вакууме высыхающей в печи краской с высоким уровнем цементации, что обеспечивает катушке отличную изоляцию и механическое уплотнение.

По требованию обмотку сухого трансформатора можно в вакууме покрыть эпоксидной смолой.

Соединение между алюминиевым или медным листом обмотки и шиной выводного зажима осуществляется путем автоматической сварки в защитной среде.

Выводные зажимы обмоток сухого трансформатора, механически прикрепленные к держателям, являются практичными, компактными и легкодоступными.

## **Обмотки среднего напряжения**

Катушки обмотки среднего напряжения сухого трансформатора состоят из ряда катушек, расположенных друг на друге и соединенных согласно требуемой схеме.

Использование автоматических машин, которые наматывают друг на друга алюминиевые полосы и пленку изоли-

**Габаритные размеры силовых сухих трансформаторов (IP 00) до 12 кВ**

Мощность	Потери холостого хода	Потери короткого замыкания	Напряжение КЗ	Уровень шума	Уровень акустической мощности	Габариты				Вес
						A	B	C	D	
P	P <sub>0</sub>	P <sub>сс</sub>	U <sub>кз</sub>	L <sub>ра</sub> (дБ)	L <sub>wa</sub> (дБ)	A	B	C	D	m
кВА	Вт	Вт	%	дБ	дБ	мм	мм	мм	мм	кг
100	320	1880	6	45	51	1120	670	1100	520	510
160	450	2550	6	48	54	1230	670	1150	520	730
200	540	2900	6	48	56	1230	670	1200	520	860
250	600	3400	6	49	57	1230	670	1300	520	990
315	730	4100	6	50	59	1300	820	1300	670	1120
400	850	4850	6	51	60	1330	820	1400	670	1320
500	1000	5700	6	52	61	1380	820	1500	670	1560
630	1120	6700	6	53	62	1410	820	1550	670	1800
800	1350	8300	6	54	64	1460	1000	1650	820	2120
1000	1540	8800	6	55	65	1530	1000	1750	820	2530
1250	1850	11 200	6	57	67	1530	1000	1850	820	2930
1600	2160	12 700	6,5	57	68	1640	1000	2150	820	3420
2000	2620	16 000	6,5	59	70	1700	1300	2200	1070	4030
2500	3310	18 000	7	59	71	2000	1300	2250	1070	4790
3150	4160	22 900	7	59	72	2060	1300	2450	1070	5750
4000	5240	26 000	7,5	61	74	2200	1300	2500	1070	7850
5000	5780	29 000	8	62	75	2350	1500	2680	1250	9790

рующего материала класса F, обеспечивает выравнивание, натяжение обоих элементов и точное число витков.

В качестве оболочки обмоток сухого трансформатора используется эпоксидная смола с кремниевым наполнителем и другими добавками. Смола подготавливается турбомесителями в условиях вакуума при контролируемой температуре.

Разливка производится при значении вакуума менее 1 мБар, чтобы исключить любое проникновение газа.

Цикл полимеризации, управляемый и записываемый программным обеспечением, выполняется при двух различных значениях температуры, чтобы обеспечить правильное гелеобразование и, соответственно, полимеризацию.

Катушка высокого напряжения гарантирует высокую надежность при изменении нагрузки и перепадах температуры окружающей среды, устойчивость к воздействию всех агрессивных веществ и огнестойкость.

В отличие от традиционных обмоток, изготовленных из проволоки, уровень частичных разрядов в обмотках из ленточных полос ниже 10 пКл, кроме этого, благодаря большей изоляции между витками, они более устойчивы к осевым усилиям, возникающим из-за короткого замыкания и, соответственно, обеспечивают более высокий уровень электрической безопасности сухого трансформатора.

Регулирование первичного напряжения осуществляется непосредственно на катушке путем смещения пластины из никелированной латуни согласно указанной схеме.

Соединение между катушками сухого трансформатора может быть выполнено в виде медной трубы с изоляцией из силиконового каучука или при помощи кабеля среднего напряжения.

### Кожух для сухого трансформатора

Защитные кожухи предлагаются как в варианте для установки сухого трансформатора внутри помещения, так и в варианте установки на улице, с требуемой степенью защиты.

Для классов защиты IP20, IP23 и IP31 сухой трансформатор остается в состоянии работать с такой же мощностью без принятия особых мер.

Кожух поставляется в уже смонтированном виде вместе с сухим трансформатором, таким образом, персоналу, занимающемуся установкой, не надо терять время.

Непрерывность электрической цепи всех металлических частей коробки обеспечивается в соответствии с нормами.

Лист окрашен эпоксидной краской желаемого цвета (стандартный цвет — RAL 7032), стойкой к воздействию атмосферных явлений.

Для установки сухого трансформатора на улице предусматривается также горячее цинкование всех частей коробки.

Отверстия для ввода кабеля можно расположить на днищевой сетке или на крышке сухого трансформатора в зависимости от потребностей.

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



**А. А. Дубянский,**  
**FG Wilson (Engineering) Ltd.,**  
**Д. Ф. Пузовик,**  
**ЗАО «Группа «А.Д.Д.»»**

## СИСТЕМЫ КОГЕНЕРАЦИИ НА БАЗЕ ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК FG WILSON

*Технология когенерации позволяет использовать тепловую энергию системы охлаждения и тепло выхлопных газов двигателя для повышения эффективности работы генераторных установок с 38–40 % до 80–85. При этом снижается себестоимость получаемой электроэнергии.*

**В**о всех развитых странах с каждым годом растет потребление электроэнергии. Согласно данным WADE (Мировой союз децентрализованной электроэнергии), электропотребление в развитых странах в 2003 году составило: в США — 3838 тыс. кВт. ч, в России — 890 тыс. кВт. ч, в Германии — 551 тыс. кВт. ч (на душу населения: 14000, 6500 и 7000 кВт. ч соответственно). Около 30% электроэнергии потребляется транспортом, 40% — различными отраслями промышленности, 30% расходуется на энергоснабжение жилых помещений, общественных зданий и других сооружений. Таким образом, третья часть энергетического рынка — это потребители, не требующие обязательного централизованного энергоснабжения. Ежегодный рост объема этого сегмента рынка все более активно занимают децентрализованные (автономные) источники электроснабжения. В этих условиях применение малой энергетики, как дополнение централизованного энергоснабжения, является разумной альтернативой.

В период, когда активно развивается жилищное строительство, вводятся новые промышленные и социальные объекты, остро встает вопрос дефицита тепловой и электрической энергии. Причем, очень часто дефицит энергии



**Фото 1. Мини-ТЭЦ гипермаркета «О'Кей»**

является единственным препятствием, не позволяющим осуществлять новое строительство. И если проблему недостатка тепла можно решить за счет применения индивидуальных или районных котельных, то с электроэнергией дело обстоит значительно сложнее. Рассчитывать на городские электростанции и сети не приходится, так как они перегружены. Износ систем централизованного тепло- и электроснабжения в России становится критическим. Кроме того, продолжается рост тарифов на тепловую и электрическую энергию. Именно поэтому малая энергетика в виде теплоэлектростанций (далее мини-ТЭЦ) получает сейчас значительное развитие.

При работе мини-ТЭЦ применяется технология когенерации или, как ее принято называть в Европе — СНР (Combined Heat and Power), то есть совместное производство тепловой и электрической энергии. Это позволяет использовать тепловую энергию системы охлаждения и тепло выхлопных газов двигателя для повышения эффективности работы генераторных установок с 38—40 до 80—85%. При этом снижается и себестоимость получаемой электроэнергии. Но кроме финансового, существует еще и экологический аспект, который становится все более актуальным. Как правило, мини-ТЭЦ располагаются в городских районах с плотной застройкой, а при использовании системы СНР сокращается выброс в атмосферу большого количества тепловой энергии.

Таким образом, теплоэлектростанции хотя и не решают проблем большой энергетики, но являются поистине спасательным кругом для предпринимателей и городских властей любого крупного города — они позволяют строить там, где это было невозможно из-за дефицита энергии. Но строить в одном месте и котельную, и мини-ТЭЦ нерационально, поскольку требуются дополнительные площади, капитальные вложения и в дальнейшем — дополнительные эксплуатационные расходы. В этом случае необходимы теплоэлектроцентрали малой мощности для выработки на одном предприятии (на одной площадке) тепловой и электрической энергии. И они уже находят практическое применение на работающих объектах.

Многие районные котельные выработали свой ресурс и требуют реконструкции. Если на их площадях установить мини-ТЭЦ и, сохранив теплоснабжение района, электроэнергию передавать в городскую сеть, то это уже можно считать решением проблемы энергодефицита отдельного района или города. Причем, при когенерации повышается коэффициент использования топлива (в отличие от раздельного производства тепловой и электрической энергии) — таким образом, решаются и экологические проблемы, которые в больших городах требуют особого внимания.

Например, в Санкт-Петербурге достаточно хорошо известен новый гипермаркет «О'Кей» (далее гипермаркет) на Московском проспекте — его обеспечивает теплом и электроэнергией мини-ТЭЦ, спроектированная и построенная специалистами компании «А. Д. Д.» (фото 1).

Гипермаркет открылся в декабре 2006 года, а теплоэлектростанция начала вырабатывать тепловую и электри-



**Фото 2. Машинный зал теплоэлектростанции**

ческую энергию в октябре. В конце первого квартала 2007 г. она была сдана заказчику в промышленную эксплуатацию. В настоящий момент мини-ТЭЦ обеспечивает электрической и тепловой энергией 17 000 м<sup>2</sup> торговых помещений и электричеством — систему освещения автомобильной стоянки общей площадью 28 000 м<sup>2</sup>. При этом она является единственным источником электроэнергии и теплоснабжения торгового центра.

Состав энергокомплекса гипермаркета был определен исходя из требований технического задания и предварительных расчетов минимальной и максимальной электрической и тепловой нагрузки. В него вошли 4 газопоршневые установки PG1250B производства фирмы FG Wilson (Engineering) Ltd. с системой утилизации тепла, разработанной специалистами компании «А. Д. Д.»; пиковый водогрейный котел Vitoplex 100 (Германия) и дизель-генераторная установка P63531 (производства FG Wilson) мощностью 508 кВт (фото 2).

Суммарная электрическая мощность станции составляет 4,5 МВт, тепловая — 5,5 МВт, включая мощность пикового котла 1 МВт. Резервирование электрической мощности — 508 кВт — обеспечивается дизель-генератором. Секционное распределительное устройство и резервирование особо ответственных потребителей обеспечивают надежность электроснабжения объекта. В качестве основного топлива энергокомплекса используется природный газ.

Тепловой пункт оснащен пластинчатыми теплообменниками контура технической воды, циркуляционными насосами и системами автоматики. Тепловая схема теплоэлектростанции, разработанная при участии компании «А.Д. Д.», имеет ряд особенностей, отличающих ее как от ранее известных схем когенерации, так и от тепломеханических схем других объектов. Теплоэлектростанция имеет дымовую трубу высотой 45 м.

В составе газопоршневых генераторных установок PG1250B применены поршневые газовые двигатели с искровым зажиганием серии 4016-E16TRS (производство фирмы Perkins, Великобритания). Панели управления GCP32, смонтированные на генераторных установках PG1250B, позволяют им работать как параллельно между собой, так и синхронизированно с внешней сетью — без дополнительных устройств или шкафов синхронизации.

Выработка электроэнергии осуществляется однодвигательным бесщеточным силовым генератором переменного тока LL 8124P. Он установлен на единой раме с двигателем и соединен с ним посредством предохранительной муфты. Генератор имеет систему возбуждения с постоянными магнитами, позволяющими осуществлять стабилизацию параметров выходного напряжения в диапазоне  $\pm 0,5\%$  от номинального значения.

Выбор данного оборудования был обусловлен, прежде всего, высокими экологическими требованиями к силовым установкам, поскольку торговый комплекс расположен в центре города. Газопоршневые двигатели серии 4016-E16TRS, являющиеся силовыми агрегатами установок PG1250B производства фирмы WG Wilson, представлены на европейском рынке с конца 1999 года. Они являются дальнейшим развитием семейства двигателей 4000TESI MINNOX. Содержание NOx в выхлопных газах этих двигателей не превышает  $500 \text{ мг/м}^3$ , что соответствует ныне действующему европейскому стандарту TA-Luft по уровню вредных выбросов.

В то же время 4016-E16TRS не являются дальнейшей модернизацией двигателей серии 4000TESI, так как это вновь разработанные силовые установки. Помимо новых механических частей, в них применены принципиально новые электронные системы управления двигателем, куда входит электронный модуль управления количеством подаваемого газа. Эти системы имеют обратную связь с датчиками, контролирующими в режиме реального времени температуру выхлопных газов, содержание в них кислорода, нагрузку на двигатель.

Силовые установки серии 4016-E16TRS оснащены новыми системами турбонаддува и двухступенчатыми системами охлаждения наддувочного воздуха. Благодаря этому содержание NOx в выхлопных газах двигателей снизилось до  $250 \text{ мг/м}^3$ , что соответствует более строгому европейскому стандарту — 1/2TA-Luft. Кроме того, ресурс двигателя до первого капитального ремонта при соблюдении правил эксплуатации и своевременном проведении технического обслуживания увеличивается до 64 000 часов.

В настоящее время проведен статистический анализ параметров электрической и тепловой нагрузки объекта. На графике показаны усредненные данные тепловой и электрической нагрузки на объекте гипермаркета «О'Кей» при работе генераторных установок и систем утилизации тепла при отрицательных температурах окружающего воздуха.

На основании показателей среднестатистической суточной тепловой и электрической нагрузки были скорректированы режимы и алгоритм работы генераторных установок PG1250B. Сейчас установки работают по следующей схеме:

1. С 0 до 11 часов, когда нагрузка составляет от 800 до 1000 кВт, работают две установки.

2. После 11 часов, когда нагрузка возрастает с 1400 до 2300 кВт, осуществляется автоматический запуск третьего генератора и его синхронизация с двумя уже работающими установками — до 20 часов работают три установки.

3. В интервале от 21 до 23 часов нагрузка снижается с 2300 до 1000 кВт, и третья установка автоматически отключается. Четвертая установка находится в горячем резерве и используется для покрытия пиковых нагрузок или для подключения в систему в случае остановки (по любой причине) одного из трех основных генераторов.

Такой алгоритм работы выбран исходя из графиков электрической нагрузки и условия обеспечения постоянного (не менее 30%) резерва мощности для надежной работы комплекса при возможных набросах нагрузки в 200 кВт и выше.

Нужно отметить, что панели управления GCP32, смонтированные на установках PG1250B, автоматически запускают и последовательно подключают к энергосистеме генераторы с наименьшей, на момент старта, наработкой. Это позволяет сблизить количество наработанных моточасов генераторных установок, входящих в систему, и оптимизировать при этом проведение планового технического обслуживания генераторов, а также поставку на склад запасных частей и их расход при проведении техобслуживания.

При реализации данного проекта специалистами «А.Д. Д.» была выбрана последовательная схема подключения системы СНР и пикового водогрейного котла Vitoplex 100 в общий трубопровод, предназначенный для подачи потребителям горячего теплоносителя. Такое решение позволило не только уменьшить объем строительных и монтажных работ, но и оптимизировать работу всей системы теплоснабжения, одновременно повысив ее надежность.

Как известно, при снижении нагрузки на генераторную установку уменьшается поток выхлопных газов и понижается их температура, что приводит к снижению эффективности работы СНР. Однако из графика, видно, что при нагрузке 750 кВт, т.е. 75% от номинальной мощности установки, выход тепловой энергии от системы утилизации составляет не менее 1000 кВт, т.е. 90% от номинальной мощности СНР (при номинальной тепловой мощности системы утилизации не ниже 1110 кВт при 100%-й нагрузке на генераторную установку).

## SCHNEIDER ELECTRIC ЗАПУСТИЛА НА РОССИЙСКИЙ РЫНОК НОВУЮ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНУЮ СИСТЕМУ OPTILINE 45

OptiLine 45 включает в себя решения для всех видов кабельной проводки: через потолок, по стенам, через пол. В состав нового предложения входят кабельные каналы из ПВХ и алюминия, алюминиевые мини-колонны и сервисные стойки, напольные лючки, розеточные блоки, устанавливаемые или встраиваемые в мебель и, наконец, специально разработанная для системы OptiLine 45 электроустановочная серия Altira стандарта 45x45. Данная серия является универсальной, т.к. подходит в равной степени и для открытого, и для скрытого монтажа. Широкий выбор механизмов (более 100), декоративных рамок (10 цветов), суппортов и коробок для традиционного монтажа позволяет выдержать все инсталляции в едином дизайне и реализовать большинство функций, необходимых для управления современным офисом. Прямая установка изделий Altira простым защелкиванием, без использования суппортов и адаптеров является главным отличием системы от других подобных систем. Такое техническое решение делает монтаж более простым, удобным и быстрым.

Сочетание красивого внешнего вида, высокого шведского качества и разнообразных инновационных решений делает систему привлекательной для рынка строительства и, в первую очередь, для рынка коммерческих зданий.

Система соответствует самым жестким требованиям по функциональности, надежности, безопасности и удобству в эксплуатации.

[www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru)

## ОТКРЫТИЕ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «СИЛОВЫЕ МАШИНЫ- ЗАВОД «РЕОСТАТ»

400 млн руб. составил объем инвестиций в открытие нового производства ООО «Силовые машины-завод «Реостат»

19 октября 2007 г. состоялось открытие нового производства тяговых электродвигателей в ООО «Силовые машины-



**График электрической и тепловой нагрузки**

Следует подчеркнуть, что технология CHP не просто комбинированное производство электрической и тепловой энергии — это концепция, предусматривающая оптимизацию энергопотребления. Благодаря решениям, предложенным компанией «А.Д.Д.» при реализации проекта энергоснабжения гипермаркета, и техническим возможностям оборудования FG Wilson, удалось добиться высокой эффективности работы систем утилизации тепловой энергии даже при нагрузке установок менее 70% от номинальной мощности.

Кроме того, необходимо учитывать, что основные потребители автономного энергоснабжения — это владельцы электростанций. Для них важнейшими показателями являются низкие первоначальные вложения при минимальном сроке окупаемости и минимальная себестоимость электроэнергии, получаемой от теплоэлектростанции. Также большое значение имеет надежность поставляемого оборудования и квалифицированная техническая поддержка. Этим условиям отвечают генераторные установки FG Wilson, а возможности, опыт и ресурсы компании «А.Д.Д.» позволяют в полном объеме обеспечивать необходимую техническую поддержку поставленного оборудования, а также осуществлять комплектные поставки запасных частей и расходных материалов.

В заключение следует отметить, что энергетическая стратегия России на период до 2020 года, принятая в 2000 г., предусматривает сохранение доминирующей роли теплофикации и централизованного теплоснабжения крупных городов и промышленных комплексов. Вместе с тем, с изменением структуры собственности как в производственной, так и в жилищно-коммунальной сфере, доля децентрализованного теплоснабжения возрастает. Сооружение малых и средних ТЭС (в том числе за счет преобразования котельных в мини-ТЭЦ) не только обеспечит более эффективное использование топлива за счет комбинированного производства энергии, но и повысит надежность электроснабжения.

Обладая такими важными преимуществами, как надежность и качество, автономное электроснабжение может стать основным путем развития энергетики будущего. Если в 2003 году доля электроэнергии, вырабатываемой децентрализованными источниками, составляла 7% от общего объема, то к 2012 г., по оценкам экспертов, ее объем составит не менее 14%. Эта тенденция подтверждается и статистикой продаж генераторных установок FG Wilson на рынках России и стран СНГ.



Ю. В. Харечко

## АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ, ВЫПУСКАЕМЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

**А**втоматические выключатели бытового и аналогичного назначения, предназначенные для применения в электроустановках жилых зданий, производят многие фирмы. В настоящей статье изложена краткая информация о стандартах, которым должны соответствовать рассматриваемые автоматические выключатели, о некоторых характеристиках автоматических выключателей и их номенклатуре, а также требования к маркировке автоматических выключателей.

### Нормативные документы

В настоящее время действуют два стандарта Международной электротехнической комиссии (МЭК), в которых изложены требования к рассматриваемым автоматическим выключателям: стандарт МЭК 60898-1 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 1. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе» 2003 г. [1] и стандарт МЭК 60898-2 «Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 2. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе и постоянном токе» 2003 г. [2].

Стандарт МЭК 60898-1 устанавливает требования к автоматическим выключателям, предназначенным

для использования в электрических цепях переменного тока частотой 50 и (или) 60 Гц, имеющим номинальное напряжение до 440 В, номинальный ток до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании до 25000 А. Стандарт МЭК 60898-2 устанавливает дополнительные требования к однополюсным и двухполюсным автоматическим выключателям, предназначенным для использования также в электрических цепях постоянного тока и имеющим номинальное напряжение до 220 В (однополюсные) и до 440 В (двухполюсные), номинальный ток до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании (для постоянного тока) до 10000 А. Стандарт МЭК 60898-2 применяют совместно со стандартом МЭК 60898-1.

В России действуют два нормативных документа, устанавливающих требования к автоматическим выключателям бытового и аналогичного назначения. Это — ГОСТ Р 50345 [3] и ГОСТ Р МЭК 60898.2 [4].

ГОСТ Р 50345 разработан на основе ранее действовавшего стандарта МЭК 60898 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок» 1995 г. [5] и введен в действие с 1 января 2001 г. В ГОСТ Р 50345 приведены требования к воздушным автоматическим выключателям, контакты которых замыкаются и размыкаются

в воздухе при атмосферном давлении. Автоматические выключатели предназначены для работы в электрических цепях переменного тока частотой 50 и (или) 60 Гц. Они должны иметь номинальное напряжение не выше 440 В, номинальный ток — до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании<sup>1</sup> — не более 25 000 А<sup>2</sup>.

Автоматические выключатели бытового и аналогичного назначения предназначены для использования обычными лицами<sup>3</sup> и не нуждаются в обслуживании. Эти автоматические выключатели могут иметь одно или несколько значений номинального тока. Однако механизм, с помощью которого в автоматическом выключателе осуществляют переход от одного значения номинального тока к другому, в нормальных условиях эксплуатации должен быть недоступным потребителю, а само переключение должно быть возможным только при помощи инструмента.

Автоматические выключатели, номинальный ток которых регулируют средствами, доступными потребителю, а также автоматические выключатели, предназначенные для защиты электродвигателей, в ГОСТ Р 50345 не рассматривают.

Основным назначением автоматических выключателей является защита от сверхтока проводников электрических цепей в электроустановках зданий и в других низковольтных электроустановках с целью обеспечения пожарной безопасности. При типах заземления системы TN-C, TN-S и TN-C-S<sup>4</sup> автоматические выключатели могут быть также использованы для защиты от косвенного прикосновения в составе такой меры защиты от поражения электрическим током, как автоматическое отключение питания.

С помощью автоматических выключателей, конструкция которых соответствует требованиям ГОСТ Р 50345, в электроустановках зданий можно реализовать функцию разъединения<sup>5</sup>, то есть рассматриваемые автоматические выключатели могут быть использованы в качестве разъединителей<sup>6</sup>.

В рассматриваемом стандарте:

- установлены основные термины и их определения;
- дана классификация автоматических выключателей;
- рассмотрены характеристики автоматических выключателей, их стандартные и предпочтительные значения;
- перечислена информация, которая должна маркироваться на автоматических выключателях и содержаться в документации изготовителя;
- изложены требования к конструкции автоматических выключателей, их функционированию, а также к условиям окружающей среды;
- определены условия, которым должны соответствовать автоматические выключатели при их работе в нормальном режиме, при перегрузках и коротких замыканиях, вплоть до сверхтоков в главной цепи, равных номинальной коммутационной способности при коротком замыкании;
- установлены объемы и методики проведения испытаний автоматических выключателей и т.д.

В ГОСТ Р МЭК 60898.2 приведены дополнительные требования к однополюсным и двухполюсным автоматическим выключателям<sup>7</sup>, которые могут быть использованы также в электрических цепях постоянного тока. Эти автоматические выключатели должны иметь номинальное напряжение не более 220 В (однополюсные) и 440 В (двухполюсные), номинальный ток — до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании (для постоянного тока)<sup>8</sup> — не более 10 000 А. Как указано во введении ГОСТ Р МЭК 60898.2, стандарт устанавливает дополнительные или измененные требования по отношению к стандарту МЭК 60898-1 2003 г. Однако для практического применения требования ГОСТ Р МЭК 60898.2 могут быть отнесены к требованиям ГОСТ Р 50345.

## Основные характеристики автоматических выключателей

Автоматические выключатели характеризуются числом полюсов, наличием защиты от внешних воздействий, спосо-

<sup>1</sup> Наименование характеристики автоматических выключателей соответствует первоисточнику (стандарту МЭК 60898). В ГОСТ Р 50345 эта характеристика названа номинальной отключающей способностью.

<sup>2</sup> В подразделе 1.1 «Область применения» ГОСТ Р 50345 ошибочно записано: «... номинальной отключающей способностью более 25 000 А» (выделено автором). Однако значение этой характеристики автоматического выключателя не может быть более 25 000 А. В п. 5.3.4.2 ГОСТ Р 50345 указано: «При значениях св. 10 000 до 25 000 А включ. предпочтительное значение 20 000 А».

<sup>3</sup> Под обычным лицом понимают лицо, которое не является ни квалифицированным лицом, ни обученным лицом. В отличие от обученного и квалифицированного лица, обычное лицо не прошло специального обучения и поэтому не может надлежащим образом осознавать риски и избегать опасностей, создаваемых электричеством. В помещениях здания, доступных обычным лицам, нельзя применять многие виды электрооборудования, а также использовать некоторые меры защиты от поражения электрическим током. Более 99% населения нашей страны следует классифицировать в качестве обычных лиц. Обученные и квалифицированные лица составляют менее одного процента населения.

<sup>4</sup> Требования к указанным типам заземления системы изложены в ГОСТ Р 50571.2 [6] и в главе 1.7 ПУЭ седьмого издания [7].

<sup>5</sup> Разъединение — действие, направленное на отключение питания всей электроустановки или ее части путем отделения электроустановки или ее части от любого источника электрической энергии и выполняемое по соображениям электрической безопасности.

<sup>6</sup> Разъединитель — контактное коммутационное устройство, которое в разомкнутом положении соответствует требованиям, предъявляемым к функции разъединения.

<sup>7</sup> Далее в статье автоматические выключатели, соответствующие требованиям ГОСТ Р МЭК 60898.2 и стандарта МЭК 60898-2, названы универсальными автоматическими выключателями.

<sup>8</sup> Наименование характеристики соответствует первоисточнику (стандарту МЭК 60898). В ГОСТ Р МЭК 60898.2 эта характеристика названа предельной отключающей способностью постоянного тока.

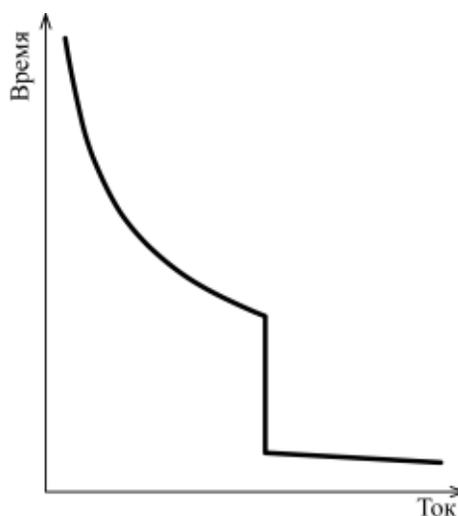
бом монтажа, способом присоединения, током мгновенного расцепления, характеристикой  $I^2t$  и постоянной времени. Кроме того, для автоматических выключателей рассматриваемыми стандартами установлены следующие характеристики: номинальное напряжение, номинальный ток, номинальная частота, параметры стандартной время-токовой зоны, диапазоны токов мгновенного расцепления, номинальная коммутационная способность при коротком замыкании и рабочая отключающая способность при коротком замыкании.

Характеристика «номинальное напряжение»  $U_e$  указывает значение напряжения, при котором обеспечена работоспособность автоматического выключателя, особенно при коротком замыкании. Для одного автоматического выключателя может быть установлено несколько значений номинального напряжения, каждому из которых соответствует собственное значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании.

В ГОСТ Р 50345 и в стандарте МЭК 60898-1 установлены следующие предпочтительные значения номинального напряжения для различных видов автоматических выключателей:

- для однополюсных — 120, 230, 230/400 В;
- для двухполюсных — 120/240, 230, 400 В;
- для трехполюсных и четырехполюсных — 240, 400 В.

Предпочтительные значения номинального напряжения, равные 120, 120/240 и 240 В, установлены в стандартах для автоматических выключателей, которые предназначены для использования в электрических системах переменного тока с номинальным напряжением 120/240 и 240 В. Автоматические выключатели, имеющие значения номинального напряжения 230, 230/400 и 400 В, применяют в широко распространенных электрических системах переменного тока с номинальным напряжением 230/400 В.



**Рис. 1. Время-токовая характеристика автоматического выключателя**

Помимо указанных выше значений номинального напряжения для переменного тока в ГОСТ Р МЭК 60898.2 и в стандарте МЭК 60898-2 для универсальных автоматических выключателей установлены следующие предпочтительные значения номинального напряжения постоянного тока:

- для однополюсных — 125, 220 В;
- для двухполюсных — 125/250, 220/440 В.

Номинальное напряжение изоляции рассматриваемых автоматических выключателей, как правило, равно 250/440 В.

Характеристика «номинальный ток»  $I_n$  указывает значение электрического тока, который автоматический выключатель способен проводить в продолжительном режиме

**Таблица 1**

**Параметры стандартных время-токовых зон автоматических выключателей**

Испытание	Тип мгновенного расцепления	Испытательный ток	Начальное состояние	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемый результат
a	B, C, D	$1,13 I_n$	Холодное <sup>9</sup>	$t \geq 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) $t \geq 2$ ч (при $I_n > 63$ А)	Без расцепления
b	B, C, D	$1,45 I_n$	Сразу за «а»	$t < 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) $t < 2$ ч (при $I_n > 63$ А)	Расцепление
c	B, C, D	$2,55 I_n$	Холодное	$1$ с $< t < 60$ с (при $I_n \leq 32$ А) $1$ с $< t < 120$ с (при $I_n > 32$ А)	Расцепление
d	B	$3,00 I_n$	Холодное	$t \geq 0,1$ с	Без расцепления
	C	$5,00 I_n$			
	D	$10,00 I_n$			
e	B	$5,00 I_n$	Холодное	$t < 0,1$ с	Расцепление
	C	$10,00 I_n$			
	D	$50,00 I_n$			

<sup>9</sup> Испытания при «холодном» начальном состоянии автоматического выключателя выполняют при контрольной температуре калибровки без предварительного пропускания электрического тока через его главную цепь.

**Таблица 2**
**Параметры стандартных время-токовых зон универсальных автоматических выключателей**

Испытание	Тип мгновенного расцепления	Испытательный ток		Начальное состояние	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемый результат
		пер.	пост.			
a	B, C	1,13 $I_n$		Холодное	$t \geq 1$ ч ( $I_n \leq 63$ A) $t \geq 2$ ч ( $I_n > 63$ A)	Без расцепления
b	B, C	1,45 $I_n$		Сразу за «а»	$t < 1$ ч ( $I_n \leq 63$ A) $t < 2$ ч ( $I_n > 63$ A)	Расцепление
c	B, C	2,55 $I_n$		Холодное	1 с $< t < 60$ с ( $I_n \leq 32$ A) 1 с $< t < 120$ с ( $I_n > 32$ A)	Расцепление
d	B	3 $I_n$	4 $I_n$	Холодное	0,1 с $< t < 45$ с ( $I_n \leq 32$ A) 0,1 с $< t < 90$ с ( $I_n > 32$ A)	Расцепление
	C	5 $I_n$	7 $I_n$		0,1 с $< t < 15$ с ( $I_n \leq 32$ A) 0,1 с $< t < 30$ с ( $I_n > 32$ A)	
e	B	5 $I_n$	7 $I_n$	Холодное	$t < 0,1$ с	Расцепление
	C	10 $I_n$	15 $I_n$			

**Таблица 3**
**Исправленные параметры стандартных время-токовых зон автоматических выключателей**

Испытание	Тип мгновенного расцепления	Испытательный ток	Начальное состояние	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемый результат
d	B	3,00 $I_n$	Холодное	0,1 с $< t < 45$ с ( $I_n \leq 32$ A) 0,1 с $< t < 90$ с ( $I_n > 32$ A)	Расцепление
	C	5,00 $I_n$		0,1 с $< t < 15$ с ( $I_n \leq 32$ A) 0,1 с $< t < 30$ с ( $I_n > 32$ A)	
	D	10,00 $I_n$		0,1 с $< t < 4$ с ( $I_n \leq 32$ A) 0,1 с $< t < 8$ с ( $I_n > 32$ A)	

при определенной контрольной температуре окружающего воздуха.

Под продолжительным режимом в стандарте понимают такой режим, при котором главные контакты автоматического выключателя остаются замкнутыми, проводя установившийся электрический ток без прерывания в течение продолжительного времени (неделями, месяцами и даже годами).

Контрольной температурой окружающего воздуха называют такую температуру окружающего воздуха, при которой устанавливают время-токовую характеристику автоматического выключателя. Стандартная контрольная температура окружающего воздуха принята равной 30 °С.

В ГОСТ Р 50345 и ГОСТ Р МЭК 60898.2, а также в стандартах МЭК 60898-1 и МЭК 60898-2 установлены следующие предпочтительные значения номинального тока: 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 А.

Время-токовая характеристика автоматического выключателя (рис. 1) представляет собой кривую, задающую время расцепления автоматического выключателя в зависимости от величины сверхтока, протекающего в его главной цепи.

Время-токовые характеристики автоматических выключателей, предназначенных для применения в электрических цепях переменного тока, должны соответствовать параметрам стандартных время-токовых зон, представленным в табл. 1, универсальных автоматических выключателей — параметрам стандартных время-токовых зон, представленным в табл. 2. Параметры стандартных время-токовых зон автоматических выключателей для испытания «d», приведенные в табл. 1, имеют ошибки. Поэтому в табл. 3 представлены исправленные данные, которые содержатся в изменениях, внесенных в 1996 г. в стандарт EN 60898, который соответствовал стандарту МЭК 60898. Эти изменения уточняют временные параметры стандартных время-токовых зон автоматических выключателей для испытания «d», а также корректируют методику проверки время-токовых характеристик автоматических выключателей при испытательных токах, равных 3  $I_n$ , 5  $I_n$  и 10  $I_n$ .

Автоматические выключатели имеют типы мгновенного расцепления B, C и D, для которых установлены следующие стандартные диапазоны токов мгновенного расцепления: тип B — свыше 3  $I_n$  до 5  $I_n$ , тип C —

свыше  $5 I_n$  до  $10 I_n$ , тип D — свыше  $10 I_n$  до  $50 I_n$ <sup>10</sup>. Некоторые фирмы производят автоматические выключатели с другими типами мгновенного расцепления, имеющими нижние и верхние пределы диапазонов токов мгновенного расцепления, значения которых меньше соответствующих пределов, установленных для типа мгновенного расцепления B. Например, выпускают автоматические выключатели, имеющие диапазон токов мгновенного расцепления свыше  $2 I_n$  до  $3 I_n$ . Подобные типы мгновенного расцепления не предусмотрены стандартами комплекса МЭК 60898.

Для универсальных автоматических выключателей стандартом МЭК 60898-2 и соответственно ГОСТ Р МЭК 60898.2 предусмотрено только два типа мгновенного расцепления — B и C. При этом для постоянного тока даны иные, чем для переменного тока, стандартные диапазоны токов мгновенного расцепления: тип B — свыше  $4 I_n$  до  $7 I_n$ , тип C — свыше  $7 I_n$  до  $15 I_n$ .

Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления B целесообразно применять для защиты от сверхтока большинства групповых электрических цепей в электроустановках индивидуальных жилых домов, в электроустановках квартир и в других, им подобных, электроустановках. Например, с их помощью можно выполнять защиту групповых электрических цепей освещения и штепсельных розеток. Препятствием, ограничивающим использование таких выключателей, является наличие больших пусковых токов электрооборудования.

Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления C обычно используют для защиты от сверхтока электрических цепей, в которых возможны большие пусковые токи при включении электрооборудования, например, групповых электрических цепей освещения, в которых предусмотрено одновременное включение большого числа светильников, групповых электрических цепей, в которые включено электрооборудование с электродвигателями, и др.

Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления D применяют для защиты от сверхтока тех элек-

трических цепей, в которых имеются большие импульсные пусковые токи, появляющиеся, например, при включении трансформаторов, электромагнитных клапанов, больших емкостных нагрузок и др.

Автоматические выключатели, мгновенно срабатывающие при меньшей кратности номинального тока, чем автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления B, используют для защиты от сверхтока электрических цепей с полупроводниковыми приборами, измерительных цепей с преобразователями, а также электропроводок большой протяженности.

Способность автоматических выключателей отключать определенные токи коротких замыканий устанавливаются две характеристики — «номинальная коммутационная способность при коротком замыкании»<sup>11</sup>  $I_{cn}$  и «рабочая отключающая способность при коротком замыкании»<sup>12</sup>  $I_{cs}$ . Доброкачественный автоматический выключатель должен два раза отключить ток короткого замыкания, который равен номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, и три раза отключить ток короткого замыкания, который равен рабочей отключающей способности при коротком замыкании.

Для автоматических выключателей бытового назначения в ГОСТ Р 50345, ГОСТ Р МЭК 60898.2 и в стандартах МЭК 60898-1, МЭК 60898-2 установлены следующие значения номинальной коммутационной способности при коротком замыкании:

- в диапазоне сверхтока до 10000 А включительно — стандартные значения номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, равные 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 А;
- в диапазоне сверхтока свыше 10000 А до 25000 А включительно — предпочтительное значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, равное 20000 А.

В ГОСТ Р 50345 и стандарте МЭК 60898-1 между номинальной коммутационной способностью при коротком замыкании автоматического выключателя и его рабочей

<sup>10</sup> По данным ГОСТ Р 50345. В стандарте МЭК 60898-1 верхняя граница стандартного диапазона токов мгновенного расцепления для типа мгновенного расцепления D установлена равной  $20 I_n$ . Для специальных автоматических выключателей, имеющих тип мгновенного расцепления D, верхняя граница может быть увеличена до  $50 I_n$ . Стандарт EN 60898-1 установил для автоматических выключателей рассматриваемую границу равной  $20 I_n$ .

<sup>11</sup> В ГОСТ Р 50345 рассматриваемая характеристика автоматического выключателя имеет наименование «номинальная отключающая способность», а в ГОСТ Р МЭК 60898.2 — «номинальная наибольшая отключающая способность». В первоисточниках (стандартах МЭК 60898 и МЭК 60898-2) эта характеристика названа иначе — «номинальная способность при коротком замыкании» («rated short-circuit capacity»). При этом под способностью при коротком замыкании (short-circuit capacity) в стандартах понимают (включающую и отключающую) способность при коротком замыкании (short-circuit (making and breaking) capacity), то есть коммутационную способность автоматического выключателя при коротком замыкании. Для устранения расхождений в наименованиях одной и той же характеристики автоматического выключателя, в новых редакциях ГОСТ Р 50345 и ГОСТ Р МЭК 60898.2 или в стандартах, их заменяющих, вместо терминов «номинальная отключающая способность» и «номинальная наибольшая отключающая способность» следует использовать термин «номинальная коммутационная способность при коротком замыкании».

<sup>12</sup> В ГОСТ Р 50345 и в ГОСТ Р МЭК 60898.2 рассматриваемая характеристика автоматического выключателя имеет наименование «рабочая наибольшая отключающая способность». В первоисточниках (стандартах МЭК 60898 и МЭК 60898-2) эта характеристика названа иначе — «рабочая отключающая способность при коротком замыкании» («service short-circuit breaking capacity»). Для устранения расхождений в наименованиях одной и той же характеристики автоматического выключателя, в новых редакциях ГОСТ Р 50345 и ГОСТ Р МЭК 60898.2 или в стандартах, их заменяющих, вместо термина «рабочая наибольшая отключающая способность» следует использовать термин «рабочая отключающая способность при коротком замыкании».

Таблица 4

**Соотношение между номинальной коммутационной способностью при коротком замыкании и рабочей отключающей способностью при коротком замыкании**

Номинальная коммутационная способность при коротком замыкании $I_{cn}$	Рабочая отключающая способность при коротком замыкании $I_{cs}$
$I_{cn} \leq 6000 \text{ A}$	$I_{cs} = I_{cn}$
$6000 \text{ A} < I_{cn} \leq 10000 \text{ A}$	$I_{cs} = 0,75 I_{cn}$ , но не менее 6000 A
$I_{cn} > 10000 \text{ A}$	$I_{cs} = 0,5 I_{cn}$ , но не менее 7500 A

отключающей способностью при коротком замыкании установлено соотношение, представленное в табл. 4. Указанная информация приведена соответственно в табл. 15 и 18 этих стандартов. Однако соотношение между рабочей отключающей способностью и номинальной коммутационной способностью в стандартах задано с помощью коэффициента, равного  $K=I_{cs}/I_{cn}$ .

Рассматриваемые характеристики автоматических выключателей используют для согласования их численных значений с токами короткого замыкания в электроустановке здания. Значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании должно превышать или быть равным максимальному току короткого замыкания в месте установки автоматического выключателя. В требованиях стандарта МЭК 60364-5-53<sup>13</sup> «Электрические установки зданий. Часть 5—53. Выбор и установка электрического оборудования. Разъединение, коммутация и управление» 2002г.

[8] указано, что когда стандарт на защитное устройство, определяет и рабочую отключающую способность при коротком замыкании, и номинальную предельную отключающую способность при коротком замыкании, допустимо выбирать защитное устройство на основе предельной отключающей способности при коротком замыкании для максимальных характеристик короткого замыкания. Однако условия эксплуатации могут сделать желательным выбор защитного устройства по рабочей отключающей способности при коротком замыкании, например, когда защитное устройство устанавливается на вводе низковольтной электроустановки. Поэтому при согласовании характеристик автоматических выключателей с характеристиками электроустановки здания значения их рабочих отключающих способностей при коротком замыкании целесообразно выбирать так, чтобы они превышали или были равными максимальным токам короткого замыкания в местах их установки.

Таблица 5

**Предельные значения характеристики  $I^2t$  для автоматических выключателей,  $A^2s$**

Номинальная коммутационная способность при коротком замыкании, A	Класс ограничения электроэнергии				
	1		2		3
	Тип мгновенного расцепления автоматического выключателя				
	В и С	В	С	В	С
<b>Номинальный ток до 16 А включительно</b>					
3000	Предельные значения не установлены	31 000	37 000	15 000	18 000
4500		60 000	75 000	25 000	30 000
6000		100 000	120 000	35 000	42 000
10 000		240 000	290 000	70 000	84 000
<b>Номинальный ток свыше 16 А до 32 А включительно*</b>					
3000	Предельные значения не установлены	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10 000		310 000	370 000	90 000	110 000
* Для автоматических выключателей с номинальным током 40 А могут быть применены максимальные значения, равные 120 % от указанных в таблице. Такие автоматические выключатели могут быть маркированы символом соответствующего класса ограничения электроэнергии.					

<sup>13</sup> В составе комплекса ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий» нет стандарта, который соответствует стандарту МЭК 60364-5-53.

Автоматические выключатели с номинальным током до 40 А обычно являются токоограничивающими автоматическими выключателями и соответствуют третьему классу ограничения электроэнергии. Их маркируют знаком

**3**. Такие автоматические выключатели целесообразно использовать для защиты электрических цепей от короткого замыкания, поскольку именно они обеспечивают наиболее сильное снижение негативного воздействия токов короткого замыкания на проводники и другое электрооборудование.

Характеристика «класс ограничения электроэнергии» и значения характеристики  $I^2t$ , по которым автоматические выключатели могут быть отнесены к определенному классу, не предусмотрены ни в ГОСТ Р 50345, ни в действующем стандарте МЭК 60898-1. Однако в стандарте МЭК 60898-1 отмечается, что в дополнение к характеристике  $I^2t$ , обеспеченной производителем, автоматические выключатели могут быть классифицированы согласно их характеристике  $I^2t$ . По требованию производитель должен сделать доступным характеристику  $I^2t$ . Он может указать классификацию  $I^2t$  и соответственно маркировать автоматические выключатели.

В табл. 5 представлены максимальные значения характеристики  $I^2t$  автоматических выключателей по классам ограничения электроэнергии, значения которых заимствованы из изменения А11, внесенного в стандарт EN 60898 в 1994 г.

## Номенклатура автоматических выключателей

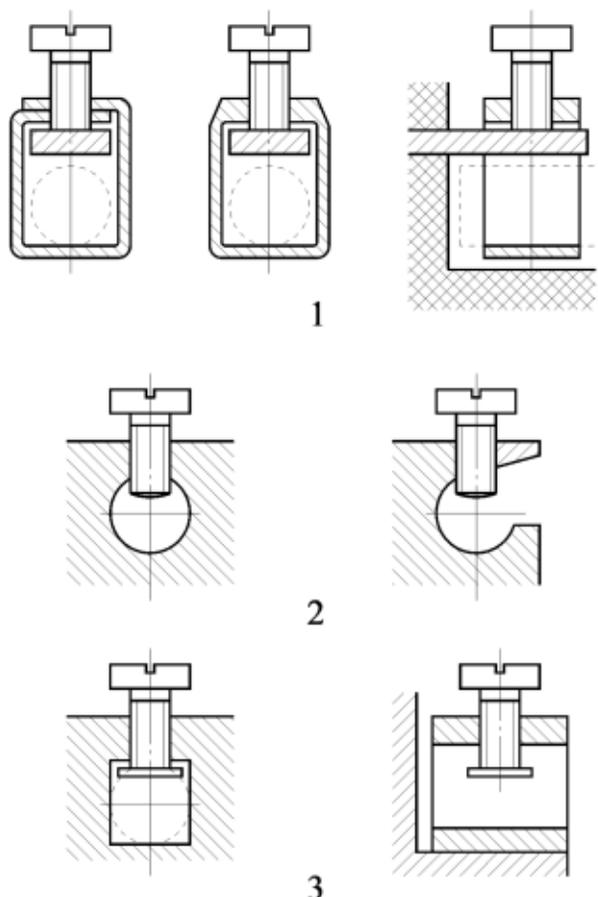
Автоматические выключатели бытового назначения производят в соответствии с требованиями действующих стандартов МЭК 60898-1 и МЭК 60898-2. Автоматические выключатели, выпускаемые европейскими фирмами или предназначенные для использования в странах Европы, соответствуют также требованиям европейских стандартов EN 60898-1 и EN 60898-2, которые разработаны на основе стандартов МЭК 60898-1 и МЭК 60898-2, но имеют меньшее число ошибок.

Фирмы производят большое число модификаций автоматических выключателей в литых пластмассовых корпусах в так называемом модульном исполнении, при котором ширина устройств зависит от числа полюсов и устанавливается кратной одному модулю, равному 17,5 мм (18 мм).

Серийно производимые автоматические выключатели обычно предназначены для установки в низковольтные распределительные устройства. Крепление аппаратов производят на профилированные монтажные рейки шириной 35 мм<sup>14</sup>. Некоторые автоматические выключатели можно также крепить на монтажные платы с помощью винтов.

Все автоматические выключатели, предназначенные для установки в низковольтных распределительных устройствах, можно условно подразделить на три большие группы:

- автоматические выключатели с номинальным током до 63 А включительно;



**Рис. 2. Столчатые выводы автоматических выключателей:**

- 1 — выводы с хомутиком;**
- 2 — выводы без прижимных пластин;**
- 3 — выводы с прижимными пластинами**

- автоматические выключатели с номинальным током до 125 А включительно;

- универсальные автоматические выключатели.

Автоматические выключатели, входящие в состав двух первых групп, обычно предназначены для использования в электрических цепях переменного тока. Они могут работать также и в электрических цепях постоянного тока, но при пониженном напряжении. Универсальные автоматические выключатели могут использоваться как в электрических цепях переменного тока, так и в электрических цепях постоянного тока без какого бы то ни было снижения напряжения.

Все автоматические выключатели оснащены механизмом свободного расцепления и имеют расцепитель сверхтока прямого действия, который обычно включает в себя:

- тепловой расцепитель перегрузки с обратно-зависимой выдержкой времени, срабатывание которого зависит

<sup>14</sup> Требования к монтажным рейкам изложены в ГОСТ Р 60715 [9].

от теплового действия протекающего через него электрического тока;

- электромагнитный расцепитель токов короткого замыкания, вызывающий размыкание автоматического выключателя без выдержки времени.

Расцепитель перегрузки предназначен для защиты от малых токов перегрузки, а расцепитель токов короткого замыкания — от больших токов перегрузки и токов короткого замыкания.

Современные автоматические выключатели, как правило, имеют столбчатые выводы (рис. 2). Конструкция выводов автоматических выключателей, имеющих номинальный ток до 63 А включительно, обычно допускает одновременное присоединение жил проводов или кабелей и специальных соединительных шин сечением 10 или 16 мм<sup>2</sup>, которые могут использоваться для их электрического соединения с другими автоматическими выключателями и устройствами защитного отключения. Выводы автоматических выключателей с номинальным током более 63 А позволяют подключать жилы проводов и кабелей.

Максимальные сечения проводников внешних электрических цепей, подключаемых к выводам автоматических выключателей, обычно равны 16—25 мм<sup>2</sup> при номинальном токе до 63 А, 25—35 мм<sup>2</sup> при номинальном токе 80—100 А и 35—50 мм<sup>2</sup> при номинальном токе 125 А.

Выпускаемые автоматические выключатели имеют коммутационную износостойкость, обычно равную 10 000—20 000 циклам оперирования.

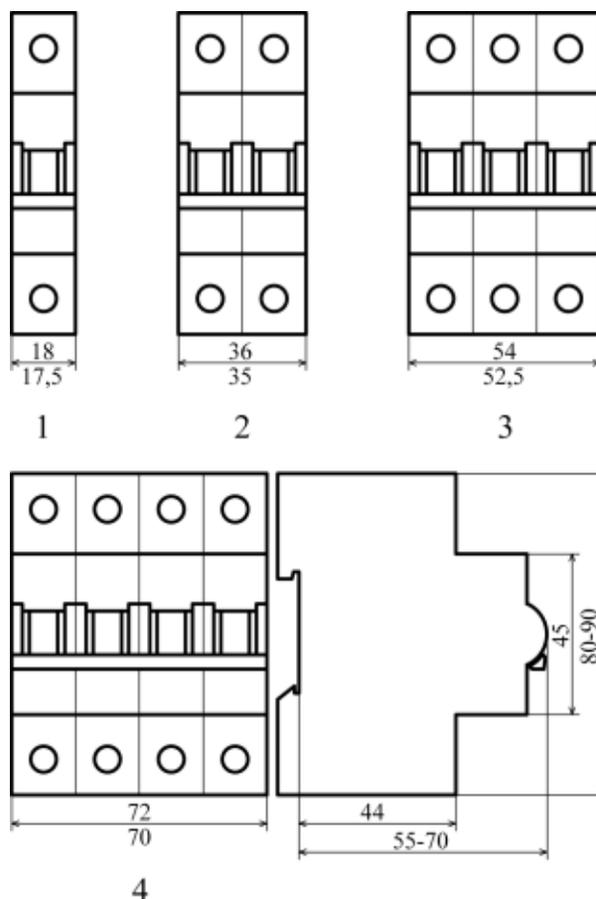
Автоматические выключатели, как правило, предназначены для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от – 25 до + 40 °С.

## Автоматические выключатели с номинальным током до 63 А

Автоматические выключатели бытового назначения, которые имеют номинальный ток до 63 А, выпускает большое число фирм. Основные установочные размеры таких автоматических выключателей стандартизированы. Их ширина зависит от числа полюсов и устанавливается кратной одному модулю (17,5 или 18 мм). Ширина однополюсного автоматического выключателя обычно равна 17,5 или 18 мм, двухполюсного — 35 или 36 мм, трехполюсного — 52,5 или 54 мм и четырехполюсного — 70 или 72 мм (рис. 3).

Некоторые фирмы производят двухполюсные автоматические выключатели с одним защищенным полюсом<sup>15</sup> и коммутирующим нейтральным полюсом<sup>16</sup> в корпусе, ширина которого равна одному модулю.

Автоматические выключатели с номинальным током до 63 А обычно предназначены для использования в электрических цепях переменного тока с номинальной частотой



**Рис. 3. Автоматические выключатели с номинальным током до 63 А:**  
**1 — однополюсные; 2 — двухполюсные;**  
**3 — трехполюсные; 4 — четырехполюсные**

50—60 Гц. Номинальное напряжение рассматриваемых автоматических выключателей равно 230/400 В. Однако большинство из них можно использовать в электрических цепях постоянного тока при пониженном напряжении, например, при напряжении на один полюс до 60 В.

Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления В обычно имеют номинальные токи, равные следующим предпочтительным значениям номинального тока: 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50 и 63 А. Автоматические выключатели с типами мгновенного расцепления С и D выпускают с более широким диапазоном номинальных токов. Помимо предпочтительных значений, указанных выше, они могут иметь следующие значения номинального тока: 0,16; 0,20; 0,25; 0,3; 0,5; 0,75; 1,0; 1,6; 2; 3; 4 А.

Рассматриваемые автоматические выключатели обычно имеют номинальную коммутационную способность при

<sup>15</sup> Защищенный полюс — полюс автоматического выключателя, оснащенный расцепителем сверхтока.

<sup>16</sup> Коммутирующий нейтральный полюс — полюс автоматического выключателя, предназначенный только коммутировать электрическую цепь нейтрального проводника и не предназначенный иметь коммутационную способность при коротком замыкании. Его маркируют буквой «N».

Таблица 6

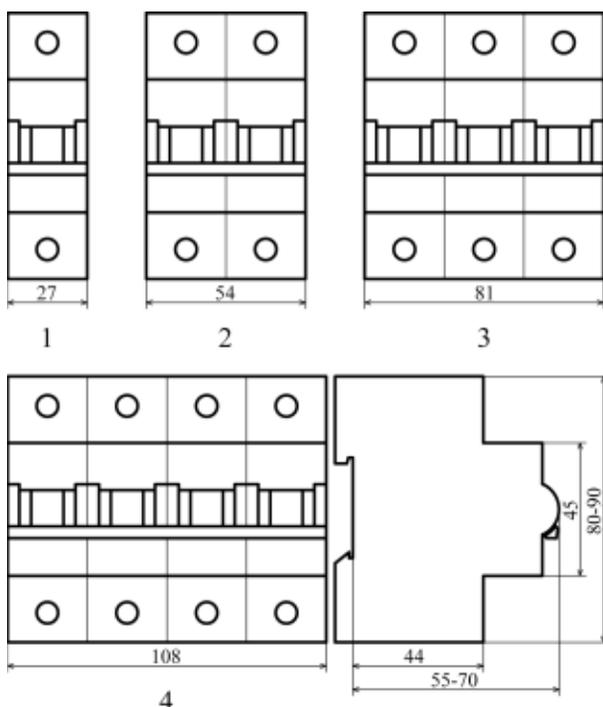
Примерная номенклатура автоматических выключателей с номинальным током до 63 А

Вид автоматического выключателя по числу и типу полюсов	Диапазон значений номинального тока, А, при типе мгновенного расцепления		
	В	С	D
Однополюсный	6—63	0,16—63	0,3—63
Двухполюсный с одним защищенным полюсом и коммутирующим нейтральным полюсом	6—63	0,16—63	0,3—63
Двухполюсный с двумя защищенными полюсами	6—63	0,16—63	0,3—63
Трехполюсный с тремя защищенными полюсами	6—63	0,16—63	0,3—63
Четырехполюсный с тремя защищенными полюсами и коммутирующим нейтральным полюсом	6—63	0,16—63	0,3—63
Четырехполюсный с четырьмя защищенными полюсами	6—63	0,16—63	0,3—63

коротком замыкании, равную 6000 и 10 000 А. Выпускают автоматические выключатели с номинальной коммутационной способностью при коротком замыкании 3000 и 4500 А, а также 15 000, 20 000 и 25 000 А.

Автоматические выключатели, имеющие номинальный ток до 40 А, могут быть токоограничивающими и соответствовать классу ограничения электроэнергии 3.

Примерная номенклатура автоматических выключателей с номинальным током до 63 А, серийно выпускаемых различными фирмами, представлена в табл. 6.



**Рис. 4. Автоматические выключатели с номинальным током до 125 А:**  
**1 — однополюсные; 2 — двухполюсные;**  
**3 — трехполюсные; 4 — четырехполюсные**

## Автоматические выключатели с номинальным током до 125 А

Автоматические выключатели с номинальным током до 125 А имеют менее широкую номенклатуру, чем автоматические выключатели с номинальным током до 63 А. Их выпускают не все фирмы, производящие автоматические выключатели бытового и аналогичного назначения.

Ширина рассматриваемых автоматических выключателей также зависит от числа полюсов, однако, как правило, устанавливается кратной полутора модулям. Однополюсный автоматический выключатель обычно имеет ширину 27 мм, двухполюсный — 54 мм, трехполюсный — 81 мм и четырехполюсный — 108 мм (рис. 4). Остальные размеры рассматриваемых автоматических выключателей стандартизированы.

Автоматические выключатели с номинальным током до 125 А обычно предназначены для использования в электрических цепях переменного тока с номинальной частотой 50—60 Гц. Их номинальное напряжение, как правило, равно 230/400 В. Рассматриваемые автоматические выключатели могут использоваться также в электрических цепях постоянного тока при пониженном напряжении (например, при напряжении на один полюс до 60 В включительно).

Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления В обычно имеют номинальные токи, равные следующим предпочтительным значениям номинального тока: 40, 50, 63, 80, 100 и 125 А. Автоматические выключатели с типами мгновенного расцепления С и D дополнительно могут иметь значения номинального тока, равные 10, 13, 16, 20, 25 и 32 А.

Рассматриваемые автоматические выключатели обычно имеют номинальную коммутационную способность при коротком замыкании, равную 6000 и 10 000 А. Выпускают также автоматические выключатели с номинальной коммутационной способностью при коротком замыкании 15 000, 20 000 и 25 000 А.

Примерная номенклатура автоматических выключателей с номинальным током до 125 А, серийно выпускаемых фирмами, представлена в табл. 7.

Таблица 7

Примерная номенклатура автоматических выключателей с номинальным током до 125 А

Вид автоматического выключателя по числу и типу полюсов	Диапазон значений номинального тока, А, при типе мгновенного расцепления		
	В	С	D
Однополюсный	40—125	10—125	10—125
Двухполюсный с двумя защищенными полюсами	40—125	10—125	10—125
Трехполюсный с тремя защищенными полюсами	40—125	10—125	10—125
Четырехполюсный с тремя защищенными полюсами и коммутирующим нейтральным полюсом	40—125	10—125	10—125
Четырехполюсный с четырьмя защищенными полюсами	40—125	10—125	10—125

### Универсальные автоматические выключатели

Некоторые фирмы выпускают однополюсные и двухполюсные универсальные автоматические выключатели, которые могут работать как в электрических цепях переменного, так и в электрических цепях постоянного тока.

Основные размеры универсальных автоматических выключателей такие же, как у автоматических выключателей с номинальным током до 63 А (рис. 5).

Номинальное напряжение универсальных автоматических выключателей для переменного тока с номинальной частотой 50—60 Гц равно 230/400 В, для постоянного тока — 220/440 В (до 250 В на каждый полюс).

Универсальные автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления В обычно имеют номинальные токи, равные следующим предпочтительным значениям номинального тока: 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32 и 40 А. Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления С выпускают с более широким диапазоном номинальных токов. Помимо предпочтительных значений номинального тока, указанных выше, они могут иметь значения номинального тока, равные 0,5; 0,75; 1,0; 1,6; 2; 3; 4 и 50 А.

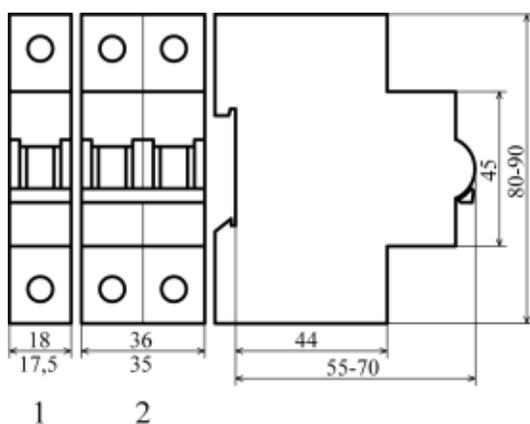


Рис. 5. Универсальные автоматические выключатели:

1 — однополюсные; 2 — двухполюсные

Таблица 8

Примерная номенклатура универсальных автоматических выключателей

Вид автоматического выключателя по числу и типу полюсов	Диапазон значений номинального тока, А, при типе мгновенного расцепления	
	В	С
Однополюсный	6—40	0,5—50
Двухполюсный с двумя защищенными полюсами	6—40	0,5—50

Рассматриваемые автоматические выключатели обычно имеют номинальную коммутационную способность при коротком замыкании (для постоянного тока), которая равна 4500, 6000 и 10000 А.

Универсальные автоматические выключатели (с номинальным током до 40 А) могут иметь класс ограничения электроэнергии 3 (для переменного тока).

Примерная номенклатура универсальных автоматических выключателей, серийно выпускаемых фирмами, представлена в табл. 8.

### Маркировка автоматических выключателей

Каждый автоматический выключатель должен иметь стойкую маркировку, которая включает в себя следующие данные:

Наименование или товарный знак изготовителя.

Типовое обозначение, каталожный или серийный номер.

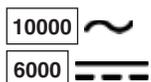
Одно или несколько значений номинального напряжения. Для универсальных автоматических выключателей значения номинального напряжения переменного тока указывают с символом  $\sim$ , постоянного тока — с символом  $\text{— — —}$ .

Номинальный ток  $I_n$  в амперах без указания единицы измерения с предшествующим обозначением типа мгновенного расцепления (В, С или D, для универсальных автоматических выключателей указывают В или С). Например, маркировка «С 32» на автоматическом выключателе обозначает, что он имеет тип мгновенного расцепления С и номинальный ток, равный 32 А.

Номинальную частоту, если автоматический выключатель рассчитан только на одну частоту.

Номинальную коммутационную способность при коротком замыкании  $I_{сн}$  в амперах. Для универсальных автоматических выключателей значение этой характеристики указывают в одном прямоугольнике, если оно одинаково для переменного и постоянного тока, например: **6000**.

Если номинальная коммутационная способность при коротком замыкании для переменного и постоянного тока отличаются друг от друга, то их указывают в двух расположенных рядом прямоугольниках, помеченных символами переменного и постоянного тока, например:



Если на универсальный автоматический выключатель наносят обозначение постоянной времени  $T15$ , которая относится к маркировке номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, то ее выполняют в прямоугольнике, например так:



Коммутационную схему, если не очевиден правильный способ присоединения к автоматическому выключателю проводников внешних электрических цепей.

Контрольную температуру окружающего воздуха, если она отличается от 30 °С.

Степень защиты, если она отличается от IP20.

Маркировка, указывающая тип мгновенного расцепления и номинальный ток, должна быть четко видна после установки автоматического выключателя.

При отсутствии места маркировка остальных характеристик может быть выполнена на боковых и задних поверхностях автоматического выключателя.

На автоматических выключателях, которые имеют несколько значений номинального тока, маркируют максимальное его значение, а также значение номинального тока, на который он отрегулирован.

По запросам потребителей изготовитель обязан предоставлять характеристики  $I^2t$  выпускаемых им автоматических выключателей.

Изготовитель может указать класс характеристики  $I^2t$  (класс ограничения электроэнергии) и выполнить соответствующую маркировку автоматических выключателей.

Разомкнутое (отключенное) положение автоматического выключателя, управляемого органом оперирования, перемещаемым вверх — вниз (вперед — назад), должно обозначаться знаком «O» (окружностью), замкнутое (включенное) его положение маркируется знаком «I» (вертикальной чертой). Эти обозначения должны быть хорошо видны после установки автоматического выключателя.

При необходимости различать входные и выходные выводы их следует соответственно обозначать стрелками, которые направлены к автоматическому выключателю и от него.

Выводы автоматического выключателя, предназначенные только для присоединения нейтрального проводника, должны быть маркированы буквой «N».

Выводы автоматического выключателя, которые используют исключительно лишь для присоединения защитного проводника, маркируют символом:

При необходимости выводы универсального автоматического выключателя могут быть промаркированы символами «+» и «-».

## Литература

1. International standard IEC 60898-1. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation. Edition 1.2. — Geneva: IEC, 2003-07.

2. International standard IEC 60898-2. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 2: Circuit-breakers for a. c. and d. c. operation. Edition 1.1. — Geneva: IEC, 2003-07.

3. ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898-95). Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

4. ГОСТ Р МЭК 60898.2–2006. Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков электроустановок бытового и аналогичного назначения. Ч. 2. Выключатели автоматические для переменного и постоянного тока. — М.: Стандартинформ, 2006.

5. International standard IEC 60898. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Second edition. — Geneva: IEC, 1995-02.

6. ГОСТ Р 50571.2–94 (МЭК 364-3–93). Электроустановки зданий. Ч. 3. Основные характеристики. — М.: Изд-во стандартов, 1995.

7. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Гл. 1.1: Общая часть; гл. 1.2: Электроснабжение и электрические сети; гл. 1.7: Заземление и защитные меры электробезопасности; гл. 1.9: Изоляция электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Гл. 7.1: Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий; гл. 7.2: Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений; гл. 7.5: Электротермические установки; гл. 7.6: Электросварочные установки; гл. 7.10: Электролизные установки и установки гальванических покрытий. — 7-е изд. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2002.

8. International standard IEC 60364-5-53. Electrical installations of buildings. Part 5—53: Selection and erection of electrical equipment. Isolation, switching and control. Edition 3.1. — Geneva: IEC, 2002–06.

9. ГОСТ Р 60715–2003. Аппаратура распределения и управления низковольтная. Установка и крепление на рейках электрических аппаратов в низковольтных комплектных устройствах распределения и управления. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.



**М. В. Матвеев,**  
к. ф.-м. н.,  
ООО «ЭЗОП»

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Заземляющие устройства (ЗУ) играют важную роль в обеспечении надежной и безопасной работы современных предприятий. Сегодня помимо «традиционной» функции обеспечения электробезопасности персонала на ЗУ возлагаются задачи, связанные с обеспечением электромагнитной совместимости (ЭМС) современных систем автоматизированного и автоматического управления, защиты, связи и т.п. [1—18] При этом, однако, содержащиеся в современной НТД требования к заземляющим устройствам остались почти неизменными: обычно нормируется сопротивление ЗУ, напряжение шага и напряжение прикосновения. В некоторых случаях в НТД накладываются также требования на величину сопротивления связи между различными элементами заземляющего устройства, на уровень потенциалов на элементах ЗУ и т.п. В настоящей работе конспективно излагается общий подход, сложившийся по результатам обследования ЗУ на энергетических и промышленных предприятиях именно по условиям ЭМС. Кратко описываются наибо-*

*лее характерные проблемы ЭМС, связанные с заземлением. В основу работы положен опыт обследования ЗУ на электрических станциях и подстанциях, промышленных предприятиях, объектах связи, объектах нефтегазового комплекса (в первую очередь — газокompрессорных станциях). Всего было обследовано более 300 объектов.*

### **1. Проблема влияния разностей потенциалов**

В реальности практически любое территориально обособленное предприятие имеет, в определенном смысле слова, единое ЗУ. Действительно, здания и сооружения на территории подобного объекта связаны различными естественными и искусственными заземлителями. Сюда относятся трубопроводы самого разного назначения, PEN-проводники системы питания, проводящие покровы (экраны, броня) кабелей и т.п. В некоторых случаях (например, на электрических станциях и подстанциях) для уравнивания потенциалов по их территории используются сложные заземлители, имеющие структуру сетки.

В классической теории считается, что при вводе в ЗУ объекта тока  $I$  потенциал всех его элементов становится равным некоторой величине  $V$ . Отношение  $V/I$  называют в этом случае сопротивлением ЗУ, которое и нормируется в НТД. Поэтому традиционно считается, что необходимо обеспечивать защиту цепей проводной связи, связывающих рассматриваемый объект с удаленными объектами: при протекании через ЗУ значительных токов (при коротких замыканиях, грозových разрядах и т.п.). Действительно, потенциал  $V$  оказывается приложенным к этим цепям и соответствующим « входам » аппаратуры в режиме « провод — земля ». Цепи контроля и управления, не выходящие за пределы ЗУ объекта, долгое время считались не подверженными опасности.

В то же время в реальности выравнивание потенциала между различными точками ЗУ объекта, распределенного по значительной (десятки, тем более — сотни метров) территории редко бывает эффективным даже на низкой частоте (проблемы влияния частоты на характеристики ЗУ мы еще коснемся далее). Рассмотрим два простых примера. Так, при обследовании специалистами «ЭЗОП» заземляющего устройства одной из подстанций 500 кВ (спроектированного по условиям напряжения прикосновения) производилась имитация короткого замыкания: от измерительного прибора создавались две токовые петли, имитирующие протекание составляющих тока однофазного КЗ на землю (соответствующих подпитке места КЗ от собственных трансформаторов объекта и подпитке из энергосистемы). Измеренные потенциалы пересчитывались затем пропорционально реальным токам КЗ. Результат оказался следующим: перепад потенциалов между различными точками заземляющего устройства будет достигать 5 кВ. Этот потенциал будет приложен к изоляции информационных цепей различного назначения и входам аппаратуры, что вызовет, скорее всего, повреждение как кабелей, так и аппаратуры. Как показывает практика, неравномерность распределения потенциала в пределах ЗУ большого объекта (например — электрической станции или подстанции) может приближаться к 100 %.

Аналогичная ситуация может наблюдаться и на территории предприятия, связанного с высоковольтной подстанцией оболочками кабелей и заземлителями. Типичный пример — компрессорная станция магистрального газопровода: в случае однофазного КЗ на территории питающей подстанции происходит вынос потенциала на заземления зданий и сооружений на территории КС. В результате, между заземлениями различных зданий и сооружений возникают разности потенциалов до нескольких кВ, прикладываемые в итоге к информационным цепям, объединяющим здания и сооружения объекта в единую сеть.

Качество связи между различными элементами ЗУ зависит от многих факторов (конфигурация естественных и искусственных заземлителей, их материал и сечение, качество контактных соединений, свойства грунта и т.п.). Поэтому для оценки разностей потенциалов, прикладываемых к изоляции кабелей и входам аппаратуры, необходимо

контролировать связь с ЗУ практически всех надземных элементов этого ЗУ. Это касается как цепей, выходящих за пределы ЗУ объекта, так и цепей кабелей, проходящих в пределах его территории. Проще всего это делать относительно некоторой опорной точки (например, заземления одного из трансформаторов подстанции).

Таким образом, при рассмотрении ЗУ современных энергетических и промышленных объектов, предположение об эквипотенциальности ЗУ не следует использовать, если оно не обосновано дополнительно. Например, в ряде случаев приходилось сталкиваться с ситуациями, когда на основе измерений делались ошибочные выводы о повышенном сопротивлении ЗУ объекта. На деле же выяснялось, что при измерениях сопротивления ЗУ объекта бралась точка, связь которой с общим ЗУ объекта оказывалась недостаточной. Вообще, по-видимому, измерение такой величины, как сопротивление ЗУ объекта имеет смысл лишь в том случае, когда качество связей между элементами этого ЗУ не вызывает сомнения. В количественном отношении это означает, что величины сопротивлений связи для элементов ЗУ должны быть много меньше величины, рассматриваемой как сопротивление ЗУ объекта в целом.

Еще одной важной проблемой является обеспечение корректного учета неравномерности распределения потенциала по ЗУ при применении методов численного моделирования. Традиционный подход к проведению таких расчетов (см., например [18]) основывается на использовании «двухступенчатого» метода моделирования ЗУ. При этом сначала рассчитываются сопротивления элементов ЗУ в «статическом» режиме (т. е., все ЗУ объекта принимается, фактически, эквипотенциальным). Далее определяется распределение потенциала по заземляющему контуру ЭС (ПС) уже на базе стандартных методов теории цепей.

При этом возможно возникновение значительных погрешностей за счет того, что распределение потенциала по ЗУ носит неравномерный характер, чем нельзя пренебрегать даже на первой стадии расчета. Поэтому использование традиционных методов для ЗУ больших размеров (а это — большинство ЭС и ПС) связано с определенными трудностями, особенно на высоких частотах.

В настоящее время разработан, апробирован и реализован в виде программного комплекса «Контур» более современный алгоритм, основанный на единой математической модели, одновременно учитывающей как неравномерность распределения потенциалов по ЗУ объекта, так и процесс растекания тока с элементов заземляющего устройства.

## 2. Характеристики заземления на высоких частотах

Особенностью современной электронной аппаратуры является сравнительно высокая чувствительность к импульсным помехам. В частности, высокую опасность для аппаратуры представляют импульсные помехи при молниевых разрядах, коммутациях высоковольтного и низковольтного

оборудования и т.п. В значительной степени уровень помех зависит от состояния заземляющего устройства. Ключевым моментом является тот факт, что сопротивление заземляющего устройства *сильно зависит от частоты*. Рассмотрим небольшой пример (рис. 1).

На одном из объектов в Москве возникла необходимость выбора системы заземления аппаратуры связи. Одним из требований было обеспечение высокой эффективности заземляющего устройства в широком диапазоне частот. Были произведены замеры сопротивления растеканию (по классической схеме «амперметр-вольтметр»), но на разных частотах. При измерениях проверялось несколько металлоконструкций:

1. шина заземления в помещении (за стенкой помещения);
2. N-проводник («ноль») сети питания 0,4 кВ;
3. металлоконструкции, связанные с трубопроводом водоснабжения;
4. бывшее основание насоса (заглубленная в грунт металлоконструкция);
5. арматура здания.

Результаты приведены ниже в виде диаграммы.

Видно, что сопротивление всех обследованных металлоконструкций (кроме основания насоса) на частоте 640 Гц (нижний диапазон) составляет много меньше 1 Ом и примерно одинаково. Это объясняется тем, что все они, в конечном итоге, связаны с единым «заземляющим устройством» города, образованным трубопроводами, оболочками кабелей, строительными металлоконструкциями и т.п. Единственным исключением является массивное металлическое основание демонтированного насоса. Его сопротивление составляет порядка 2 Ом (т. е., существенно

больше, чем у остальных металлоконструкций) и обеспечивается исключительно большой площадью контакта с физической «землей».

С ростом частоты картина радикально меняется. Сопротивление N-проводника питания, например, резко увеличивается и составляет уже порядка 10 Ом на частоте порядка 50 кГц. Отметим, что сопротивление остальных металлоконструкций (например, арматуры здания) растет несколько медленнее и не превышает в итоге 5 Ом. Отсюда, между прочим, можно сделать вывод об отсутствии эффективной связи N-проводника с заземлением здания (т. н., «повторного заземления»). Участок N-проводника от питающей ТП до здания имеет длину порядка сотни метров, чем и объясняется быстрый рост сопротивления с ростом частоты. Остальные металлоконструкции имеют связь с физической «землей» в пределах здания (связанными с грунтом элементами конструкции и т.п.), чем и объясняется существенно меньшая скорость нарастания сопротивления.

Наилучший же результат показывает массивное металлическое основание насоса (несмотря на то, что сопротивление этой конструкции на низких частотах было максимальным).

Приведенный пример показывает, что для диагностики заземляющих устройств, например, в городской черте измерения на различных частотах несут гораздо больше информации, чем одно измерение на фиксированной (сравнительно низкой) частоте. Действительно, обычные измерения сопротивления ЗУ объектов в городской черте дают, как правило, малые значения в диапазоне 0,01—0,5 Ом, что объясняется влиянием естественных заземлителей. Измерения на различных частотах позволяют оценить

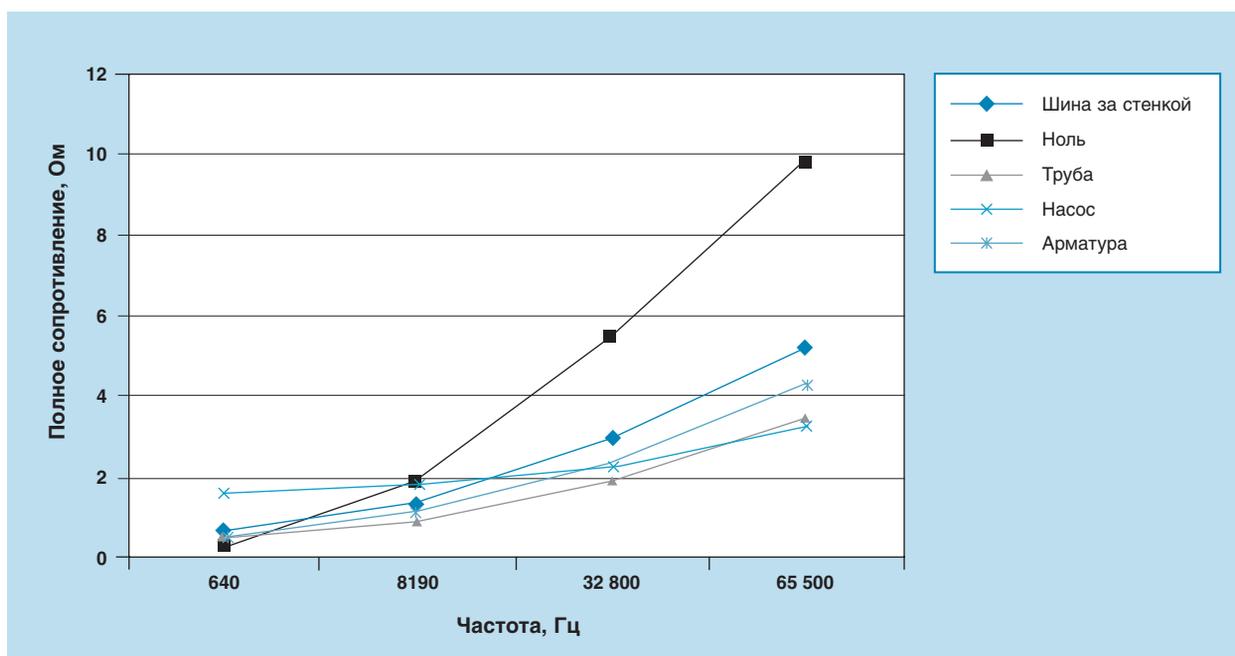


Рис. 1. Сопротивление ЗУ на ВЧ

характеристики локальных заземлителей объекта (поскольку величина сопротивления, обусловленная естественными заземлителями, быстро возрастает). Это особенно важно в случаях, когда измерить отдельно вклад локального заземлителя в величину сопротивления не представляется возможным (например — когда в качестве локального заземлителя используются металлоконструкции здания).

Отметим, что проведение измерений на высокой частоте связано с существенными сложностями — индуктивным взаимовлиянием зондов, влиянием поля тока в токовой цепи на распределение токов в ЗУ объекта и т.п. Однако получаемый результат оправдывает время, затраченное на преодоление указанных трудностей. Отметим также, что получение (путем измерения на разных частотах) амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик позволяет, в принципе, рассчитывать реакцию на импульс произвольной формы (в том числе, рекомендованный МЭК и повторяющей его отечественной документацией [17]). Использование для аналогичных измерений генераторов импульсов дает меньшую гибкость; кроме того, возникает проблема обеспечения стабильных характеристик генерируемого импульсного тока для различных нагрузок.

Кстати, зависимость сопротивления заземляющего устройства от частоты следует учитывать при проведении стандартных замеров параметров заземляющих устройств. Дело в том, что большинство современных измерительных приборов используют для измерения частоты, отличные от 50 Гц. Это позволяет «отстроиться» от помех на промышленной частоте и гармониках. Так, большинство зарубежных приборов работает на частоте 128 Гц. Многочисленные измерения, производившиеся фирмой «ЭЗОП» и лично автором, показывают, что в некоторых случаях даже на этой частоте сопротивление увеличивается на 15—20% по сравнению с 50 Гц. Использование же более высоких частот (порядка 200 Гц и выше) может приводить к появлению ошибки более 50%, что явно неприемлемо.

Здесь следует обязательно отметить, что, несмотря на тот факт, что характеристики ЗУ влияют на уровень помех на объекте (в том числе, импульсных), не всегда уровень импульсных помех прямо связан с характеристиками заземляющего устройства. Так, например, нашим специалистам приходилось сталкиваться со случаями массового повреждения электронных блоков АСУ ТП помехами, генерируемыми при работе контакторов. Происходило это, несмотря на хорошее состояние заземляющего устройства. Действительно, согласно классической теории проникновение помех через общие цепи заземления является лишь одним из возможных сценариев их влияния на чувствительную аппаратуру [1,2,7,8].

### 3. Токи в элементах заземляющего устройства — источник опасных полей и помех

Хотелось бы отметить еще один момент, связанный с влиянием токов, протекающих по элементам системы заземления. Дело в том, что, например, при протекании по заземляющему проводнику тока молнии происходит

генерация импульсного электромагнитного поля. Как показывает опыт обследования ряда объектов (в том числе, с применением методов имитационного моделирования), напряженность импульсного магнитного поля может превышать 1 кА/м внутри помещений даже на существенном удалении от проводника, по которому происходит протекание тока молнии.

Такой уровень поля опасен как непосредственно для аппаратуры, так и для цепей обмена информацией, в которых могут создаваться наводки, существенно превышающие уровни устойчивости аппаратуры, непосредственно подключаемой к рассматриваемым цепям. В реальности ситуация часто осложняется тем, что пути протекания тока молнии с основания молниеприемников неизвестны (например, в существующем здании протекание токов может происходить по специально выделенным заземляющим проводникам, несущим металлоконструкциям здания, оболочкам кабелей с антенно-мачтовых устройств и даже РЕ- и N-проводникам системы питания потребителей).

На территориально распределенных объектах (подстанции, промышленные предприятия, газоконденсаторные станции) большую опасность представляет растекание тока молнии по заземлителям, проходящим параллельно вблизи кабельных каналов и лотков. Нередко это вызвано непродуманными проектными решениями (в частности, типичной ситуацией является стекание токов молнии в кабельные каналы общего назначения через цепи питания прожекторов на мачтах освещения).

Аналогичная ситуация может иметь место, разумеется, не только при молниевом разряде. На многих высоковольтных подстанциях, например, конструкция заземляющего устройства такова, что протекание значительной части тока КЗ в сети 110 кВ и выше (с заземленной нейтралью) происходит через здание, в котором размещается аппаратура управления и защиты. Это может приводить к нежелательному влиянию поля на размещенную там аппаратуру.

Самостоятельной и практически довольно сложной проблемой является проблема постоянного протекания токов по заземляющему устройству (в частности, т.н. «токи утечки» [14]). Она обычно вызывается ошибками в организации систем заземления и питания (0,4 кВ). Среди нежелательных последствий такой ситуации — повышенный уровень магнитных полей, влияющих на мониторы компьютеров на базе ЭЛТ, магниторезонансные томографы, «зашумление» цепей связи, электрокоррозия и т.п.

### 4. Выводы

Возвращаясь к изложенному выше, необходимо отметить следующие основные моменты:

1. Необходимость обеспечения ЭМС современной аппаратуры приводит к необходимости предъявления специфических требований к заземляющим устройствам.
2. В первую очередь, речь идет об обеспечении высокой степени электрической целостности ЗУ объекта. Для объектов, распределенных по значительной территории (электрические станции и подстанции, большие предприятия,

газокомпрессорные станции и т.п.) качество связи между различными элементами ЗУ имеет большее значение, чем такая интегральная характеристика ЗУ, как сопротивление растеканию.

3. Современные методы расчета заземляющих устройств больших объектов не должны, как правило, использовать эквипотенциальную модель ЗУ.

4. Принципиальное значение по условиям ЭМС имеет частотная зависимость сопротивления ЗУ. Имея данные по частотной зависимости, можно оценить эффективность локального заземления здания или сооружения на территории большого объекта (или в городской черте), даже не прибегая к измерениям токов в естественных и искусственных заземлителях.

5. И, наконец, не всегда для характеристики ЗУ достаточно оперировать такими понятиями, как сопротивление и потенциал (напряжение). Помимо этих параметров, следует принимать во внимания поля, создаваемые токами, протекающими в элементах заземляющего устройства, расположенных вблизи аппаратуры или ее цепей.

## Литература

1. Guide on EMC in Power Plants and Substations. CIGRE Publ. 124, 1997.
2. Зимин, Ю.А. Казанцев, В.А. Кузовкин. Электромагнитная совместимость информационных систем. М.: МЭИ, 1995.
3. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех. Утверждены Департаментом науки и техники 29.06.93 за номером РД 34.20.116-93. М.РАО «ЕЭС России», 1993.
4. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех. (Новая редакция, проект).
5. Методические указания по контролю заземляющих устройств электроустановок. РД 153-34.0-20.525-00, М. СПО ОРГЭС, 2000.
6. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике. М.: Энергоатомиздат, 1995.
7. Шваб А.И. Электромагнитная совместимость. — Энергоатомиздат, М., 1995.
8. IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment. IEEE Std 1100-1999.
9. Кадыков Н.В., Матвеев М.В. Электромагнитная совместимость локальных сетей на предприятиях электроэнергетического профиля. «Электрические станции», №9, 1998.
10. Гепферт С.О., Матвеев М.В. Решение проблем ЭМС при внедрении цифровых учрежденческих АТС. «Энергетик», №4, 2001.
11. Матвеев М.В. Электромагнитная обстановка на объектах определяет ЭМС цифровой аппаратуры. «Новости электротехники», №1—2 (13—14), 2002.
12. Костин М.К., Матвеев М.В.: Проблемы и методы контроля электромагнитной обстановки на энергообъектах. Сб. научных докладов IV Международного симпозиума по электромагнитной совместимости. С-Пб, 2001.
13. М.К. Kostin, M.V. Matveyev, A. Ovsyannikov, V.S. Verbin, S. Zhivodernikov. Some results of EMC investigation in Russian substations. CIGRE Session 2002, 36—103.
14. Петухов В.С., Соколов В.А., Меркулов А.В., Красилов И.А. Токи утечки в электроустановках зданий. «Новости электротехники», №5 (23) 2003 г.
15. Методические указания по контролю заземляющих устройств электроустановок. РД 153-34.0-20.525-00 РАО «ЕЭС России».
16. Методические указания по определению электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях. СО 34.35.311-2004 РАО «ЕЭС России».
17. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. М.: МЭИ, 2004.
18. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике. Под ред. Дьякова А.Ф. М.: Энергоатомиздат, 2003.

завод «Реостат». Основной продукцией нового производственного комплекса является тяговое электрооборудование для пригородных электропоездов и поездов метрополитена, других видов электротранспорта, а также для карьерных самосвалов и экскаваторов. Как сообщили в пресс-центре областной администрации, сегодня в ходе рабочей поездки в Великие Луки губернатор Псковской области Михаил Кузнецов посетил недавно открытое производство.

Во время посещения предприятия Михаил Кузнецов вместе с генеральным директором «Силовых машин» Борисом Вайнзихером осмотрели производственные площади, побывали в спортивно-оздоровительном комплексе для работников завода, который стал подарком к открытию нового производства.

ООО «Силовые машины-завод «Реостат» — современное электротехническое производство, которое составляет оборудование для предприятий транспортной, энергетической, судостроительной, нефтегазовой и угледобывающей промышленности. Основная продукция предприятия — низковольтная аппаратура (реостаты, резисторы, контакторы, кнопки управления), электрооборудование для вагонов метрополитена, электрооборудование для электропоездов и другая продукция.

Общий объем инвестиций в проект составил 400 млн руб. Открытие производственной площадки увеличит количество рабочих мест на предприятии на 20%. Сегодня численность персонала составляет 780 сотрудников.

[www.pln-pskov.ru](http://www.pln-pskov.ru)

## SIEMENS СОЗДАЕТ ОЧЕРЕДНОЕ СП С «ЭЛЕКТРОЗАВОДОМ»

Германский концерн Siemens и столичный «Электрозавод» создают еще одно совместное предприятие. ООО «Сименс высоковольтные аппараты» расположится в Уфе и будет ориентироваться на поставки еще одному СП этих двух компаний. Участники рынка уверены, что Siemens будет ориентироваться преимущественно на РАО «ЕЭС России», однако судя по номенклатуре выпускаемого оборудования не исключают и поставки «Российским железным дорогам».

Соглашение о создании очередного совместного предприятия



**В.В. Маркин**  
руководитель Группы компаний  
«Энергоэффективные  
технологии»

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭФФЕКТИВНОГО РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВА

### Состояние проблемы

Постепенно наступает то долгожданное время, когда никого не требуется убеждать, что энергосбережение жизненно необходимо и выгодно всем. Основных наших клиентов — промышленных предприятий — с разных сторон рынок подталкивает к внедрению энергоэффективных систем и технологий. Рост цен на энергоносители, плотная борьба за снижение себестоимости продукции и услуг заставили многих руководителей и собственников промышленных предприятий обратить внимание на проблему снижения затрат, повышения надежности и качества энергоснабжения. Среди общеизвестных и широко внедряемых энергоэффективных мероприятий, которыми сегодня никого не удивишь — переход с пара на воду в системе теплоснабжения, децентрализация и автоматизация систем энергоснабжения, перевод котельных на верхний уровень управления, применение инфракрасных систем отопления и т.д. Но, как ни странно, вне зоны пристального внимания компаний, внедряющих энергоэффективные проекты, остается вопрос резервного топлива. На наш взгляд при правильном подходе к решению этой проблемы вскрываются немалые резервы энергосбережения для промышленных предприятий, имеющих собственные энергетические установки.

Итак, как же сегодня выглядит ситуация с резервным топливом для типичного промпредприятия? Практически как в известной логической цепочке: или резервного топливного хозяйства нет вообще, или есть, если есть, то или топливное хозяйство практически не рабочее, или рабочее, если рабочее, то или топливо не завезли, или завезли,

а вот если завезли, то можно будет перетерпеть на нем в случае перебоев с природным газом. Почему именно с природным газом? Потому, что с одной стороны основной вид топлива, в нашем Северо-Западном регионе более 80% сжигаемого топлива — это природный газ, а с другой стороны — природный газ — единственный вид топлива, поставляемый централизованно по единой системе трубопроводов, не представлен в свободной рыночной продаже, и его наличие или отсутствие не зависит от усилий потребителей. Можно заранее запастись мазутом или дизельным топливом, дровами или углем, природным газом впрок на котельной не запасешься. Но нас за долгие годы система газоснабжения приучила к мысли о постоянном присутствии газа в «трубе». Несмотря на то, что при получении разрешения на использование газа в качестве топлива всем потребителям рекомендуют создать систему резервного или аварийного топлива, правдами и неправдами, заказчик при строительстве энергетического объекта, старается отвертеться от вложения средств в резервирование по топливу, считая подобные рекомендации прихотью контрольных и надзорных органов.

Сама проблема делится на несколько основных вопросов:

- Что такое резервное топливо?
- Почему резервное топливо все-таки нужно?
- Как сейчас принято решать проблему резервного топлива?
- Каким должно быть эффективное резервное топливо?
- Сколько стоит решение проблемы?

**Что такое резервное топливо?** В данном случае рассматриваются варианты эффективного решения проблемы резервного топлива для промышленных предприятий, имеющих природный газ в качестве основного топлива. За рамками данной работы остаются крупные теплоэлектростанции для централизованного теплоэнергоснабжения и газопотребляющие установки у населения. Другое дело, в Москве и Московской области, по отзывам коллег не сдать новый объект без функционирующей системы резервного или аварийного топлива, а в нашем Северо-Западном регионе можно отписаться обязательством сделать это позже или принять ответственность за последствия в случае отключения газа на себя.

**Почему резервное топливо все-таки нужно?** Если проанализировать ситуацию, то у потребителей газа действительно не много было на памяти примеров, когда падало давление газа в распределительных сетях или отключали газ вообще. Да и если случалось ЧП на крупном газопроводе, то его устранение по негласным Газпромским нормативам занимает не более трех дней, а для нашего Лентрансгаза в Северо-Западном регионе — фактически меньше двух. Сложился четкий стереотип — газ в трубе всегда есть и так будет долго. Но если посмотреть не афишируемую статистику аварий на газопроводах, то трудно не увидеть, что износ и магистральных газопроводов, и распределительных сетей крайне высок, а нагрузки по транспорту газа постоянно возрастают. О высокой вероятности возможных аварий на газовых сетях сегодня говорят уже публично. К сожалению, происходит это обычно в связи с очередным скандалом из-за аварии на газовых магистралях. Показателен в этом аспекте конфликт, который произошел в конце сентября прошлого года в Свердловской области из-за аварии на газопроводе «Урал-Бухара». Тогда без газа вообще остался третий по величине город Свердловской области — Каменск-Уральский. Позиции сторон:

Промышленные предприятия: «возместите ущерб!».

Госгортехнадзор: «подайте в суд на газовиков».

Газовики в лице генерального директора ООО «Уралтрансгаз» Д.Гайдта: «Кроме населения все потребители должны иметь резервное топливо».

На страницы газет и телевизионные экраны попадает информация о том, что аварийный газопровод эксплуатируется фактически 37 лет (при сроке службы подобных газопроводов 20—25 лет). Оказалось, что на этом участке еще до 5 тыс. км трубы в аварийном состоянии и средств на скорейший восстановительный ремонт нет, как нет и возможности, так как такой крупный город как Каменск-Уральский не имеет резервной ветки. Словом, вскрылся целый комплекс проблем, и нужно быть великим оптимистом, чтобы считать, что все так сложно только на газопроводе «Урал-Бухара» или конкретно в Каменск-Уральском. Это скорее типичная картина для многих регионов России, последствия скудных инвестиций последнего десятилетия в поддержание газотранспортной системы страны. Характерен вывод из конкретной ситуации, который напра-

шивается сам собой: спасение утопающих дело рук самих утопающих.

Из собственного опыта можно сказать, что наши заказчики бывают крайне удивлены простейшим обоснованием эффективности вложений в резервирование по топливу. Наиболее наглядно это происходит через расчет убытков и упущенной выгоды в случае отключения газа. На крупных пищевых предприятиях, где потребление пара на технологию составляет 7—10 тн/час, подобные издержки могут составить до \$ 40—50 тыс./день только вследствие простоя, не считая испорченного сырья в производственном цикле. Расчеты, выполненные для металлургических предприятий, показывают цифры убытков в несколько раз выше, в том случае, если удастся избежать «козла» в печах, худший вариант имеет гораздо более драматические последствия, измеряемые другими порядками цифр.

Анализ показывает, что стартовые затраты на создание системы резервирования по топливу не превышают убытки трех-пяти дней простоя без газа.

Но, убедив заказчика в необходимости задуматься над проблемой эффективно работающего резервного топлива, мы должны ему предложить не только десятилетиями известный мазут с отечественными газомазутными горелками, а топливо сегодняшнего уровня, по потребительским свойствам близкое к природному газу.

**Как сейчас принято решать проблему резервного топлива?** В силу сложившихся стереотипов решение вопросов резервного и аварийного топлива если и возникают при составлении технического задания на проектирование, то чаще всего и ложатся на плечи проектировщиков. Заказчик обычно не вникает в проработку подобных решений, считая это второстепенным, малозначимым и обычно его пожелания к проектной организации сводятся к минимизации затрат по этой статье. Проектировщики добросовестно исполняют волю заказчика и закладывают в проект самые дешевые, с точки зрения стартовых затрат, варианты резервного топливного хозяйства — мазут или дизельное топливо. Эти решения уже много десятков лет наработаны в шаблоны, прямо указаны в устаревших СНиПах и не заставляют напрягаться на новые проектные разработки. Когда наступает время эксплуатации энергетического объекта и выясняется, что текущие затраты, например, на разогрев мазута составляют теоретически от 7—10 фактически до 20% от общей выработанной тепловой энергии, то поздно и дорого заниматься перепроектированием системы резервного топлива. А то же дизельное топливо, если возникает нужда перейти на резерв, оказывается достаточно дорогим, да и в цене скачет вслед за моторными видами топлив. Это очевидные факты, но для заказчика они становятся очевидными после первого опыта эксплуатации, а для проектировщиков эти факты удобнее не видеть — не осложнять себе жизнь. Кроме названного, есть еще ряд минусов подобных решений, например, у двухтопливных горелок — разная эффективность при переходе с одного вида топлива на другой (если одно топливо — газ, а второе — тяжелые

нефтепродукты), низкий уровень автоматизации процесса особенно для отечественного оборудования.

**Так каким должно быть эффективное резервное топливо?** Сегодня из имеющегося опыта строительства энергетических объектов с автономным газоснабжением как в качестве основного, так и в качестве резервного топлива можно говорить о насущной необходимости ломать стереотипы в обсуждаемом вопросе. И с точки зрения экономики и, конечно, по потребительским свойствам газообразное резервное топливо имеет много положительных сторон, прежде всего это:

- Потребительские свойства.
- Экономическая эффективность.
- Экологическая чистота.

Вероятно, есть необходимость рассмотреть эти доводы более подробно.

Почему газ? Потому, что **потребительские свойства** у этого вида топлива неизмеримо выше чем у других. Прежде всего, именно с газом в качестве резервного топлива связана полная автоматизация работы энергоустановок. Ряд технологических процессов не терпит иного вида топлива. Например, газовая сушка в скоростных печатных машинах для глянцевого печатного материала. Или, недавно законченный предпроект по резервному топливу для металлургического завода, перерабатывающего лом цветного металла. Для процессов плавки цветных металлов не безразлично, какой вид топлива на горелках, поэтому при переводе на резервное топливо первые требования у заказчика — полная автоматизация, близкий химический состав топлива и полная сочетаемость всей цепочки основного и резервного топливоснабжения технологического процесса. Так как в газовую горелку, например, жидкое топливо не подашь, а двухтопливные горелки по всем этапам передела металла — печи, фурмы, конвертор, желоба, стэнды осушки, котел утилизатор и т.д. — ставить не рационально.

Следующий характерный пример резервирования по топливу — газотурбинная электростанция (ГТЭС). Ничто другое в качестве резервного топлива не обеспечивает настолько высокую надежность и экономическую эффективность кроме как СУГ или СПГ, при использовании природного газа в качестве основного топлива. Это подтверждает и проект строительства ГТЭС в Екатеринбурге, где два газотурбинных агрегата по 9 МВт — каждый будут иметь пропан-бутан резервным топливом. По диалогу с представителями корпорации, финансирующей и реализующей данный проект, такое решение по резервному топливу, вероятно, станет типичным и для других регионов страны.

Если на предприятии для отопления промышленных помещений с большими высотами применяются прогрессивные газовые инфракрасные отопительные системы или газозвуковые завесы прямого действия, то единственно правильный выход с точки зрения резервного топлива — это применение сжиженных газов.

Уровень потребительского и технологического комфорта, при использовании газообразных топлив, сегодня один

из важнейших аргументов при разговоре с заказчиком и потенциал этого рынка топлив достаточно велик.

О каких газах в качестве резервного топлива может идти речь? Прежде всего, сжиженный углеводородный газ (СУГ) известный всем как пропан-бутан, возможно применение и сжиженного природного газа (СПГ) — это сжиженный метан, но из-за низких температур хранения ( $-164\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) применение этого вида топлива в качестве резервного весьма ограничено. Выполнены предпроектные проработки по эффективному использованию его в качестве демфер-накопителя, при установке оборудования для сжижения газа на ГРС на территории предприятия, хранения и регазификации для покрытия пиковых и аварийных нагрузок. Для данного заказчика характерны недельные циклы колебаний в потреблении газа с «переборами» в рабочее время и возможностью эффективно накапливать сжиженный газ в ночное время и выходные дни. Для повышения эффективности функционирования всей системы в целом предлагалось осуществить реализацию сжиженного метана для нужд газификации жилых домов в близлежащих населенных пунктах. Данная работа находится на рассмотрении у заказчика. Рынок СПГ в нашей стране еще только формируется, и это редкий и еще не очень типичный пример.

С СУГ все обстоит наоборот. Это сжиженный газ, состоящий из двух третей пропана и одной трети бутана, как и метан относящихся к парафиновым углеводородам. Он в отличие от СПГ транспортируется и длительно хранится при естественных температурах, поэтому хорошо подходит для резервирования. Этот газ знаком потребителям, но больше как бытовой газ для населения. Вместе с тем, рынок СУГ достаточно развит и динамичен. Он, в некоторой степени, ориентирован на цены рынка моторных топлив и нефтепродуктов и мало зависит от динамики цен на природный газ.

Для сжигания пропан-бутана не требуется замена горелки, достаточно простой регулировки в газовой линейке или отдельной своей газовой линейки на горелку. Это обусловлено тем, что в  $1\text{ м}^3$  паровой фазы данного газа калорийность в 2,8 раза выше, чем у метана, и если для сжигания  $1\text{ м}^3$  метана требуется  $9,5\text{ м}^3$  воздуха, то для сжигания  $1\text{ м}^3$  пропан-бутановой смеси воздуха необходимо  $25,9\text{ м}^3$ .

**Экономическая эффективность.** Как уже отмечалось, рынок цен на пропан-бутан достаточно стабилен и в большей степени страдает от фактического ограничения поставок на внутренний рынок, чем от роста цен. Для сравнения за истекший год среднегодовая цена этого газа выросла не более чем на 10—12% в то время, как природный газ подорожал официально только за 2002 г. не менее чем на 40%, а косвенно, с учетом ограничения поставок обычного и предложением потребителям коммерческого газа рост цены еще более значителен. Для справедливости необходимо отметить, что региональные рынки привязаны к «своим» поставщикам. Например, нефтехимический комбинат в Киришах, основной поставщик пропан-бутана на Северо-Западе, встав на профилактику, заставил цены

Таблица 1

№ п/п	Вид топлива	Низшая теплота сгорания (ккал/кг)	Стоимость с доставкой, в тн, цены августа-сентября 2003 г. и конца лета прошлого года в скобках, рост цены в %	Стоимость 1 Гкал без учета КПД оборудования	Коэффициент приведения к стоимости Гкал на природном газе
1.	Природный газ	11 400	1305 (1035) +26%	114,5	1
2.	СПГ на ГРС	11 500	4500 (1443) +311%	391,3	3,4
3.	Мазут М100	9111	2800 (1938) +44%	307,3	2,6
4.	СУГ (пропан-бутан)	11 000	5000 (4500) +11%	454,5	3,9
5.	Дизельное топливо	10 180	9000 (5772) +56%	884,0	7,7

подпрыгнуть на 20—25%, но это лишь на месяц—два, и это явление временное, к экономике именно резервного топлива прямого отношения не имеющее.

Текущую ситуацию стоимости 1Гкал на различных видах топлива, рассматриваемого как резервное по отношению к природному газу, иллюстрирует таблица 1.

Из данной таблицы хорошо видна не только конкурентная стоимость пропан-бутана по отношению к СПГ, мазуту или дизельному топливу, но и самый низкий рост цен за год на этот вид топлива. Что же касается существенно более низкой цены на топочный мазут, то с учетом разницы в КПД горелочных устройств и затрат «на себя», мазут практически в ценовом паритете с СУГ, существенно уступая по потребительским свойствам.

**Экологическая чистота.** Экологическая чистота газообразного топлива по сравнению с тяжелыми нефтяными топливами очевидна. Это прежде всего отсутствующие загрязнения при транспортировке и разгрузке, а также существенно меньше выбросы вредных веществ при сжигании в качестве топлива в котельных. При сжигании СУГ лишь на 10—15% выше процентное содержание СО в выбросах, чем при сжигании самого чистого топлива — природного газа и минимальное количество сероводорода, этого нельзя сказать о сжигаемых тяжелых нефтяных топливах.

#### Каковы пути и сколько стоит решение проблемы?

Решение проблемы резервного топлива хотя бы для промышленных предприятий не сводится только к работе с непосредственными заказчиками по горизонтали. Это одно из направлений, оно самое простое, и мы им уже занимаемся не один год — напрямую обращаемся к заказчику. На наш взгляд, учитывая динамичные изменения на газовом рынке нельзя его бросать на хаотичное развитие в выборе основного и резервного топлива по воле голой коммерции. Многие из потенциальных заказчиков и понятия не имеют о современных энергоэффективных технологиях и альтернативных видах газообразного топлива. Проблема резервирования природного газа как основного вида топлива, и как следствие, про-

блема надежности, бесперебойности теплоэнергоснабжения, как и проблема энергоэффективного использования топлива, не может быть только проблемой потребителя. Сегодня в Комитете экономики, промышленной политики и торговли Администрации Санкт-Петербурга активно обсуждается разработка концепции программы энергосбережения для промышленных предприятий. Очевидна необходимость формирования энергоэффективной политики для промышленных предприятий, в том числе формирование и развитие рынка основных и резервных топлив. Энергетика такого мегаполиса, как Санкт-Петербург более чем на 90% использует в качестве топлива природный газ, на ТЭЦ и крупных энергообъектах вопрос с резервным топливом как-то решен, а для большинства промышленных предприятий, суммарно потребляющих не менее 35% природного газа, поставляемого в город, проблема резервного топлива не решена или решена не эффективно. Сколько стоит региональное решение данной проблемы, зависит от состава мероприятий и участников.

Сколько же стоит решение данного вопроса для конкретного предприятия, рассчитать несложно.

Например, для котельной в 1 МВт:

- максимальный часовой расход — 39 м<sup>3</sup>/час;
- два резервуара по 8 м<sup>3</sup> каждый — 16 м<sup>3</sup>;
- испарители и регуляторы на резервуарах;
- запас резервного топлива — 3,5 суток;
- суммарная стоимость — около \$ 30тыс. (без учета строительных и земляных работ при подземном варианте).

Статистика проектов показывает, что в среднем затраты на строительство резервного топливного хозяйства для предприятий, использующих тепловую энергию или непосредственно топливо на технологию, сопоставимы с убытками от 3—5 дней простоя. Срок службы резервного топливного хозяйства не один десяток лет, за это время высока вероятность, что правильно принятое решение по резервированию топлива окупится не один раз.



Нина Сагадеева

## ТЕПЛО ДЛЯ МАЛОГО ЦЕХА

**С**овременная система отопления для небольших производственных помещений должна решать две основные задачи: обеспечивать необходимые температурные показатели для производительной работы людей и оборудования и поддерживать оптимальный режим энергосбережения в заданном объеме. При этом выбор применяемого типа оборудования полностью определяется технологическим циклом предприятия, функционирующим в данном помещении.

**По профилю техпроцесса можно условно разделить малые цеха на три категории: цех, склад и участок со специализированными условиями производства продукции.**

### Работаем комфортно

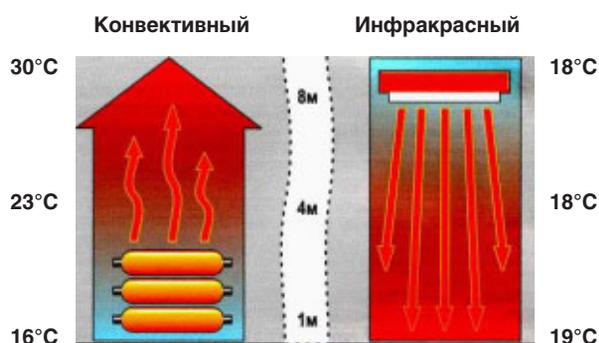
Малый цех — это обычно небольшое помещение закрытого типа промышленного назначения высотой до 6 м<sup>2</sup> и площадью 50—1000 м<sup>2</sup>. Если подразделение находится в составе крупной производственной инфраструктуры, то схема его теплоснабжения, как правило, остается традиционной: от ТЭЦ или центральной котельной (пар или горячая вода) тепло передается в помещение, далее — нагрев с помощью радиаторов или воздушных теплогенераторов (иногда то и другое вместе). В условиях территориальной удаленности или обособленности цеха наиболее подходящим вариантом теплоснабжения может стать децентрализованная система с различными типами оборудования (рис. 1). Все большее распространение получают инфракрасные обогреватели, тепловые завесы, масляные радиаторы, отопительные конвекторы, жидкотопливные и газовые воздухонагреватели (тепловые пушки) и др. Каждый тип отопительного оборудования имеет свои достоинства и недостатки.

Универсальность **теплогенераторов**: высокий КПД — до 90 %, широкий модельный ряд, возможность рабо-

ты на различных видах топлива (природный газ, дизельное топливо, отработанное масло), конструктивное объединение трех систем в одной (вентиляция, отопление и кондиционирование), удобство обслуживания и небольшая стоимость монтажных работ — делает этот вид оборудования очень привлекательным для самых разных режимов производства. Однако теплогенераторы чувствительны к чистоте исходных составляющих — воды и топлива, и если условия эксплуатации не позволяют обеспечить эти параметры, то целесообразнее выбрать другие системы теплоснабжения.

Основное преимущество **тепловых вентиляторов** (тепловых пушек) в том, что они способны быстрее любого другого отопительного прибора нагреть воздух в помещении до необходимой температуры или направить интенсивный поток нагретого воздуха в нужном направлении. Обычно такие приборы используются в качестве дополнительных источников обогрева на локальных участках производства (станки с ЧПУ) или рабочих местах. Выбирая тепловой вентилятор в качестве составного элемента системы теплоснабжения малого цеха, следует учитывать, что 1 кВт мощности способен обогреть 8—12 м<sup>2</sup> помещения (в зависимости от качества теплоизоляции и типа строения), а для дополнительного обогрева будет достаточно 1 кВт мощности на площадь 16—36 м<sup>2</sup>. Для подключения теплового вентилятора мощностью свыше 1,5 кВт необходима и соответствующая электропроводка, способная выдерживать такую нагрузку.

Из воздушных систем теплоснабжения лучистого принципа действия оптимально применение в небольших производственных помещениях **инфракрасных обогревателей (ИК) «темного» типа**, где принцип действия гарантирует отсутствие жесткого излучения, а продукты сгорания удаляются в естественные отверстия (дымоход). При монтаже общей системы чаще всего устанавливаются под потолком или на максимально возможной высоте



**Рис. 1. Принцип действия конвективного и инфракрасного способа теплоснабжения**

на стенах несколько «темных» излучателей. При необходимости они объединяются в разные группы. Система отопления на их основе обычно полностью автоматизирована, и в зависимости от заданной температуры происходит ее самостоятельное «включение/выключение» и обеспечение наиболее энергоэффективного режима теплоснабжения на производствах с прерывистым технологическим циклом (ночное время, локальные или сезонные снижения тепловой нагрузки).

### Храним без потерь

Если малое производственное помещение — это склад, то к двум основным задачам добавляется третья — обеспечение постоянного температурного режима для хранения продукции. Кроме уже известных — теплогенераторы, жидкотопливные и газовые воздухонагреватели, ИК-обогреватели — последнее время производителям предлагается и ряд новых интересных решений.

«Теплые полы». Среди плюсов этого типа теплоснабжения можно назвать именно наличие равномерного и постоянного обогрева складского помещения, включающего и отсутствие «теплой подушки» под потолком. Энергоэффективность этого типа отопления выше, чем у конвективных обогревателей, — она близка к эффективности лучистых систем обогрева. Однако «теплые полы» дороги в монтаже, который требует полностью скрывать полы для укладки теплокабеля и проводить ремонт в помещении. Причем укладка теплового кабеля для систем «теплый пол» требует нарушения покрытия полов, что приводит к дополнительным ремонтным затратам. Еще один отрицательный момент — «теплый пол» немобилен (демонтаж, перенос, перераспределение системы невозможны).

**Излучающие пленки.** На российском рынке уже начинают появляться низкотемпературные излучающие пленки с напыленным сетчатым инфракрасным нагревателем. Это своеобразная альтернатива «теплому полу». Температура на поверхности — от 50 до 90°C. Выпускаемые мощности этих изделий ограничиваются пределом в 600 Вт. Их энергоэффективность ниже, чем у ИК-обогревателей той же мощности. Ограничение высоты до 3 м снижает область применения.

### ТехРешение

#### РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ММК

Система теплоснабжения ОАО «ММК» проектировалась по принципу максимальной централизации теплоснабжения. Существующие тепловые сети промплощадки ОАО «ММК» включают в себя порядка 2,6 тыс. потребителей. Но реальные режимы теплоснабжения и эксплуатации тепловых сетей значительно отличаются от проектных из-за использования низкотемпературного графика 95—70°C. Он позволяет повысить выработку электроэнергии на ТЭЦ и ЦЭС и снизить потребление газа. Негативными последствиями введения графика стали повышение циркуляции теплоносителя в сети, снижение ее гидравлической устойчивости в целом и в итоге недотоп помещений.

Реконструкция системы теплоснабжения предусматривала применение ИК-обогревателей (в основном «светлого» типа), которые уже успешно используются на таких объектах ММК, как ЦТО (бывший ЦПВ), ЦВС-блок, очистных сооружений новых сортовых станов, ЗАО «МРК» (ЦМК), ЛПЦ-5 (термическое отделение), ЛПЦ-10, ЭСПЦ, энергоцех. Эксплуатация оборудования показала его высокую надежность, экономичность и простоту в обслуживании.

Для использования инфракрасных газовых горелок был сделан предварительный экономический расчет эксплуатационных затрат. Местом установки теплооборудования была выбрана насосная станция очистных сооружений для новых сортовых станов.

Практический опыт свидетельствует, что использование лучистых отопительных систем предоставляет много выгод с точки зрения образования рабочей среды:

- децентрализованное использование природного газа обеспечивает его рациональное применение с высоким КПД и более простое регулирование температур в рабочих зонах;
- на рабочих местах обеспечивается тепловой комфорт, поскольку температура воздуха на полу на 2—3°C выше, чем на высоте 1,5 м над полом;
- экономичность системы достигается за счет снижения эксплуатационных затрат (в 3—4 раза).

Если же склад действует как составная часть общей системы предприятия, то наиболее часто используемой схемой теплоснабжения является сочетание централизованной системы водяного обогрева с применением локальных подсистем воздушного (теплогенераторы) или лучистого (ИК-обогреватели) типа.

### Минимизируем опасность

Выбор системы отопления для участков, где производится специализированная или нестандартная продукция (взрывчатая, токсичная, пожароопасная и пр.), обусловлен

<< 41

по производству высоковольтного коммутационного оборудования и его компонентов для сетей напряжением от 27,5 до 550 кВ руководство Siemens и «Электрозавода» планирует подписать сегодня в Санкт-Петербурге. Как рассказал пресс-секретарь «Электрозавода» Николай Боричев, СП будет выпускать высоковольтное коммутационное оборудование и расположится на территории Уфимского трансформаторного завода.

В СП «Сименс высоковольтные аппараты» немецкому концерну будет принадлежать 51% акций, «Электрозаводу» — 49%. Уставный капитал предприятия составляет 16 млн долл. и был оплачен деньгами. Кроме того, добавляет г-н Боричев, «Электрозавод» вложит около 18 млн долл. в строительство производственного корпуса. В свою очередь, Siemens обеспечит СП оборудованием на соразмерную сумму. Планируется, что к 2012—2013 году, когда СП выйдет на проектную мощность, оно будет выпускать продукцию примерно на 84 млн долл. в год. Компания также будет самостоятельно продавать, поставлять, монтировать и обслуживать выпускаемое оборудование.

По словам Николая Боричева, деятельность нового совместного предприятия будет преимущественно ориентирована на удовлетворение потребностей другого СП «Электрозавода» и Siemens — ООО «Сименс Электрозавод Инжиниринг высоковольтного оборудования», созданного в июне года для сооружения и модернизации трансформаторного оборудования. В нем Siemens также принадлежит контрольный пакет. «Сейчас мы выстраиваем комплекс локализованных поставщиков этой компании», — пояснил г-н Боричев. О конкретных проектах он предпочел не говорить, однако в плане развития «Электрозавода» на 2007—2010 годы сообщается, что компания намерена создать СП по производству трансформаторов тока и напряжения. Источник в руководстве «Электрозавода» рассказал, что скорее всего оно также будет располагаться в Уфе, правда, конкретных партнеров также не назвал, поскольку проект находится в начальной стадии.

Часть произведенного на СП оборудования, по словам Николая Боричева, будет поставляться на свободный рынок, в том числе страны СНГ. В дальнейшем не исключается выход и на рынки

особенностями этой продукции и накладывает некоторые ограничения на применение тех или иных типов теплового оборудования. Например, там, где производят вещества, образующие при контакте с водой или водяными парами взрывоопасные смеси, или вещества, способные к самовозгоранию или взрыву при взаимодействии с водой, паровое и водяное отопление неприемлемо. Однако в таких технологических циклах неплохо себя показывают некоторые типы **стационарных тепловых вентиляторов**. В этой группе оборудования наиболее безопасный тип вентиляторов — **керамические**, где нагревательным элементом служат керамические пластины. Низкая рабочая температура керамического нагревателя (не более 200°C) способствует наибольшей экологичности и безопасности устройства. Такие тепловентиляторы можно применять без ограничений времени и условий использования для обогрева любых рабочих помещений. Естественно, что за удобство, безопасность и исключительную надежность и долговечность приходится платить — и это самый дорогой, «элитный», вид вентиляторов.

В помещениях без выделения пыли и аэрозолей, но с повышенными требованиями к чистоте воздуха используется воздушное и водяное отопление с температурой воды 150°C и с радиаторами без оребрения. Наиболее приемлемым вариантом в этом случае может стать применение **теплогенераторов** в сочетании со **стальными трубчатыми секционными, блочно-секционными или биметаллическими радиаторами**.

Если на производстве требуется применение сжатого или сжиженного газа, отопительные приборы должны иметь ограждение из негорючих материалов.

Ограничены для применения и **ИК-обогреватели «светлого» типа**. Из-за высокой температуры излучающей поверхности (900—1000°C) такие обогреватели обеспечивают высокую мощность теплового излучения на единицу поверхности, но имеют и ряд недостатков. Они достаточно пожароопасны; продуцируют жесткое излучение; требуют принудительной вентиляции окружающего воздуха, которая увеличивает теплотери помещения и приводит к дополнительному росту тепловой мощности системы отопления и экономическим потерям. Кроме того, необходимость их размещения на высоте более 15 м почти исключает их использование в небольших производственных помещениях.

Россия — страна, где холодный период длится большую часть года — 7—9 месяцев. В таких условиях энергоэффективная и энергосберегающая система теплоснабжения — весомый фактор выживаемости и конкурентоспособности предприятия. И российские, и зарубежные производители предлагают сегодня производителям самые разные продукты и решения. Их выбор зависит от требований конкретного производства. В каждом случае необходимо экономическое обоснование.

**ТехЭкспертиза**

**Татьяна Чабаева**, тех. специалист ООО НПО «Тепловей»: «При выборе способа отопления зданий кроме стоимости оборудования немаловажными являются вопросы о возможностях данного оборудования, о всех плюсах предложенных систем отопления, эксплуатационных гибкости и экономичности систем, возможности совместной работы с другими системами (вентиляцией и кондиционированием), простоте монтажа и эксплуатации, ремонтпригодности оборудования».

**Эльвира Мальцева**, тех. специалист ООО НПО «Тепловей»: «Свойство системы воздушного отопления — быстро теплоподачу в помещение, используется при осуществлении периодического или дежурного отопления. Применять воздушное отопление удобнее и выгоднее в помещениях, так как в таком случае требуется минимальная протяженность воздуховодов и упрощается их разводка. Воздушное отопление позволяет решать такие задачи, как автономность, мобильность, универсальность, энергоэффективность. Подробнее о продукции ТПК ООО «Тепловей»

67 >>



**Сергей Козлов,  
директор  
ООО «Тепло XXI века»**

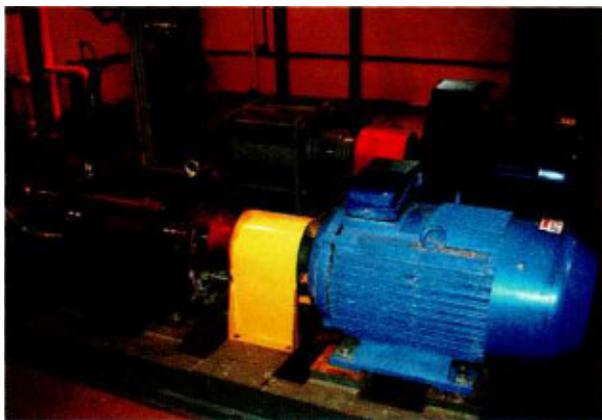
## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТОПЛЕНИЯ – ТЕПЛОВЫЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ НАСОСЫ

*Незаметно XXI век вступил в свои права, и тот, кто еще не осознал этого и до сих пор использует технологии безвозвратно ушедшего XX века, бессмысленно выбрасывает на ветер материальные и человеческие ресурсы, делая свою продукцию неконкурентоспособной. Постепенно лозунг «Экономика должна быть экономной» сменяется лозунгом «Экономика должна быть инновационной». Для средней полосы России, где доля отопления в объеме общих энергозатрат промышленности составляет три четверти, особенно актуальна проблема внедрения принципиально новых, более эффективных и энергосберегающих систем отопления и теплоснабжения, таких, как тепловые гидродинамические насосы («вихревые теплогенераторы»).*

**Т**епловой гидродинамический насос — устройство, использующее электроэнергию для нагрева жидкого теплоносителя, основанное на новом принципе. Если традиционно теплоноситель нагревают с помощью электрических ТЭНов или электродов, то в тепловых гидродинамических насосах нагрев происходит за счет механического воздействия на теплоноситель. Воздействовать на жидкий теплоноситель можно с помощью разных устройств: центробежного насоса и «вихревой трубы», дисков, турбин и т.д. Энергия элек-

тродвигателя превращается в энергию завихрения жидкого теплоносителя, которая переходит в тепловую. При этом запускаются мало изученные в настоящее время механизмы выделения энергии, которые приводят к тому, что энергии выделяется больше, чем затрачивается. Никто не утверждает, что тепловые гидродинамические насосы отвергают закон сохранения энергии или законы термодинамики, просто в настоящий момент нельзя однозначно объяснить, за счет чего выделяется дополнительная энергия. Существует несколько теорий, объясняющих процессы выделения тепла, однако ни одна из теорий не может полностью описать эти процессы, дать методы расчета и оптимизации конструкции тепловых установок. Научные исследования сводятся лишь к фиксации результатов работы созданных тепловых установок и интерпретации этих результатов.

Первые конструктивные решения жидкостного теплогенератора, работающего на основе вихревого эффекта, появились в начале 90-х годов прошлого века. В настоящее время достаточно широкое распространение получили теплогенераторы на основе «вихревой трубы». Это связано с тем, что они имеют относительно простую конструкцию и их можно изготавливать в кустарных условиях. Эффективность таких теплогенераторов составляет 1,3—1,5. Опыт эксплуатации подобных устройств показывает, что затраты на отопление по сравнению с центральным отоплением снижаются в 2—3 раза.



**Рис. 1. Тепловой узел с двумя ТС1-055**

Тепловые гидродинамические насосы («вихревые теплогенераторы» дискового типа) более эффективны, чем «вихревые трубы». Эффективность серийно выпускаемых установок типа ТС1 составляет не менее 1,8—1,94.

Тепловая установка типа ТС1 состоит из: активатора, электродвигателя, соединительной муфты, рамы. Тепловая установка снабжена средствами управления, измерения и контроля. В настоящее время серийно выпускаются установки с мощностью электродвигателя 55, 75, 90, 110 и 160 кВт. Тепловые установки ТС1-055/75/90/110 унифицированы и отличаются только деталями корпуса, установочными размерами, мощностью используемого электродвигателя. Общий вид установок показан на рис. 1.

Выпускаемый модельный ряд тепловых установок типа ТС1 разрабатывался под серийные общепромышленные, асинхронные, трехфазные, с короткозамкнутым ротором электродвигатели переменного тока частотой 50 Гц, напряжением сети 380 В, частотой вращения 3000 об/мин, конструктивное исполнение — «на лапах». По специальному заказу установки могут комплектоваться электродвигателями в тропическом, морском, взрывозащищенном и т.д. исполнении.

Установленная мощность электродвигателя обеспечивает начальную раскрутку вала, имеющего большой момент инерции, и преодоление кисти не разогретого теплоносителя в активаторе. После выхода тепловой установки на рабочий режим (оптимальный режим при температуре теплоносителя свыше 63°C) потребляемая мощность падает на 6—10%.

В зависимости от температуры теплоносителя входном патрубке при рекомендуемом объеме прокачки за один проход через активатор теплоноситель нагревается на 14—24°C. Так как при разных температурах вода обладает разной теплоемкостью, то при низких температурах теплоносителя градиент нагрева будет меньше, при высоких — больше.

В гидравлически закрытой системе отопления с диапазоном рабочего давления 2,0—7,0 кг/см<sup>2</sup> потери напора при прокачке теплоносителя через тепловой гидродина-

мический насос составляют до 2,0 кг/см<sup>2</sup>. В соответствии с требованиями СНиПа максимальная температура нагревателя теплоносителя — до 95°C. Такая температура достигается за несколько проходов теплоносителя.

Если при укрупненном подборе мощности жидкотопливных, газовых, ТЭНовых и т.п. котлов используют норматив 1 кВт вырабатываемой теплоэнергии на 10 м<sup>2</sup> обогреваемой площади, то при подборе мощности гидродинамического теплового насоса мы применяем норматив 1 кВт установленной мощности электродвигателя тепловой установки на 30 м<sup>2</sup> обогреваемой площади. Исходя из укрупненного норматива, тепловые установки должны обогревать условные типовые жилые, бытовые, культурно-развлекательные помещения, помещения производственно-хозяйственного назначения и т.д. объемом: ТС1-055-5180 м<sup>3</sup>, ТС1-075-7060 м<sup>3</sup>, ТС1-090-8450 м<sup>3</sup>, ТС1-110-10200 м<sup>3</sup>.

За разработку и производство тепловых гидродинамических насосов («вихревых теплогенераторов», современных высокоэффективных автономных энергосберегающих систем отопления и теплоснабжения компания «Тепло XXI века» в апреле 2007 года награждена по четным знакам VIII Международного форума «Высокие технологии XXI века» — статуэткой «Святой Георгий».

Регулирование температурного режима осуществляется включением-выключением электродвигателя по сигналам с датчика температур. При достижении теплоносителем максимальной температуры, задаваемой потребителем, электродвигатель выключается, при охлаждении теплоносителя до минимальной заданной температуры — включается. Диапазон задаваемых температур должен быть 10—20°C. При правильном подборе мощности в среднем за отопительный сезон тепловая установка работает 25—30% времени.

Свыше трехсот тепловых гидродинамических насосов ТС1 эксплуатируются во многих регионах Российской Федерации, ближнем и дальнем зарубежье: в Москве и Московской области, Архангельске, Владимире, Екатеринбурге, Калининграде, Липецке, Магнитогорске, Нижнем Новгороде, Омске, Оренбурге, Орле, Самаре, Туле, Чебоксарах и других городах, в Якутии, в Белоруссии, Казахстане, Узбекистане, Украине, Венгрии и Южной Корее.

Более подробная информация о тепловых гидродинамических насосах, в том числе фотографии некоторых объектов и тепловых узлов, на которых они установлены, а также отзывы потребителей, размещены на сайте [www.ecoteplo.ru](http://www.ecoteplo.ru).

Научно-технический прогресс не имеет пауз, поэтому, для того чтобы навсегда не отстать от времени, необходимо постоянно совершенствовать выпускаемую продукцию, искать новые области ее применения. Сейчас наиболее актуальны следующие направления работ:

- совершенствование конструкции с целью улучшения эксплуатационной технологичности, снижения материалоемкости и повышения эффективности работы;

- расширение модельного ряда, серийное производство тепловых гидродинамических насосов с установленной мощностью электродвигателя: 3,0; 5,5; 7,5; 11,0; 15,0; 22,0; 37,0; 45,0; 400,0 кВт;

- создание типовых конструкций модульного индивидуального теплового пункта (ИТП) и передвижного теплового пункта для обогрева буровых вышек, работы в условиях аварий теплосистем объектов, мобильной установки для МЧС;

- разработка тепловых гидродинамических насосов с максимальными температурами теплоносителя 115—200°C с принудительно охлаждаемыми подшипниковыми узлами для автоклавов, сушильных камер, технологического оборудования заводов ЖБИ, пищевой промышленности и т.д.;

- проработка конструкций тепловых гидродинамических насосов под рабочие обороты: 1000, 1500 об/мин;

- проработка конструкций тепловых гидродинамических насосов под рабочие обороты: 6000 и 10000 об/мин с применением специальных подшипниковых узлов, уплотнений и способов соединения валов двигателя и активатора;

- доработка конструкции тепловых гидродинамических насосов под зарубежные электродвигатели 380 В, 60 Гц; 220 В, 50 Гц;

- разработка тепловых гидродинамических насосов мощностью 11,0 кВт для отопления пассажирских ж. д. вагонов;

- разработка установки для подогрева битума в ж. д. цистернах;

- разработка установки нагрева расширяющегося природного газа для магистральных газораспределительных станций;

- проработка вариантов использования тепловых гидродинамических насосов для создания эмульсий, перемешивания жидких фракций, измельчения материалов, разложения жидких ОБ;

- проработка вариантов использования тепловых гидродинамических насосов для разделения нефти и нефтепродуктов на фракции;

- подбор оптимальных теплоносителей: незамерзающих, с высокой теплоотдачей и т.д.;

- проработка вариантов использования тепловых гидродинамических насосов для очистки труб систем теплоснабжения от накипи.

В данное время наиболее активные работы ведутся по первым двум направлениям.

Опыт эксплуатации тепловых гидродинамических насосов в течение четырех отопительных сезонов позволил усовершенствовать ряд узлов тепловой установки, что увеличило надежность функционирования. Разработаны и утверждены новые технические условия, на соответствие которым в настоящее время проводится добровольная сертификация.

В сентябре 2007 года малой серией была выпущена тепловая установка ТС1-011, предназначенная для отоп-



**Рис. 2. Тепловой гидродинамический насос ТС1-011**

ления помещений объемом 1000 м<sup>3</sup>. Серийный выпуск ТС1-011 запланирован на 2008 год. Общий вид теплового гидродинамического насоса показан на рис. 2.

На базе ТС1-011 будет разработана и запущена в серийное производство линейка тепловых гидродинамических насосов с установленной мощностью электродвигателей: 15,0; 22,0 и 37,0 кВт.

В настоящее время потребитель получает комплект, состоящий из собственно теплового гидродинамического насоса в сборе на раме, устройства управления, двух гибких присоединительных шлангов, манометра и термосопротивления. Все остальное оборудование теплового пункта — циркуляционный насос, расширительный бак, фильтры, заглушки и т.п. — потребитель приобретает и монтирует самостоятельно. При реконструкции старых тепловых пунктов это экономически оправдано, однако при строительстве нового теплового пункта часто удобнее установить готовый типовой модуль с одним или двумя тепловыми гидродинамическими насосами. Разработка типовых проектов, привязка их к конкретному объекту и изготовление модуля не составляют большой сложности, однако требуют специализированной производственной базы. Приглашаем к сотрудничеству все заинтересованные организации. Предприятия, которые спроектируют и будут производить такие контейнеры, не останутся без заказов.

Разработка тепловых гидродинамических насосов с максимальными температурами теплоносителя 115—200°C с принудительно охлаждаемыми подшипниковыми узлами для автоклавов, сушильных камер, технологического оборудования заводов ЖБИ, пищевой промышленности и т.д. для нас не представляет серьезной технической проблемы. Нерешенным остается только вопрос финансирования. Несмотря на большой спрос на такое оборудование, до настоящего времени мы не нашли крупного потребителя, чей заказ мог бы обеспечить финансирование конструкторских работ и подготовку производства.



**Ольга Иоффе,  
«Техсовет»**

## ВОДА ЖИВАЯ И МЕРТВАЯ

**С**истемы водоподготовки для различных отраслей промышленности и для бытового потребления существенно отличаются друг от друга по технологиям очистки, по составу оборудования, в зависимости от состава и качества «входящей» и требуемых параметров «исходящей» воды. Естественно, что наилучший вариант — когда система водоподготовки закладывается уже на стадии проектирования объекта с учетом «привязки» к конкретному технологическому процессу. Это — «штучная» работа для каждого конкретного объекта. Надо выбрать оптимальную технологию очистки из множества существующих в настоящее время методов и систем.

### **Не хлоркой единой**

До сих пор основным дезинфицирующим средством в подготовке воды остается хлор, и его использование дает вполне удовлетворительные результаты на водопроводах, не имеющих очистных сооружений. Однако хлор образует высокоопасные соединения. Специалисты предлагают использовать диоксид хлора — неустойчивый газ, который производят на месте использования в виде водного раствора. Он лучше, чем хлор или озон, растворяется в воде (до 20 объемов  $\text{ClO}_2$  на 1 объем воды), образуя достаточно устойчивый зеленовато-желтый раствор. Благодаря особому механизму действия дезинфицирующее действие диоксида хлора в 4 раза выше, чем хлора, причем бактерицидный эффект сохраняется долго (до 7 суток). Весьма существенно, что реагент не образует всяких вредных соединений, вроде хлорфенолов и др. Все вместе делает диоксид хлора очень привлекательным для применения в водораспределительных системах. Такие системы внедрены уже во многих городах, в т.ч. например, на Юго-Западном водозаборе

Богдановичах Свердловской области, на станции водоподготовки Верхне-Выйского гидроузла в Нижнем Тагиле и др. Проекты реализованы екатеринбургским предприятием «ТЭКО» («Технологии Экологического Комплексного Обслуживания»), (343) 217-93-39).

### **Спасительная мембрана**

В последнее время получили развитие мембранные технологии — микро-, ультра- или нанофильтрация, обратный осмос, непрерывная электродеионизация. Это безреагентные методы, обеспечивающие получение высокоочищенной воды. Изготавливают мембраны из фторзамещенных этиленов и пропиленов, ароматических полиамидов и др. синтетических волокон. Важнейшие характеристики мембраны — размеры пор и их стабильность, обеспечивающие способность фильтра пропускать частицы определенного размера. А количество пор на единицу поверхности мембраны определяет ее пропускную способность, т.е. производительность. Кроме того, качественная мембрана имеет равномерное распределение пор по поверхности.

Для усиления мембраны делают не монолитными, а многослойными или асимметричными. Такая мембрана состоит из собственно фильтрующего слоя и основания, обеспечивающего механическую прочность конструкции. Иногда подложку (для укрепления) армируют тканью. Невысокая проницаемость мембран компенсируется большой площадью фильтрации. Поэтому их часто «упаковывают» различным образом в модули, напоминающие картриджи.

Промышленные системы водоподготовки на основе обратного осмоса предлагает, например, ЗАО «Научно-производственная компания «Медиана-фильтр» (Москва,

Таблица

Характеристики мембранных процессов водоочистки

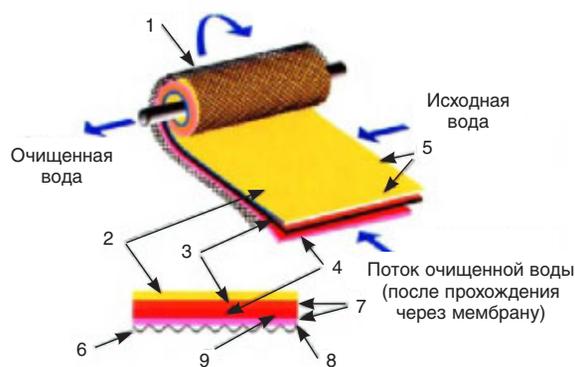
Вид фильтрации	Вид задерживаемых частиц	Размер задерживаемых частиц, мкм	Давление, атм	Главная область применения
Микрофильтрация	Тонкие дисперсии, бактерии, коллоиды	0,1—10	0,2—5,0	Получение стерильной воды и осветление растворов.
Ультрафильтрация	Макромолекулы, полимеры массой более 1000	0,01—0,1	0,1—15,0	Разделение растворов, удаление бактерий и вирусов. Применяется в пищевой промышленности.
Нанофильтрация	Ионы, молекулы, макромолекулы	0,001—0,01	0,4—10,0	
Обратный осмос	Ионы, малые молекулы	0,0001—0,001	1,0—15,0	

(495) 362-74-75, <http://www.mediana-filter.ru>). Серия ДВС-М производительностью до 150 м<sup>3</sup>/час предназначена для получения высококачественной питьевой и деминерализованной воды.

### Акваклер против болезни легионеров

Бактерия Легионелла (*Legionella pneumophila*), которая вызывает у людей тяжелый недуг, названный «болезнь легионеров», попадает в легкие из душа, фонтана, от градирен и, особенно, из плохо обслуживаемых централизованных систем кондиционирования. Проблема затрагивает не только людей, но и оборудование: продукты жизнедеятельности биологических отложений (фактически колоний микроорганизмов) стимулируют коррозионные процессы и ухудшают теплопередачу (пленка микроорганизмов толщиной в 250 микрон может снизить теплопередачу до 25%). Традиционно для борьбы с биологическими врагами добавляют в воду различные реагенты, такие, как гипохлорат натрия (хлористая щелочь), но они, в свою очередь, способствуют коррозии. Однако в последнее время против вредоносных

микроорганизмов специалисты советуют использовать флокулирующие устройства «Акваклер» (AquaKLEAR). Говорит директор компании ООО «Гидрофлоу» ([www.nakipinet.ru](http://www.nakipinet.ru), (343) 216-11-55) **Владимир Суворов**: «Действительно, проблеме наличия бактерий в оборотном цикле систем охлаждения многие предприятия уделяют недостаточное внимание. Хочется отметить, что «Акваклер» также удаляет со стенок труб отложения солей и колонии микроскопических водорослей. Устройство выпускается с 1991г. За это время сотни тысяч предприятий во всем мире получили ощутимый экономический эффект от использования «Акваклер» и улучшили экологическую ситуацию на производстве. За счет повышения эффективности работы теплообменного оборудования, снижения затрат на его эксплуатацию, срок окупаемости «Акваклер» на многих объектах составил менее года». «Акваклер» создает устойчивые хлопья из взвешенных и коллоидных частиц, которые адсорбируют микрочастицы, микроскопические водоросли и органические вещества из воды, а переменное высокочастотное поле, создаваемое прибором, вызывает колебания стенок бактерий (не только легионеллы, но и стафилококка, кишечной палочки), резко повышая осмотическое давление внутри них, что и приводит к разрыву стенок бактерий. Хлопья осаждаются на поверхности фильтров и легко смываются водой. В результате значительно повышается эффективность работы фильтров, отстойников, снижается расход воды для промывки фильтров, улучшаются органолептические свойства воды, снижается скорость зарастания трубопроводов. Британская компания «Джей-Ви Маркотт» ([www.jvmcastingstamworth.com](http://www.jvmcastingstamworth.com)), специализирующаяся на литье под давлением изделий из алюминия, в июле 2005г. установила одно устройство «Акваклер Р-120» на чистую систему для защиты двух контуров системы охлаждения и градирни. Через 6 месяцев система была остановлена для контроля состояния. В системе охлаждения форм видимых отложений не было. В градирне были незначительные отложения, они были смыты струей воды из шланга, это заняло менее часа. Уровень легионеллы снизился с 10<sup>е3</sup> до 10<sup>е1</sup> и стабильно держится на этом уровне, что соответствует нормам безопасности.



### Конструкция рулонного элемента обратного осмоса:

- 1 — внешняя сетка; 2 — полупроницаемая мембрана;
- 3 — мембрана; 4 — поддерживающий материал;
- 5 — линия склейки; 6 — сетка; 7 — тканое полиэфирное полотно;
- 8 — полиэтиленовая подложка;
- 9 — полиэфирное волокно

## ТехЭкспертиза

### Магнитный защитник

**Александр Силкин**, начальник отдела фильтровального оборудования «Группы Техмаш»:

«Известно, что вода, проходя через мощное магнитное поле, меняет свои физические свойства, образуя «мелкодисперсную взвесь» из поляризованных молекул воды и минеральных солей. В литературе описан широкий круг применения омагниченной воды: для приготовления бетона, продуктов питания и т.д. Наиболее эффективно «омагничивание» используется для защиты от накипи теплоэнергетического оборудования (котлы, теплообменники, парогенераторы, охладители и т.п.) и бытовой техники (стиральные, посудомоечные машины, водонагреватели и т.п.). Для этого разработаны устройства типа ГМС (гидромагнитная система), МПНУ (магнитное противонакипное устройство), АМП (активатор магнитный полеградиентный) и др. Растворенные в воде соли жесткости, после прохождения через данные установки не нарастают прочной накипью на стенках оборудования, а кристаллизуются в толще воды, выпадают в виде песка за котлом и легко удаляются. Поскольку эффект омагничивания очень нестабилен и действует лишь в течение нескольких секунд, приборы необходимо устанавливать за 5—10 м

до котла. В противном случае действие установок становится неэффективным. «Размагничивание» происходит и при прохождении воды через насос, т.е. при наличии турбулентности.

В ГМС — гидромагнитных системах для преобразования солей жесткости — используются несколько магнитов, связанных в единую систему, причем не из феррита бария, а гораздо более мощные магниты из сплава с редкоземельными металлами. Если магниты из феррита бария теряют свои качества довольно быстро, размагничиваясь вдвое от первоначального значения за 5 лет, то редкоземельные магниты теряют всего 0,2% своих свойств за 10 лет! Т.е. вполне можно сказать, что при соблюдении правил эксплуатации, ГМС может работать практически неограниченное время. Уже несколько лет они установлены на сотнях предприятий по всей России: на водогрейных и паровых котлах, бойлерах, пластинчатых теплообменниках, охладителях, конденсаторах, градирнях, паровых плитах, посудомоечных машинах, бутылкомоечных машинах, стиральных машинах и т.п. — везде, где нужна не мягкая вода, а отсутствие накипи в оборудовании.

Необходимо отметить, что ГМС, как и другие системы омагничивания, не является фильтром для воды, не удаляет железо, нитраты, тяжелые металлы, не устраняет плохой вкус и запах».

## Вопрос-ответ

### Что такое обратный осмос?

Осмос — самопроизвольное выравнивание концентрации растворенных в воде примесей по обе стороны полупроницаемой стенки клеток живых организмов. Величина осмотического давления зависит от концентрации растворенного вещества, строения и массы его молекулы. Под воздействием внешнего давления, равного осмотическому, диффузия молекул воды сквозь мембрану прекращается. Дальнейшее повышение прикладываемого давления вызывает изменение направления движения молекул воды через мембрану из более концентрированного раствора в разбавленный. Этот процесс называется обратным осмосом.

### Как восстановить ионообменный фильтр?

Для умягчения воды, придания ей хороших органолептических свойств, применяют ионообменные фильтры. Проходя через слой засыпки из специальной ионообменной смолы, вода очищается от солей жесткости, которые заменяются на «мягкие», не образующие твердых отложе-

ний. Однако по мере насыщения солями жесткости смола требует регенерации. Восстановителем служит насыщенный раствор поваренной соли NaCl высокой чистоты — не менее 99,90% NaCl. Поставляется соль в таблетированном виде. Промышленное производство таблетированной соли для регенерации фильтров организовано, например, компанией «Софт Ват» ([www.softwater.ru](http://www.softwater.ru)).

### Почему вода мутная или желтовато-бурая?

Это признак наличия в воде железа. Содержащая железо вода (особенно подземная) изначально прозрачна и чиста на вид. Однако даже при непродолжительном контакте с кислородом воздуха железо окисляется, придавая воде желтовато-бурую окраску. Уже при концентрациях железа выше 0,3 мг/л такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически непригодной как для хозяйственно-бытового, так и для питьевого применения.



**Александр Жучков,**  
К. Т. Н.

## ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ КАК КЛЮЧ К СНИЖЕНИЮ ЗАТРАТ НА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ

*Экономические реалии современной России заставляют искать все новые способы повышения эффективности использования энергоресурсов. Особенно это актуально для объектов промышленности. В данной статье речь пойдет о том, как можно с выгодой использовать тепло сжатия компрессора на отопление помещений.*

### **Как удешевить сжатый воздух**

В начале 1990 годов системы воздухообеспечения для предприятий были удавкой, душащей производство. Этому было несколько причин, наибольшую роль среди которых играл общий спад производства. Нередко ситуация требовала запускать крупные компрессоры, когда потребность в сжатом воздухе была мизерной по сравнению с прежней. К перепроизводству энергоносителя вынуждала традиционно применяемая централизованная схема распределения сжатого воздуха. Следствием такого положения дел стал общий упадок промышленного воздухообеспечения, повлекший увеличение себестоимости продукции и резкое снижение ее конкурентоспособности.

В середине девяностых годов стало очевидно, что ситуация заходит в тупик. Производство постепенно наращивалось,

а компрессорное хозяйство в том его состоянии препятствовало развитию. Положение ухудшалось тем, что новые требования к технологии должны были подкрепляться и более высокими показателями качества воздуха, что прежние системы обеспечить оказались не в состоянии. Руководство многих предприятий озадачилось проблемой выхода из сложившейся ситуации, и одним из решений явилась локализация генерирующих мощностей. Локальная схема воздухообеспечения позволила многим производителям встать на ноги, и сейчас они являются лидерами в своих отраслях.

Децентрализация является действенным инструментом повышения энергетической эффективности систем воздухообеспечения. Основные технические аспекты такого подхода достаточно хорошо известны. Заключаются они в следующем:

- отказ от водяного контура охлаждения;
- снижение затрат энергии на прокачку по воздухопроводам;
- более четкое регулирование;
- отсутствие утечек в магистралях;
- возможность отказаться от отдельного здания или помещения под компрессорную станцию, которые к тому же надо отапливать и освещать.



Существуют и косвенные преимущества децентрализации, одним из которых является модернизация парка компрессоров. И действительно, при переходе от централизованной схемы к локальной необходимо внедрять новые компрессоры, в большинстве своем — винтовые. К плюсам можно отнести и более четкое соответствие генерации и потребления. Это достигается необходимостью повторного учета потребностей локальной группы потребителей и разумного подбора компрессора.

Но существует еще один фактор, ярко иллюстрирующий правильность перехода к локальным схемам воздухооборудования, — это возможность обогрева помещений посредством утилизации тепла сжатия.

## Утилизация тепла сжатия

Как известно, в маслозаполненном винтовом компрессоре (а именно такие применяются в подавляющем большинстве случаев при проведении децентрализации) основная часть энергии, примерно 72% потребляемой компрессором мощности, передается маслоохладителю. В компрессоре с воздушным охлаждением вся тепловая энергия, за исключением присутствующей в сжатом воздухе остаточной теплоты, а это около 4%, передается охлаждающему воздуху. Таким образом, чуть ли не вся мощность на валу компрессора превращается в тепло воздуха, заполняющего помещение, в котором расположено компрессорное оборудование. Чтобы защитить компрессор от перегрева, это тепло необходимо отвести, так же, как и тепло от осушителей и другого оборудования.

Как правило, температура компрессорного повешения должна находиться в пределах от 0 до +30°C. Обычно предельные значения температуры воздуха в помещении ограничиваются +40—45°C. В зимний период помещение, в котором расположен компрессор, отапливают, получая тепло от котельной.

## Отопление помещений с использованием тепла сжатия

Как было отмечено выше, при использовании компрессора выделяется значительное количество тепла. Для его утилизации до недавнего времени затрачивались значительные ресурсы — как технические (содержание в исправном состоянии градирен, систем водоподготовки, профилактика, обслуживание), так и финансового характера (оплата труда персонала, тарифов на воду, затраты на химреагенты, электроэнергию). Нередки бывают и экологические штрафы.

Внедрение винтовых компрессоров позволило резко снизить подобные расходы, а в большинстве случаев свести их к нулю. Это обстоятельство часто оказывалось наиболее значимым аргументом в пользу децентрализации системы воздухооборудования.

Но этот уже хорошо известный положительный эффект можно еще увеличить, отказавшись от необходимости оплачивать утилизацию тепла сжатия. Это тепло можно с выгодой использовать, например, на отопление помещений. Однако нужно отметить, что доступно это только пользователям компрессоров с напорными вентиляторами охлаждения. Напомним, что такими вентиляторами в базовой комплектации снабжены компрессоры GARDNER DENVER.

Начнем с расчета эффективности использования подобного рода тепловой энергии.

В зависимости от модели и мощности компрессора охлаждающий воздух в нем нагревается в среднем на 20°C. Значит, всасываемый воздух с температурой 15—20°C на выходе из системы охлаждения нагревается до 40°C. Эта величина является стандартной для обычных воздушных систем отопления, широко применяемых в США и Европе не только в промышленности, но и в гражданском строительстве.

В летний период или когда отопление не требуется, тепло из системы охлаждения компрессора отводится за пределы помещения.

При выбросе на улицу на отверстия в обязательном порядке необходимо иметь утепленный воздушный клапан. Это необходимо для того, чтобы предотвратить охлаждение компрессора в нерабочее время и исключить его повреждение при холодном пуске.

Когда воздух в помещении компрессорной сильно запылен, забор воздуха осуществляется напрямую с улицы. Для регулирования и поддержания температуры всасываемого воздуха в рабочих пределах в зимний период осуществляется частичная рециркуляция теплого воздуха из системы охлаждения. Контроль температуры воздуха на всасывании осуществляется автоматической системой, состоящей из трех температурных датчиков, контроллера и регулируемых вентиляционных заслонок. Уличный клапан также необходимо утеплить во избежание его замерзания и заедания.

В случае, когда выброс воздуха из системы охлаждения осуществляется непосредственно на улицу, необходимо снабдить систему утепленным обратным клапаном.

Итак, рассмотрим реальную возможность обогрева помещений посредством утилизации тепла в системе охлаждения компрессора. Для расчетов воспользуемся усредненными параметрами тепловой нагрузки для климатического района, соответствующего городу Москве ( $t_{НХБ} = -26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ): температурный режим отапливаемой зоны ( $t_{В}$ )  $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , тип отапливаемого помещения — производственный цех с высотой потолка 6 м, с наличием тепловыделяющего оборудования.

Для унификации расчетов введем предположение, что теплопотери составляют  $1\text{ кВт}/10\text{ м}^2$  площади. В рассматриваемом нами случае, а также при наличии внутренних тепловыделений такая величина теплопотерь будет в пределах разумной погрешности.

При проведении структурной модернизации систем воздухоподогрева возможны два варианта: частичная децентрализация (имеются компрессорная станция и несколько локальных компрессоров) и полностью локальная система (применима в особых случаях). Таким образом, в обоих случаях существует потребность обогрева помещений цехов или помещений компрессорной станции.

Известно, что полезно использовать на нужды теплообогрева в среднем около 75% энергии, потребляемой компрессором. Этого может быть достаточно для покрытия теплопотерь по всему предприятию в целом.

Для примера рассмотрим вариант использования теплоты системы охлаждения при децентрализации одного из подмосковных промышленных предприятий. По возникновения идеи проведения децентрализации системы воздухоподогрева на заводе имелась центральная компрессорная станция в составе турбокомпрессора К-250 и трех поршневых компрессоров среднего давления. По причине спада производства использовался только турбокомпрессор, а один из поршневых включался только в случае необходимости.

В рамках проведения децентрализации было предложено установить пять компрессоров GARDNER DENVER непосредственно в зонах потребления. Мощности приводов установленных винтовых компрессоров составили  $55+55+37+30+30 = 207\text{ кВт}$ . В данном случае рассмотрим только экономический эффект от утилизации тепла, хотя общий эффект от подобных мероприятий включает также экономию электроэнергии и ряд других преимуществ.

Как указывалось выше, использовать полезно тепловую нагрузку возможно в пределах 75% от потребляемой мощности компрессора. В данном случае эта величина составляет:

$$207\text{ кВт} \times 0,75 = 155\text{ кВт}.$$

При выше выбранной норме теплопотерь на  $1\text{ м}^2$  площади в размере  $0,1\text{ кВт}$  получим возможную площадь отапливаемого производственного помещения в количестве  $155\text{ кВт}/0,1\text{ кВт}/\text{м}^2 = 1550\text{ м}^2$ .

Это составляет 90% используемых производственных площадей предприятия, что при наличии допустимой погрешности и отсутствии в течение продолжительного време-

ни предельных температурных нагрузок в зимний период позволяет считать, что мероприятия по децентрализации позволили отказаться от отопления производственных площадей традиционными способами. Факт получения дополнительного экономического эффекта от децентрализации за счет утилизации теплоты сжатия налицо.

Экономический эффект от подобных мероприятий может быть определен по следующей формуле:

$$K = 0,072 \times k_1 \times P \times T_k \times TL,$$

где

$K$  — экономический эффект от теплоутилизации, руб/год;

$k_1$  — тариф на электроэнергию, руб/МКал;

$P$  — количество утилизируемого тепла, кВт;

$T_k$  — число часов работы, час/год;

$TL$  — продолжительность отопительного периода, мес/год.

Подставляя соответствующие значения в формулу, получим возможный годовой экономический эффект от утилизации тепла сжатия:

$$K = 0,072 \times 400 \times 207 \times 16 \times 6 = 572\,314\text{ руб}.$$

Нужно отметить, что в данном примере рассматривался тариф на электроэнергию для промышленных потребителей Московского региона. Для коммерческих же организаций он выше на 50%, соответственно на столько же увеличится и эффект от мероприятий. Больше выгоды получают также потребители, расположенные в более суровом климатическом поясе. Также следует подчеркнуть, что особенностью применяемого воздушного отопления является отсутствие необходимости круглосуточно топить помещения, так как подобные системы имеют низкую инерционность.

Получение подобного экономического эффекта при наличии центральной компрессорной станции затруднительно ввиду расположения последней в отдельно стоящем здании и неэффективности транспортировки нагретого воздуха через наружные сети. Эффект от отопления помещения самой компрессорной станции невелик ввиду ее малой площади и небольших температурных компенсаций за счет собственных внутренних тепловыделений.

Однако не всегда существует возможность отказаться от традиционных систем отопления. Необходимым условием для этого является наличие стабильного потребления и, соответственно, генерация сжатого воздуха в течение всего рабочего дня.

Воспользоваться вышеназванными преимуществами в полной мере имеют возможность пользователи компрессорного оборудования GARDNER DENVER. Высочайшее качество компрессорного и воздухоподготовительного оборудования GARDNER DENVER в совокупности с оперативной работой сервисной службы заслужили положительные отзывы. А мнение конечного пользователя — это главный показатель эффективности работы компании.



**Михаил Вакар,  
технический директор  
«АЛУП СНГ»**

## ДЫШИТЕ ГЛУБЖЕ — ИДЕАЛЬНО ЧИСТЫЙ КОМПРЕССОР

*Гарантированное отсутствие даже следов масла в сжатом воздухе является обязательным условием для многих промышленных производств, особенно в тех случаях, когда сжатый воздух контактирует с пищевыми, фармацевтическими и другими «чистыми» продуктами. Во всех случаях используются безмасляные («сухие») компрессоры: как правило, винтовые или поршневые, а для больших производств — центробежные и турбо.*

**В**се «железо» «любит» масло — подтверждает вековой опыт машиностроения. Смазанные механизмы мало изнашиваются и при соответствующем уходе могут работать очень долго. Кроме того, в первую очередь это касается винтовых компрессоров, масло служит для отвода тепла, образующегося при сжатии газа. За возможность получать безмасляный сжатый воздух в конечном итоге приходится дорого платить. Эта техника более сложная и требует больших затрат на сервисное обслуживание. Так, например, в популярных винтовых компрессорах для достижения давления выше 5 бар приходится использовать двухступенчатую схему, поскольку при степенях сжатия больше 4-х получаются слишком высокие температуры. В поршневых и винтовых бесмасляных компрессорах для уплотнения зазоров между подвижными частями (поршневые кольца и сальники — в поршневых и винтовые пары — в винтовых) применяются материалы и покрытия на основе тефлона. Его малая механическая

прочность и недостаточная стойкость к абразивному воздействию приводят к необходимости частого обслуживания, а в винтовых компрессорах — к быстрой потере эффективности работы винтового блока.

И вот сегодня на рынок выходят винтовые компрессоры, в которых роль масла выполняет простая экологически чистая ВОДА! С одной стороны, вода прекрасно снимает тепло сжатия и заполняет зазор в винтовой паре. С другой — не загрязняет, а даже, наоборот, в некоторой степени очищает сжатый воздух. Конечно, инженерам пришлось потрудиться над решением вопросов коррозионной стойкости и организации цикла «водоснабжения». И теперь можно говорить о серийном компрессоре, прошедшем длительный цикл испытаний.

Сердце винтового компрессора — винтовой блок — в водяном варианте изготавливается из хорошо зарекомендовавших себя материалов: бронзы — для корпуса, полимерной керамики — для винтов и нержавеющей стали — для валов. Все это хорошо вписывается в технологии массового производства и не представляет особой сложности. Остальные части винтового компрессора отличаются от традиционных коррозионно-стойким исполнением.

Главная сложность при разработке компрессора состояла в том, как организовать водяной цикл. Чистая вода неагрессивна, но поскольку она замечательно собирает все загрязнения, засасываемые компрессором, то быстро может превратиться в агрессивный «абразивный бульон». Через любой входной фильтр компрессора внутрь неизбежно

попадает микронная пыль, пары органики, микроорганизмы и агрессивные газы. Для того, чтобы загрязнения не накапливались, эту воду нужно постоянно очищать, менять или делать и то, и другое вместе. Первые компрессоры такого типа были оснащены обратно-осмотическими станциями водоочистки. Эти станции хорошо очищают воду, но в то же время имеют много недостатков:

- требуется постоянное подключение к водопроводу и потребляется большое количество воды, а это заметно увеличивает стоимость эксплуатации;

- картриджи обратно-осмотических элементов весьма дороги и имеют очень ограниченный срок службы;

- требуется дополнительный насос и система управления, что снижает общую надежность;

- сама установка весьма дорога.

Фирма ALUP Kompressorgen (Германия) пошла по другому пути. Известно, что атмосферный воздух всегда имеет определенный уровень влажности, и эту влагу можно эффективно использовать. Каждый компрессорчик в той или иной мере борется с влагой, которая образуется после охлаждения сжатого воздуха в виде конденсата. Конденсат отводится из осушителей, сепараторов, фильтров и обычно выбрасывается. Зачем же выбрасывать конденсат — пусть он идет в дело!

Капельная влага в первую очередь выпадает в циклонном сепараторе. Чего только нет в этой влаге! Это тот самый «абразивный бульон», о котором мы говорили выше. Конечно, нельзя допустить, чтобы вода попала в компрессор в таком виде. Для этого предусмотрена система подготовки воды — «жертвенный» анод ощелачивает ее, далее вода охлаждается в теплообменнике и проходит через фильтр. Такая вода уже пригодна для дальнейшего использования и впрыскивается в компрессор. С другой стороны, в осушителе также образуется много конденсата. Этот конденсат выпадает при осушении воздуха и не содержит абразивных примесей, поэтому его смело можно впрыскивать в компрессор без какой бы то ни было подготовки.

В итоге компрессор не потребляет дорогую водопроводную воду — ему достаточно бесплатной атмосферной! Вам остается только сесть и подсчитать сэкономленные деньги.

Вся установка помещается в одном компактном корпусе. Из него выходит столь необходимый 100-процентный безмасляный воздух с точкой росы 4—8 °С. Температура воздуха лишь на 7—8 °С выше атмосферной.

Кроме того, винтовая пара из полимерной керамики служит много дольше нежного тефлона, а необходимое давление вырабатывается в одной ступени. Все это требует гораздо меньших затрат времени и денег на сервисное обслуживание. Производство таких компрессоров обхо-

дится гораздо дешевле, чем изготовление бесмасляного компрессорного оборудования.

Для регулирования частоты вращения и, соответственно, производительности в компрессор встроены инверторы. Это новейшая и перспективная технология в компрессоростроении, направленная в основном на энергосбережение. Опять экономия...

Итак, перечислим основные черты компрессора LENTO производства фирмы ALUP Kompressorgen:

- в полость сжатия впрыскивается вода, поэтому на выходе получается 100-процентный безмасляный воздух;

- производительность компрессора регулируется посредством изменения частоты вращения электродвигателя;

- прямой привод от вала электродвигателя к валу компрессора передает крутящий момент без потерь;

- сжатие происходит в одной ступени;

- винты изготовлены из полимерной керамики, которая имеет большой срок службы;

- корпус изготовлен из бронзы для предотвращения коррозии;

- в полость сжатия впрыскивается вода, которая отводится при сепарации и осушении воздуха, поэтому потребности в водопроводной воде нет;

- вся установка помещается в компактном корпусе, выгодном и с точки зрения занимаемой площади, и с точки зрения простоты сервисного обслуживания;

- мощность компрессора — от 15 до 55 кВт, однако возможно изготовление компрессоров на заказ;

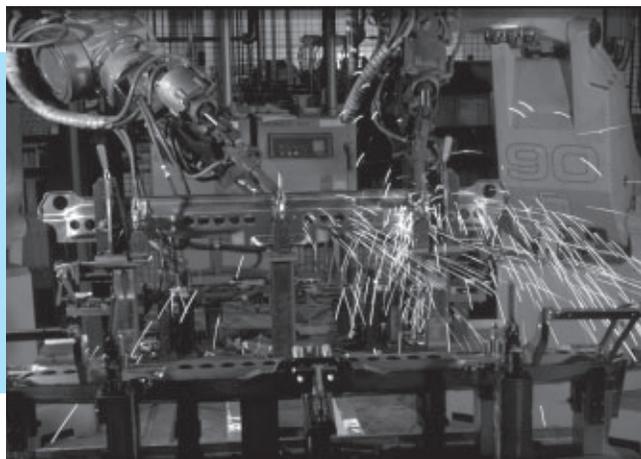
- давление нагнетания компрессора — от 5 до 10 бар;

- производительность компрессора ряда — 15—30 кВт — от 1,65 до 4,18 м<sup>3</sup>/мин;

- срок службы компрессора — 35 000 часов!

- период между сервисным обслуживанием (набивка подшипников) — 3000—4000 часов.





**В. А. Янсюкевич**

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

### Область применения

Рекомендации настоящей методики распространяются на проведение испытаний диэлектрических материалов независимо от их назначения и состояния. Методика содержит общие рекомендации в области испытания диэлектриков и диэлектрических материалов.

Материалы, применяемые при изготовлении электротехнического оборудования, разделяют на ряд групп: проводниковые, изолирующие (диэлектрики), магнитные и полупроводниковые.

Характер работы изолирующих материалов в оборудовании в большей мере определяет надежность электрических устройств.

Изоляция токоведущих частей может быть следующих видов: газовой, жидкой, твердой или комбинированной (смешанной) из отдельных перечисленных видов.

Теоретически идеальный диэлектрик можно рассматривать как нейтральный атом, который состоит из положительно заряженного ядра и электрически уравновешивающего его электронов. Если электрически нейтральный атом поместить в область, в которой имеется воздействие внешнего электрического поля, то, под влиянием последнего, положительно заряженные части сдвинутся в направлении поля, а отрицательные — против поля.

При исчезновении внешнего поля они возвратятся в исходное положение. Подобные перемещения связаны с затратой энергии или возвратом ее при прекращении воздействия, с известной долей потерь. Примером указанных

процессов может явиться в некотором роде заряд и разряд конденсатора.

В тех случаях, когда энергия, сообщаемая электрону под влиянием внешних условий, превысит некоторое предельное значение, он может стать независимым, т.е. атом будет разрушен — атом ионизируется. Таким образом, при определенных условиях, атомы могут терять или присоединять электроны.

На практике приходится иметь дело не с идеальными диэлектриками, а с техническими — неоднородными, обладающими некоторой степенью электропроводимости. Электропроводимость технических диэлектриков объясняется наличием свободных зарядов в тех случаях, когда внутри атома связи отсутствуют, и в этих случаях под воздействием электрического напряжения в изоляционном материале возникает ток проводимости. В связи с отмеченным явлением качество диэлектрика можно охарактеризовать удельной объемной проводимостью и удельной поверхностной проводимостью — величинами, обратными соответствующим удельным значениям объемного и поверхностно электрического сопротивления.

Все диэлектрики могут работать при напряжениях, не превышающих предельных значений, характерных для них в определенных условиях и состоянии, при превышении предельного значения наступает пробой диэлектрика.

Если плотность тока проводимостей через диэлектрик, находящийся под напряжением в рабочих условиях, очень

мала, то при превышении напряжения ток резко возрастает — внезапно образуется проводящий канал между электродами, т.е. изоляционные свойства материала ухудшаются, а затем наступает пробой. Значение напряжения, при котором происходит пробой диэлектрика, называют пробивным напряжением **Упроб**.

Наиболее важными факторами, влияющими на пробивное напряжение всех видов диэлектриков, являются: форма поля, длительность приложения напряжения, род тока, климатические условия, температура, давление для газов, вид материала и его толщина.

Форма электрического поля определяется формой электродов. Поле в диэлектрике может быть равномерным (однородным) или неравномерным (неоднородным). Например, равномерным является поле в средней части обкладок плоского конденсатора.

Климатические условия подчас определяются обстоятельствами, при которых производится эксперимент, но которые должны учитываться как один из факторов, влияющих на результат.

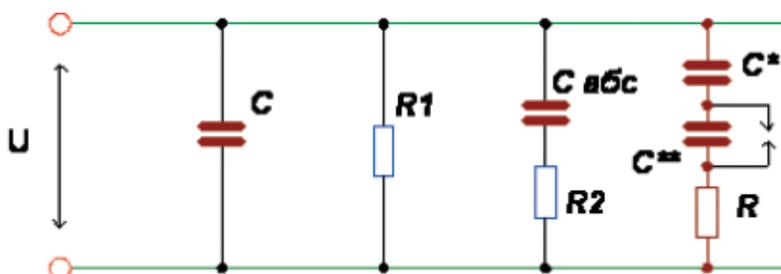
В природе существует естественный диэлектрик — атмосферный воздух. Воздух, а последнее время и ряд других газов (водород, элегаз, фреон и др.) используются как изолятор во многих устройствах высокого напряжения.

## Объект испытания

Методика испытаний и оценка по их результатам состояния изоляции электрооборудования вытекают из физической сущности изоляции. Любая изоляция (диэлектрик), применяемая в электрических машинах и аппаратах, по существу есть конденсатор со сложной средой. Обкладками его являются наружные элементы конструкции аппарата (корпус, сердечник) и токоведущие части (жила кабеля, провода, шина). Среда — изоляционный материал, структура которого определяется не только используемым материалом (волокно, бумага и т.д.), но и состоянием ее — наличием дефектов, в частности увлажнением. Физическая сущность изоляции определяется теми процессами, которые протекают в электрическом поле конденсатора. Схема замещения диэлектрика представлена на рис. 1.

В результате воздействия внешнего поля на диэлектрик в нем создается особое напряженное состояние, именуемое электрической поляризацией. Различают несколько видов поляризации:

- Электронная — возникновение несимметричности атомов под воздействием электрического поля. Подобная поляризация возможна и для молекул.
- Дипольная — приобретение, по направлению внешнего поля, составляющего момента у дипольных молекул.
- Внутрислойная — накопление (абсорбция) зарядов в пограничных слоях, имеющих отличающиеся проводимости и диэлектрические проницаемости.



**Рис. 1. Схема замещения диэлектрика**

$C$  — геометрическая емкость;  $R1$  — сопротивление сквозной проводимости;  $C$  и  $R2$  — цепочка абсорбирующей составляющей и потерь диэлектрика;  $C^*$ ,  $C^{**}$ ,  $R$  — цепочка, в которой возможны потери из-за ионизации при наличии искрового промежутка

Процессы поляризации в диэлектриках совершаются в течение некоторого конечного времени, а при приложении переменного тока повторяются каждый полупериод.

Внутрислойная поляризация — это медленный процесс, соизмеримый по времени с частотой переменного тока 50 Гц или превышающий его, при условии, что изоляция сухая. При сильном увлажнении изоляции постоянная времени внутрислойной поляризации резко уменьшается. На этом основано исследование абсорбции изоляции при проведении испытаний — при медленной поляризации энергии поляризация возвращается источнику питания не полностью и часть ее рассеивается в виде тепла (коэффициент абсорбции высокий).

## Определяемые характеристики

Сопротивление изоляции постоянному току  $R_{из}$  является основным показателем состояния изоляции. Наличие грубых внутренних и внешних дефектов (повреждение, увлажнение, поверхностное загрязнение) снижает сопротивление. Определение  $R_{из}$  (Ом) производится измерением тока утечки  $I_{ут}$ , проходящего через изоляцию, при приложении к ней выпрямленного напряжения:

$$R_{из} = U_{прил. выпр} / I_{ут}$$

В связи с явлением поляризации, имеющим место в изоляции, определяемое сопротивление  $R_{из}$  зависит от времени с момента приложения напряжения. Правильный результат может дать измерение тока утечки по истечению 60 секунд после приложения напряжения, т.е. в момент, к которому ток абсорбции в изоляции в основном затухает.

Вторым основным показателем состояния изоляции машин и трансформаторов является коэффициент абсорбции. Кабс лучше всего определяет увлажнение изоляции. Коэффициент абсорбции — это отношение  $R_{из}$ , измеренного мегаомметром через 60 сек с момента приложения напряжения, к  $R_{из}$ , измеренного через 15 секунд

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

после начала приложения испытательного напряжения от мегаомметра:

$$K_{abc} = R_{60}/R_{15}$$

Если изоляция сухая, то коэффициент абсорбции значительно превышает единицу, в то время как у влажной изоляции коэффициент абсорбции близок к единице.

Объясняется это временем заряда абсорбционной емкости у сухой и влажной изоляции. В первом случае (сухая изоляция) время велико, ток заряда изменяется медленно, значения  $R_{15}$ , соответствующие 15 и 60 секундам после начала измерения, сильно различаются. Во втором случае (влажная изоляция) время мало — ток заряда изменяется быстро и уже к 15 секундам после начала измерения достигает установившегося значения, поэтому  $R_{15}$ , соответствующие 15 и 60 секундам после начала измерения, почти не различаются.

Для оценки состояния волокнистой изоляции класса А, используемой в трансформаторах, применяется метод частотной зависимости емкости. Ток заряда геометрической емкости изменяется как у сухой, так и у влажной изоляции очень быстро. Емкость влажной изоляции в отличие от сухой изоляции содержит более значительную абсорбционную емкость, ток заряда которой изменяется медленнее, чем ток заряда геометрической емкости. Это свойство и использовано в методе частотной зависимости емкости, при которой измеряется емкость изоляции на частотах 2 и 50 Гц. При измерении емкости изоляции на частоте 50 Гц ( $C_{50}$ ) успевает проявиться только геометрическая емкость, одинаковая у сухой и влажной изоляции. При измерении емкости изоляции на частоте 2 Гц ( $C_2$ ) успевает проявиться абсорбционная емкость влажной изоляции, так как у сухой изоляции она меньше и заряжается она очень медленно. У сухой изоляции отношение  $C_2/C_{50}$  в связи с этим близко к единице, а у влажной значительно больше единицы.

Зависимость емкости изоляции от частоты видна из выражения для двухслойного конденсатора:

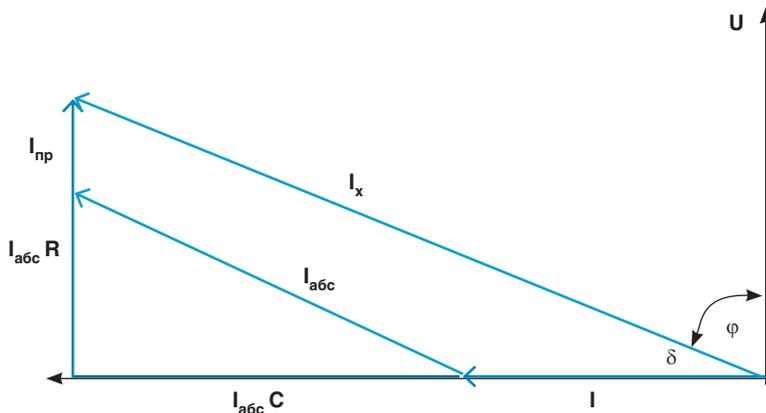


Рис. 2. Векторная диаграмма токов в диэлектрике

$I$  — ток, обусловленный мгновенной поляризацией

$I_{abc}$  — ток абсорбционной составляющей

$I_{пр}$  — ток сквозной проводимости

$$Cw = C_2 + ((C\phi - C_2)/(1 + w)),$$

где

$Cw$  — емкость эффективная;

$C_2$  — емкость геометрическая;

$C_\phi$  — емкость полная или физическая (емкость двухслойного конденсатора при длительном заряде постоянным напряжением);

$W$  — постоянная времени конденсата.

Наиболее распространенным методом определения состояния изоляции электрооборудования является измерение  $\text{tg}$  угла диэлектрических потерь. Как известно,  $\text{tg}$  есть отношение активной составляющей тока  $I_a$ , проходящего через изоляцию при приложении к ней переменного напряжения к реактивной  $I_c$ . Диаграмма представлена на рис. 2.

Как видно из диаграммы, диэлектрические потери обуславливают наличие активной составляющей токов  $I_a = I_{пр} + I_{abc}R$ , в силу чего сдвиг фаз между напряжением  $U$  и током  $I_x$  отличается от  $90^\circ$  на угол, называемый углом диэлектрических потерь. Чем больше этот угол, тем больше энергия рассеивается, и, следовательно, диэлектрик менее качествен, а это может вызвать, в свою очередь, перегревы и другие различные нарушения в работе оборудования.

Полные потери в диэлектрике:

$$P = U \times I_c \times \text{tg} = wCx \times U \times \text{tg},$$

где

$U$  — напряжение, приложенное к диэлектрику;

$Cx$  — емкость объекта;

$I_c$  — реактивная составляющая тока ( $I + I_{abc}$ ).

Исходя из этих соотношений и векторной диаграммы, состояние изоляции можно характеризовать величиной:

$$\text{Tg} = I_a/I_c.$$

В практике измерений, чтобы не оперировать малыми цифрами, абсолютное значение  $\text{tg}$  выражают в процентах:

$$\text{Tg} \% = 100 \times \text{tg}.$$

Из рассмотрения схемы замещения диэлектрика и векторной диаграммы можно сделать ряд выводов:

- При увлажнении диэлектрика или нагреве его сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  уменьшаются и, следовательно,  $tg$  возрастает.

- Угол диэлектрических потерь почти не зависит от геометрических размеров однородного диэлектрика в силу пропорциональности изменения активной и реактивной составляющих тока.

- Местный, а также сосредоточенный дефекты ухудшения диэлектрика, например, при увлажнении, могут быть не выявлены при измерении  $tg$ , так как токи, определяемые дефектом, могут быть значительно меньше токов емкости в целом.

- По мере увеличения приложенного напряжения к диэлектрику отмечается весьма незначительное изменение  $tg$ . Лишь после того, как возникнет ионизация во включениях диэлектрика, вызывающая дополнительные потери,  $tg$  будет резко возрастать.

- При отрицательных температурах, когда влага диэлектрика переходит в твердое состояние, состояние изоляции по потерям трудно распознаваемо.

- Измерение  $tg$  угла диэлектрических потерь проводится при помощи мостов переменного тока типа Р5026 или прибора «ВЕКТОР М».

Испытание изоляции электрооборудования повышенным напряжением производится для выявления грубых и сосредоточенных дефектов, которые, из-за недоста-

точного уровня напряженности электрического поля, не могли быть выявлены при предварительной проверке и измерениях. По этой причине испытание повышенным напряжением является основным испытанием, после которого выносится окончательное суждение о возможности нормальной работы оборудования в условиях эксплуатации. Испытание повышенным напряжением считается разрушающим испытательным методом испытания, т.к. в случае наличия дефекта изоляции приложение испытательного напряжения приводит к пробое изоляции.

Испытательное напряжение регламентируется «Объемом и нормами испытаний электрооборудования». Конкретные значения испытательных напряжений для проведения испытаний соответствующего оборудования указаны в методиках на данный тип оборудования.

### Условия испытаний и измерений

Влияние температуры подчиняется закону:

$$Rt_2 = Rt_1 \times 10^{(t_2 - t_1)/a},$$

где

$Rt_1$  и  $Rt_2$  — сопротивление изоляции постоянному току при температурах  $T_1$  и  $T_2$  соответственно.

$a$  — коэффициент, зависящий от типа изоляции; для изоляции класса А — 40, для изоляции класса В — 60.

Таблица 1

Испытуемый объект	Предельное измеряемое сопротивление (МОм)	Дополнительное требование
Вращающиеся машины	0,1—1000	Стабилизация испытательного напряжения
Силовые трансформаторы	10—20 000	То же
Коммутационные аппараты	1000—5000	Нет
Силовые кабели	1—1000	Стабилизация испытательного напряжения
Изоляторы	100—10 000	Нет

Таблица 2

### Технические данные некоторых мегаомметров

Тип	Напряжение на разомкнутых зажимах (В)	Предел измерения	Рабочая часть шкалы	Масса (кг)
M4100/1	100+10 %	0—200кОм 0—100МОм	0—200кОм 0,01—20МОм	3,5
M4100/2	250+10 %	0—500кОм 0—250МОм	0—500кОм 0,02—50МОм	3,5
M4100/3	500+10 %	0—1000кОм 0—500МОм	0—1000кОм 0,05—100МОм	3,5
M4100/4	1000+10 %	0—1000кОм 0—1000МОм	0—1000кОм 0,2—200МОм	3,5
M4100/5	2500+10 %	0—2000кОм 0—2500МОм	0—2000кОм 0,5—1000МОм	3,5
Ф4102/2—1М	2500+125	0—5000МОм 0—50 000МОм	187,5—2500МОм 187,5—10 000МОм	—

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Сопротивление изоляции  $R_{из}$  и коэффициент абсорбции Кабс не измеряются при температуре менее  $10^{\circ}\text{C}$ , так как в этом случае результаты измерения из-за нестабильного поведения влаги не отражают истинного состояния изоляции. При температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$  вода превращается в лед, а последний является реальным диэлектриком.

Испытания могут производиться как до ремонта оборудования (профилактические испытания) — для выявления необходимости в ремонте по результатам испытания, так и после проведения ремонта (послеремонтные испытания) — для определения его качества и пригодности оборудования к дальнейшей эксплуатации.

Высоковольтные испытания проводятся в следующем порядке: испытательное напряжение подается скачком до  $1/3$  необходимой величины, затем поднимается постепенно со скоростью примерно  $2\text{--}3\text{ кВ}$  в секунду при периодическом контроле токов утечки (токов проводимости). После установки необходимой величины испытательного напряжения начинается отсчет времени испытаний и фиксируется ток утечки (проводимости) в начале испытаний. За  $5$  секунд до окончания времени испытаний фиксируется ток утечки в конце испытаний, напряжение плавно снижается до нуля, испытательная установка отключается от сети, высоковольтный вывод заземляется. Если объект испытания имеет большую емкость, заземление испытательного вывода сначала производится через разрядное сопротивление, а затем заземляется напрямую (эти операции производятся с помощью специальной разрядной штанги).

## Средства измерений

Определение  $R_{из}$  производится с помощью мегаомметров, которые представляют собой логометрический прибор, измеряющий ток, но со шкалой, отградуированной в мегаомах и килоомах.

Мегаомметры выпускаются на напряжение  $100, 250, 500, 1000$  и  $2500\text{ В}$ .

Выбор типа мегаомметра для выполнения измерений сопротивления изоляции зависит от параметров объекта испытания и производится исходя из необходимого предела измерения и номинального напряжения объекта (табл. 1).

Как правило, при испытании в электроустановках с номинальным напряжением выше  $1000\text{ В}$  применяют Мегаомметры с номинальным напряжением  $1000\text{--}2500\text{ В}$ .

При проведении работ в электроустановках с напряжением до  $1000\text{ В}$ , применяют мегаомметры с напряжением  $1000, 500$  и  $100\text{ В}$ .

Испытание повышенным напряжением переменного тока промышленной частоты проводят по схеме, представленной на рис. 3. Испытательная установка состоит из регулирующего устройства (автотрансформатора), повышающего трансформатора, аппарата защиты (автоматического выключателя), средств измерения тока и напряжения (в некоторых случаях измерение тока может не проводиться) и дополнительного сопротивления (резистора), который необходим для защиты установки при пробое изоляции испытуемого объекта. Измерение напряжения может производиться как косвенным методом — с применением специальных измерительных трансформаторов, при этом измерительный трансформатор и прибор включаются во вторичную цепь повышающего трансформатора (на рис. 3 таким образом включен вольтметр  $V$ ), а также включением вольтметра в первичную цепь повышающего трансформатора (на рис. 3 таким образом включен киловольтметр), так и методом прямого измерения испытательного напряжения непосредственно на испытуемом объекте — с применением киловольтметров типа

Автоматический выключатель  $SF1$  предназначен для быстрого отключения испытательной установки при возникновении большого через регулирующий трансформатор в момент пробоя изоляции. Таким образом, этот автоматический выключатель ограничивает время воздействия испытательного напряжения на объект при про-

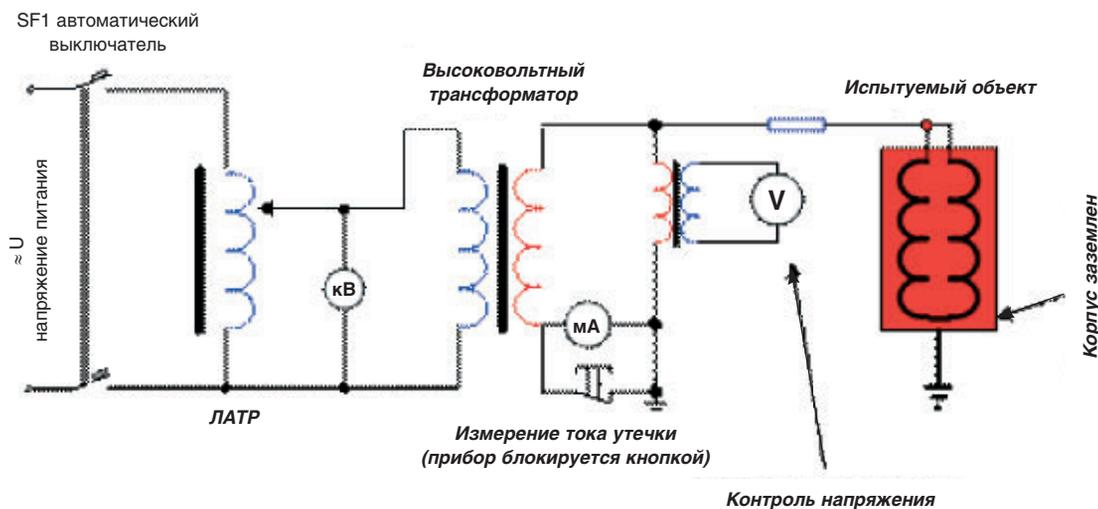
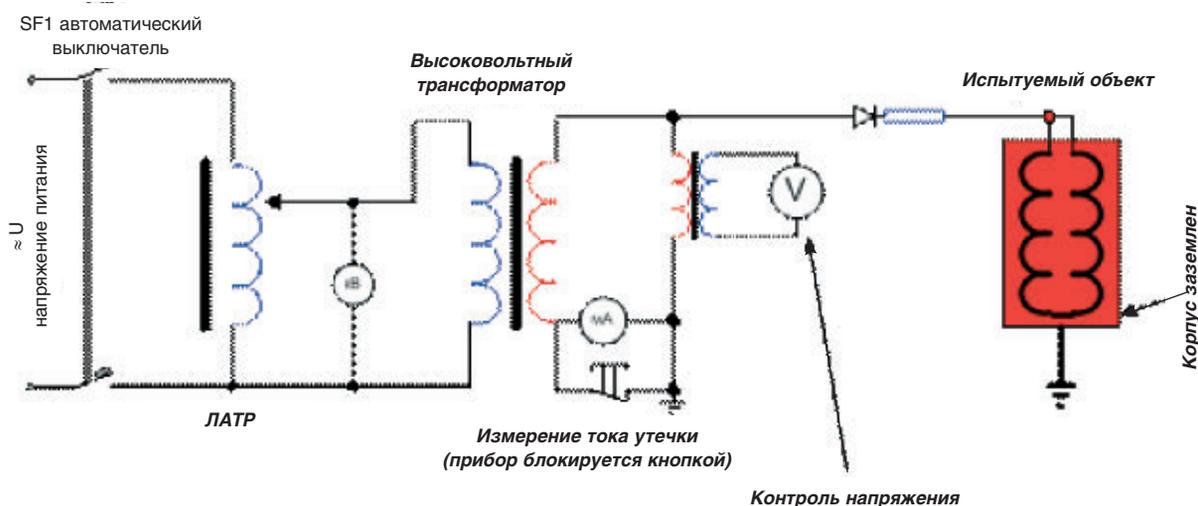


Рис. 3. Схема испытания изоляции электрооборудования повышенным напряжением переменного тока



**Рис. 4. Схема испытания изоляции электрооборудования повышенным напряжением выпрямленного переменного тока**

бое изоляции и защищает испытательную установку от повреждения.

Необходимая мощность испытательного трансформатора при испытаниях (кВА) рассчитывается по формуле:

$$S_{исп} = WCU_{исп} \times 10^{-9}$$

где

$C$  — емкость испытываемой изоляции (пФ);

$U_{исп}$  — испытательное напряжение (кВ);

$W$  — угловая частота испытательного напряжения.

Для испытания изоляции постоянным (выпрямленным) напряжением используют испытательные установки, которые схематично аналогичны установкам для испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, только в схему вводят выпрямительное устройство. Примерная схема испытательной установки для проведения испытаний с использованием постоянного (выпрямленного) тока представлена на рис. 4.

Как видно из рисунка установка отличается от предыдущей только наличием диода. На практике может использоваться любое выпрямительное устройство. В некоторых установках (например, ИК-10 — испытательная установка для кабелей) используется схема умножения напряжения, в этом случае в качестве выпрямительного устройства используются диоды и конденсаторы, которые соединяются соответствующим образом (рис. 5).

В ряде случаев, для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения, возникает необходимость в применении специальных конденсаторов. В этом случае на выходе испытательной установки устанавливают фильтрующий конденсатор. В большинстве случаев (например, при испытаниях силовых кабелей) роль конденсатора выполняет собственная емкость объекта, и применение специальных устройств отпадает.

Конкретная необходимость установки сглаживающего конденсатора оговаривается в соответствующих методиках испытаний.

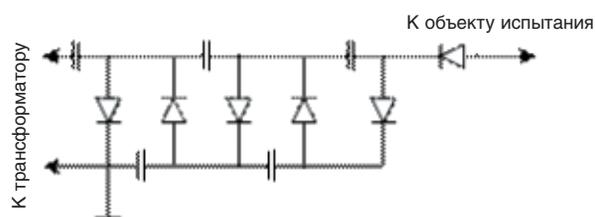
Выпускаемые промышленностью испытательные установки соответствуют описанным выше. Главными отличительными особенностями могут являться схемы измерения испытательного напряжения. Как уже отмечалось выше, измерение напряжения может производиться либо косвенным, либо прямым методом.

Для проведения испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты используются различные установки, которые состоят из следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры.

К комплектным передвижным испытательным установкам относятся: комплектный аппарат АИИ-70, снятые с производства промышленностью АКИ-50 и АМИ-60, аппарат АИД-70, полупроводниковый аппарат ИК-10ТМ и аппарат для испытания жидких диэлектриков АИМ-80, а также различные другие модификации.

Выбор типа аппарата зависит от цели испытания, уровня необходимого напряжения и тока.

Отношение  $C_2/C_{50}$  определяется при помощи приборов контроля влажности типа ПКВ-7 и ПКВ-13.



**Рис. 5. Схема умножения напряжения для испытаний**

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

## Порядок проведения испытаний и измерений

Перед началом измерения мегаомметр проверяется. Для этого зажимы З и Л замыкают накоротко и вращают рукоятку. Стрелка должна устанавливаться против деления шкалы 0. После этого закоротка удаляется и при повторном нормальном вращении рукоятки стрелка прибора устанавливается против деления с наибольшим значением изоляции для данного предела измерения.

Если эти требования не соблюдаются, прибором пользоваться нельзя. Перед измерением объект заземляют на 5 мин. для того, чтобы снять возможно имеющиеся в нем остаточные заряды. В противном случае они могут повлиять на показания прибора.

После подготовки объекта и проверки мегаомметра производится измерение. При измерении абсолютного значения сопротивления изоляции аппарата (машины) Риз токоведущую часть ее подсоединяют специальным проводом с усиленной изоляцией (типа ПВЛ) к выводу Л мегаомметра. Вывод З соединяется с корпусом аппарата (машины), относительно которого производится измерение сопротивления изоляции, и надежно заземляется через общий контур заземления. Сопротивление изоляции Риз определяется по показанию стрелки мегаомметра, установленного по истечении 60 сек, после подачи номинального напряжения от мегаомметра.

Перед началом испытания с помощью передвижной или переносной испытательной установки необходимо выполнить мероприятия, изложенные в разделе «Меры безопасности при проведении испытаний» данной методики.

## Обработка данных, полученных при испытаниях

Сопротивление изоляции Риз, а также коэффициент абсорбции Кабс сильно зависят от температуры. Поэтому для сравнения следует пользоваться величинами Риз, измеренными при одной температуре.

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

При проведении профилактических испытаний их результаты сравниваются с нормами НТД (нормативно-технической документацией) и с результатами испытаний завода-изготовителя или с результатами испытаний аналогичного оборудования.

При проведении послеремонтных испытаний их результаты должны сравниваться с нормами НТД и с результатами профилактических испытаний этого оборудования.

## Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды

Перед началом работ необходимо:

- Получить наряд (разрешение) на производство работ.

● Подготовить рабочее место в соответствии с характером работы: убедиться в достаточности принятых мер безопасности со стороны допускающего (при работах по наряду) либо принять все меры безопасности самостоятельно (при работах по распоряжению).

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

Пред окончанием работ необходимо:

- Убрать рабочее место, восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).
- Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).
- Сделать запись в рабочую тетрадь для последующей работы с полученными данными.
- Оформить протокол на проведенные работы.

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В — по распоряжению.

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

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

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

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

## Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытаниях

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

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

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

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

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

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

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

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

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу III, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытательному оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

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

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

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

При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим

дальнего зарубежья. По словам опрошенных участников рынка коммутационного оборудования, основными российскими конкурентами СП могут стать ульяновский завод «Контактор», Свердловский электромеханический завод, принадлежащий французскому концерну Areva и самарский завод «Электроцит». С гаммой продукции, рассчитанной на напряжение до 550 кВ, Siemens и «Электрозавод» скорее всего ориентируются на удовлетворение потребностей РАО «ЕЭС России» в понижающих трансформаторах. Емкость этого рынка специалисты оценивают в 400—600 млн долл. В то же время, оговаривается один из участников рынка, коммутационные аппараты на 27,5 кВ преимущественно используются железнодорожниками, поэтому, скорее всего, СП будут ориентироваться еще и на потребности РЖД. В компаниях эти намерения не комментируют.

Аналитик Банка Москвы Михаил Лямин не исключает, что активность Siemens во взаимоотношениях с «Электрозаводом» может быть обусловлена безуспешностью покупки контрольного пакета акций «Силовых машин». В середине сентября 2007 г. Федеральная антимонопольная служба повторно отказала Siemens в покупке 30,42% акций «Силмашин».

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

## НОВАЯ СЕРИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Автоматические переключатели серии 3SAQ5 корпорации SASSIN — это новое устройство автоматического включения резервного питания в сетях электроснабжения, которое полностью управляет операциями автоматического переключения между выключателями основной и резервной линий. При неисправности основной линии ее автоматический выключатель отключается в соответствии с уставками задержек, включается генератор и замыкается автоматический выключатель резервной линии. Все переключатели имеют металлический корпус, выдерживающий до 100А.

Серия 3SAQ3 автоматических силовых переключателей подходит для автоматического переключения большинства источников энергии и источников

<< 67

электрооборудования. Хорошие параметры дугогасителя обеспечивают управляемость переключателей даже при включенном состоянии, а контакты большого размера придают переключателям устойчивость и безопасную электропроводность.

Силовые переключатели серии 3SAQ3 обладают целостной конструкцией, которая отсутствует в традиционных переключателях. Переключатели дополнены установкой главных контактов и электрическо-механической централизованной контрольной системой, которая может обеспечить двухскоростным переключателям отсутствие электризации.

[www.energy-etc.ru](http://www.energy-etc.ru)

**КОМПАНИЯ «ИЭК»:  
ЗНАКОМЬТЕСЬ — «БРИКС»!**

Новую серию электроустановочных изделий представляет компания «ИЭК». Серия выключателей и розеток, предназначенных для открытого монтажа, получила название «БРИКС». Новинка выполнена в соответствии с требованиями современных стандартов. Корпус изделий серии «БРИКС» выполнен из АБС-пластика, основание самого механизма — из стеклонеполненного полиамида, а контактная группа — из фосфористой бронзы. Использование современных материалов обеспечивает надежность и долговечность изделий.

Конструкция розетки и выключателя серии «БРИКС» отличается простотой и удобством монтажа на любом типе поверхности как горючем, так и негорючем. Это обеспечивается за счет металлической пластины для крепления. Специалисты, занимающиеся электромонтажом, оценят выштампованные вводы для проводников с 4 сторон изделия, а также клеммы для присоединения защитного проводника. Это не только выполнение обязательных требований, предъявляемых к проводке электроосвещения, но и удобство для работы электромонтажника.

Розетки серии «БРИКС» поставляются с защитными шторками, одноместные, двух-, трех- и четырехместные. Вся серия электроустановочных изделий «БРИКС» выполнена в двух цветах — белом и коричневом. Изделия сертифицированы в установленном порядке, сертификаты РОСС PL. ME01. B04253 и РОСС PL. ME01. B04252.

75 >>

проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм<sup>2</sup>. Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

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

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

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

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

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

Соединительный провод между испытательной установкой и испытуемым оборудованием сначала должен быть присоединен к заземленному выводу высокого напряжения.

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

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

Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

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

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

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

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



С. Храмов

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГТУ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ Д-30 ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**В** ОАО «Авиадвигатель» на базе авиационного двигателя Д-30 третьей серии разработано семейство промышленных газотурбинных двигателей мощностью 2,5—6 МВт, применяемых для энергетических газотурбинных установок (ГТУ) и газотурбинных электростанций (ГТЭС):

- Д-30ЭУ-1 — номинальной мощностью 2,5 МВт, эксплуатируется в составе ГТУ-2,5П с 1995г.
- Д-30ЭУ-2 — номинальной мощностью 4,0 МВт, эксплуатируется в составе ГТУ-4П с 1997г.
- Д-30ЭУ-6 — номинальной мощностью 6,0 МВт. Головной образец прошел испытание на специальном стенде в 2001г.

Все двигатели выполнены по двухвальной схеме, со свободной силовой (СТ). Применение такого газотурбинного двигателя в сочетании с фрикционной муфтой на приводе генератора позволяет иметь высокие характеристики переменных режимов работы двигателя. Это дает неоспоримые преимущества при использовании газотурбинной установки в электростанциях, особенно при работе на локальную нагрузку — обеспечивается высокая надежность установки при резких изменениях нагрузки.

Ротор газогенератора состоит из 10-ступенчатого осевого компрессора и 2-ступенчатой осевой турбины. Силовая

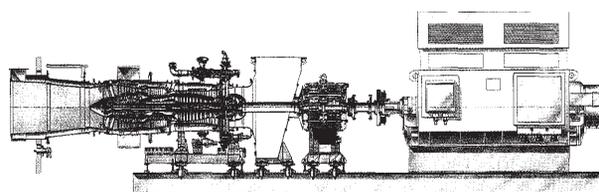


Рис. 1. Общий вид энергоблока ГТУ-4П

турбина (осевая, 2-ступенчатая) имеет только газодинамическую связь с газогенератором. Для снижения частоты вращения выходного газа ГТУ до 3000 об/мин (частота вращения электрогенератора) использован редуктор. Общий вид энергоблока на базе ГТУ-4П показан на рис.1.

Основные конструкторские решения отработаны на серийно выпускаемых установках ГТУ-2,5П и ГТУ-4П.

При разработке и создании Д-30ЭУ-6 проведены расчетные и экспериментальные исследования характеристик компрессора и турбин. В результате при незначительном изменении конструкции, с использованием существующей материальной части, удалось получить значительное улучшение характеристик компрессора и турбин, что позволило создать газотурбинную установку номинальной мощностью 8 МВт.

## Основные технические характеристики семейства ГТУ ОАО «Авиадвигатель»

Параметр	ГТУ-4П	ГТУ-6П	ГТУ-8П, режим			ГТУ-8П, режим		
			4МВт	6МВт	8МВт	4МВт	6МВт	8МВт
Мощность на валу генератора Nэ, МВт	4104	6235	4110	6205	8270	4132	6216	8253
КПД на валу генератора, %	0,2404	0,2648	0,2391	0,2713	0,2804	0,2576	0,2848	0,2917
Частота вращения ротора газогенератора, об/мин	10001	10 673	10 161	10 871	11 571	9693	10 325	10 904
Температура торможения газа на входе в рабочее колесо 1-й ступени турбины, К	1060,1	1208,2	1067,1	1175,2	1300,3	1076,2	1190,2	1310,8
Расход воздуха через компрессор, кг/с	30,03	33,02	29,9	33,7	36,74	26,39	30,45	33,60
Степень повышения полного давления воздуха в компрессоре	7,28	8,541	7,273	8,572	9,882	6,537	7,936	9,206

Рассмотрим пример реконструкции энергетического хозяйства промышленного объекта с существующей паровой котельной.

### 1. Существующее положение

Годовое потребление тепловой энергии (сумма отопительной и технологической нагрузок) составляет 212 тыс. Гкал, электрической энергии — 57 252 тыс. кВт/ч.

Средняя фактическая тепловая нагрузка потребителей приведена ниже в табл. 1

Таким образом, фактическая средняя тепловая нагрузка объекта составляет:

- Лето, 24—25 т/ч (порядка 15 Гкал/ч).
- Зима, 33 т/ч (порядка 20 Гкал/ч).

Средняя величина отопительной нагрузки составляет около 5—8 Гкал/ч.

Электрическая нагрузка объекта обеспечивается собственными ТП от внешних сетей.

Мощность потребителей составляет:

- Требуемая — 8 МВт.
- Пиковая — 7,5 МВт.
- Среднегодовая — 6,54 МВт.
- Среднемесячная — от 5,77 до 7,05 МВт.

- Среднесуточная — от 6,6 МВт (лето, рабочие и выходные дни) до 6,8 МВт (зима, рабочие и выходные дни).

Таким образом, среднесуточная нагрузка потребителей электрической энергии практически не изменяется в течение года. Потребляемая электрическая мощность объекта колеблется в пределах 6,6—6,8 МВт.

Годовое потребление электроэнергии объектом и заявленная мощность по месяцам представлены в табл. 2.

### 2. Технические решения

Выработка на объекте собственной электроэнергии целесообразна только в том случае, когда этот процесс осуществляется энергосберегающим способом.

*Получение электроэнергии посредством сжигания органического топлива (другого варианта на заводе не имеется), используя энергосберегающие технологии, возможно только при совместной выработке тепла и электроэнергии или выработке электроэнергии на тепловом потреблении объекта. Поэтому уровень потребления тепла является определяющим при выборе типа оборудования мини-ТЭЦ.*

Для получения приемлемых технико-экономических показателей необходимо, чтобы устанавливаемое электро-

Таблица 1

#### Тепловые нагрузки объекта

	Теплоноситель	Параметры	Величина, т/ч	
			Лето	Зима
1.	Промышленный пар	1,0—1,2 МПа	10	15
2.	Пар низкого давления	0,25 МПа	14—15	18
3.	Всего:		24—25	33

Таблица 2

Потребление электроэнергии по месяцам

Месяц	Потребление электроэнергии за 2004 год, тыс.кВт·ч	Среднемесячная мощность, МВт
Январь	4990	6,71
Февраль	4740	7,05
Март	5062	6,20
Апрель	4840	6,72
Май	4690	6,30
Июнь	4540	6,31
Июль	4690	6,30
Август	4290	5,77
Сентябрь	4690	6,51
Октябрь	4840	6,51
Ноябрь	4890	6,79
Декабрь	4990	6,71
Итого за год:	57 252	
Среднегодовая:		6,54

генерирующее оборудование было загружено на номинальную нагрузку в течение всего года, вырабатывая электроэнергию на тепловом потреблении.

Пар на выходе из котельной, имеющий параметры,  $P_p=1,4$  МПа,  $t_p=225$  °С при наличии значительных тепловых нагрузок в паре с давлением 0,25 МПа позволяет вырабатывать электроэнергию посредством установки противодавленческой турбины.

Срабатывание давления пара в турбине типа «Р» от 1,2÷1,3 МПа до 0,25 МПа при расходе пара 14—18 т/ч (нагрузка в паре низкого давления) позволяет выработать не более 1 мВт электрической энергии, что не обеспечивает потребности объекта. Таким образом, единственно возможным способом совместной выработки тепла и электроэнергии является установка газовой турбины с паровым котлом-утилизатором.

Для выработки электроэнергии и тепловой энергии в виде пара с давлением 1,4 МПа и температурой 225°С предлагается установить две энергетических газотурбинных установки номинальной электрической мощностью по 4 МВт (в условиях ISO), производства ОАО «Авиадвигатель» (Пермь), оснащенных горизонтальными паровыми котлами-утилизаторами КУ паропроизводительностью порядка 13,0 т/ч.

Завод-изготовитель парового КУ и его точные параметры производительности будут определены на последующих стадиях.

Пар, вырабатываемый котлами-утилизаторами, поступает в существующий паросборный коллектор энергетических котлов и далее разбирается по потребителям. Для

обеспечения требуемого давления газа перед камерой сгорания ГТУ необходимо смонтировать дополнительную компрессорную станцию (ДКС) с пунктом подготовки топливного газа, где будет осуществляться очистка и осушка компрессированного природного газа.

Турбогенераторы ГТУ будут работать параллельно с энергосистемой. Таким образом, уровень потребления электрической мощности от энергосистемы уменьшится на мощность установленного на мини-ТЭЦ электрогенерирующего оборудования. При мощности электростанции 8 МВт потребление от системы снизится до нуля. Покупка электроэнергии будет осуществляться только при плановых остановках ГТУ на ремонт и обслуживание, что позволит существенно снизить затраты на приобретение электроэнергии для нужд технологического процесса объекта.

Основные технические характеристики газотурбинных агрегатов при температуре наружного воздуха +15°С и давлении наружного воздуха 0,1013 МПа приведены в табл. 3.

### Газотурбинная электростанция

Газотурбинная электростанция «Урал-4000» предназначена для производства электроэнергии переменного тока с помощью синхронного трехфазного турбогенератора ГТГ-4—2РУХЛЗ, приводимого газотурбинной установкой ГТУ-4П, в основе которой лежит двигатель Д-30ЭУ-2 и редуктор Р-45.

ГТЭС имеет блочно-транспортабельное исполнение и на место строительства транспортируется по частям — отдельными блоками:

Таблица 3

**Основные технические характеристики  
газотурбинного агрегата при температуре  
наружного воздуха +15°C и давлении наружного воздуха 0,1013 МПа**

Характеристики	Урал-4000
Завод-изготовитель	ОАО «Авиадвигатель»
Номинальная электрическая мощность, МВт	4,0
Номинальное напряжение, кВ	6,3
Электрический КПД, %	23,3
Температура газов на выхлопе, °С	421
Давление топливного газа, кгс/см <sup>2</sup>	14—16
Безвозвратные потери масла (двигатель + редуктор + генератор), кг/ч	0,6
Ресурс газотурбинного двигателя до капитального ремонта, часов	25 000
Полный ресурс газотурбинного двигателя до списания, часов	100 000
Удельная стоимость ремонтно-технического обслуживания (РТО) руб./МВт × ч	8,99
Удельная стоимость капитальных ремонтов(КР) руб./ МВт × ч	40,6
Суммарно РТО + КР, руб./МВт × ч	49,59
Габариты турбоблока, длина × ширина × высота, м	13 × 3,2 × 2,8
Масса ГТЭС (без системы выхлопа и шумоглушения), кг	54 000
Масса наиболее тяжелого транспортного блока в состоянии поставки (турбоблока), кг	38 000

● контейнер турбоблока (теплозвукоизолирующий), в котором размещаются: газотурбинная установка ГТУ-4П, в том числе:

- ▶ газотурбинный двигатель Д-30ЭУ-2 (на раме), с агрегатами топливпитания и автоматики;
- ▶ редуктор Р-45 (на раме);
- ▶ трансмиссии «двигатель-редуктор» и «редуктор-генератор»;

▶ входная камера, выходное устройство, компенсатор с кожухом, бронешит;

● турбогенератор с системой возбуждения генератора ГТГ-4—2РУХЛЗ;

- трубопроводы;
- электрооборудование;
- САУ ГТЭС — КУП
- воздухозаборное устройство;
- пульт пожарной сигнализации;
- электропроводка ГТЭС;
- блок вентиляции;
- система вентиляции;
- блок аппаратов воздушного охлаждения масла систем маслообеспечения двигателя и редуктора, трубопроводы к блоку;

● эксплуатационный одиночный комплект запасных частей.

Контейнерная ГТУ может быть установлена как в помещении, так и открыто, вне здания.

### Котел-утилизатор паровой

Котел-утилизатор паровой (КУП) предназначен для утилизации теплоты выхлопных газов газотурбинного двигателя с целью выработки технологического пара заданного давления и температуры, а также попутного снижения уровня шума выхлопа. Это позволяет повысить коэффициент использования топлива ГТЭС до 80—85% (и более)

Таблица 4

### Технические характеристики КУП

Параметры	Размерность	Величина
Номинальная паропроизводительность	т/час	13,0
	Гкал/ч	8,2
Давление пара	МПа	1,2—1,4
Температура пара	°С	225
Масса котла (ориентировочно)	т	Не более 90
Ресурс :	час	50 000
	час	200 000

Таблица 5

Показатели предлагаемого варианта мини-ТЭЦ

№	Параметр	Размерность	Величина
<b>Тип и номинальные показатели</b>			
1.	Газотурбинная установка	2 компл.	«Урал-4000»
2.	Котел-утилизатор паровой	2 компл.	КУП-13
3.	Установленная электрическая мощность	МВт	8,0
4.	Часовой расход топлива (природный газ, LHV=8600 ккал/нм <sup>3</sup> и $\rho_r = 0,72$ кг/нм <sup>3</sup> )	нм <sup>3</sup>	3422
5.	Установленная тепловая мощность	т/ч Гкал/ч	26,0 16,4
<b>Среднегодовые показатели мини-ТЭЦ</b>			
6.	Среднегодовая электрическая мощность	МВт	7,0
7.	Среднегодовая тепловая мощность	т/ч Гкал/ч	22,7 14,3
8.	Расчетное число часов работы в году с установленной электрической мощностью	ч	7650
9.	Годовой отпуск электроэнергии	тыс. кВт·ч	57528
10.	Годовой расход топлива (природный газ, LHV=8600 ккал/нм <sup>3</sup> и $\rho_r = 0,72$ кг/нм <sup>3</sup> )	млннм <sup>3</sup>	26,18
11.	Годовой отпуск тепловой энергии в паре	тыс.т тыс.Гкал	190,2 125,5

и снизит сбросы теплоты с выхлопными газами двигателя в окружающую среду.

Расположение КУП горизонтальное.

Тип котла — автоматизированный, паровой, барабанный, конвективный, водотрубный со спирально-ленточным оребрением, газоплотный с одноходовым движением выхлопных газов, с естественной циркуляцией.

Котел может быть выполнен как для установки в помещении, так и вне здания.

Краткие технические характеристики котла-утилизатора парового приведены ниже, табл.4.

### 3. Показатели мини-ТЭЦ

Краткие технические характеристики и годовые показатели работы мини-ТЭЦ при постоянной работе в течение года приведены, в табл. 5.

Годовые показатели работы (отпуск электрической и тепловой энергии, расход топлива) определены при среднегодовой мощности мини-ТЭЦ на уровне 7 МВт (работа электростанции в течение года в интервале мощностей от 6,0 МВт — минимальная среднемесячная до 7,5 МВт — максимальная пиковая). При этом среднегодовая тепловая мощность принята равной 22,7 т/ч (14,3 Гкал/ч).

Представленные в табл. 5 данные свидетельствуют, что предлагаемый вариант газотурбинной мини-ТЭЦ установленной электрической мощностью 8 МВт полностью

обеспечивает годовые потребности объекта в электрической энергии в количестве 57 528 тыс. кВт × ч. Среднегодовой отпуск тепловой энергии составляет до 171,8 тыс. т или 125,5 тыс. Гкал, что несколько ниже потребности объекта в тепловой энергии, равной 212,2 тыс. Гкал. Таким образом, тепловой мощностью предлагаемой мини-ТЭЦ покрывается базовая часть графика тепловых нагрузок более чем 50%, а существующими паровыми котлами — пиковая часть этого графика.

Вопрос с покрытием всей тепловой нагрузки объекта паром от мини-ТЭЦ может быть решен при размещении на вновь сооружаемой электростанции паровых котлов-утилизаторов с дожигом. Такое техническое решение позволит увеличить годовой отпуск тепловой энергии в паре до требуемой величины 212,2 тыс. Гкал.

Однако применение парового котла с дожигом потребует дополнительно газа на дожигающее устройство, что составит до половины годового потребления топлива газотурбинными установками. Ввиду более высокого термического КПД энергетических котлов, чем КПД котлов-утилизаторов, расход топлива на производство необходимого дополнительного количества пара существующими энергетическими котлами существующей котельной будет ниже, чем при выработке эквивалентного количества пара за счет дожига в паровом котле-утилизаторе.

Основные технико-экономические показатели мини-ТЭЦ

№	Параметр	Размерность	Величина
1.	Установленная электрическая мощность	МВт	8,0
2.	Установленная тепловая мощность в паре	т/ч Гкал/ч	26,0 16,4
3.	Часовой расход топлива (природный газ, LHV=8600 ккал/нм <sup>3</sup> и $\rho_f = 0,72$ кг/нм <sup>3</sup> )	кг/ч нм <sup>3</sup> /ч	2464 3422
4.	Максимальная электрическая мощность (нетто)	МВт	7,5
5.	Годовой отпуск электроэнергии	тыс.кВт·ч	57 528
6.	Годовой отпуск теплоты в паре (на технологию и строительные нужды)	тыс.т тыс.Гкал	190,2 125,5
7.	Продолжительность строительства (с учетом проектирования)	мес.	18—20
8.	Стоимость строительства «под ключ» (с НДС)	млнруб.	232,7
9.	Удельные капиталовложения в кВт установленной мощности (без НДС)	\$/кВт	723
10.	Себестоимость полезной продукции: • электрической энергии • тепловой энергии (в паре)	руб./кВт х ч руб./Гкал	0,61 107,2
11.	Простой срок окупаемости с начала эксплуатации (оценка)	год	2,4

Использование дожигающего устройства также существенно усложняет конструкцию котла-утилизатора и увеличивает начальные капиталовложения в инвестиционный проект.

Исходя из вышеизложенного, при наличии на объекте действующей паровой котельной с современными и новыми котлами, строительство мини-ТЭЦ с КУ с дожигом не целесообразно и в настоящем предложении не рассмотрено.

#### 4. Состав и размещение электростанции

На площадке электростанции будут размещены следующие здания, сооружения, оборудование и системы:

1. Главный корпус с основным и вспомогательным технологическим (включая ВПУ) и электротехническим (включая ГРУ и ГЦУ) оборудованием, си стемами и техническими помещениями;
2. Дожимные компрессоры с пунктом подготовки топливного газа;
3. Два резервуара противопожарного запаса воды с насосной внешней пожаротушения;
4. Локальные очистные сооружения или канализационная насосная;
5. Подземный резервуар аварийного слива масла с ГТУ;

6. Проходная;
7. Внутриплощадочные дороги и проезды;
8. Ограждение площадки ТЭЦ.

Размещение двух газотурбинных энергоустановок предполагается выполнить в новом здании. Здание мини-ТЭЦ предлагается выполнить в металлическом каркасе с покрытием из комплексных сэндвич-панелей.

Газотурбинные агрегаты будут установлены в машзале главного корпуса в шумозащитном кожухе, что позволит снизить уровень шума в помещении машзала до санитарных норм.

В главном корпусе также будет размещено: помещения персонала, электротехнические помещения (релейных панелей, ГЦУ, РУСН, ГРУ), технологические помещения (ВПУ, маслохозяйство, лаборатории), а также ряд других вспомогательных помещений и систем.

Каждый котел-утилизатор будет оснащен индивидуальной дымовой трубой, высота которой будет определена после выполнения расчетов рассеивания вредных выбросов с учетом заданного фона в районе строительства мини-ТЭЦ.

Дожимные компрессора и технологическое оборудование пункта подготовки газа также предусмотрено разместить в быстромонтируемом здании с ограждающими сэндвич-конструкциями. Для установки противопожарных насосов также принято отдельно стоящее здание аналогичного типа.

### 5. Ориентировочные этапы и сроки проекта

Определяющим в сроке строительства является срок изготовления газотурбинных агрегатов, который, по данным завода-изготовителя, составляет до 12 месяцев. Кроме этого, на срок реализации проекта в целом может повлиять время согласования экспертизы и утверждения проектной документации (утверждаемой части РП).

### 6. Стоимость строительства

Общий объем капитальных вложений на строительство мини-ТЭЦ (в пределах ограждения площадки) на условиях «под ключ» по укрупненным показателям в текущих ценах на 4 квартал 2006 года ориентировочно составит порядка 232,7 млн руб. с учетом НДС.

### 7. Оценка коммерческой эффективности проекта

Оценка коммерческой эффективности предлагаемого проекта строительства собственной мини-ТЭЦ объекта выполнена без учета изменения стоимости денег во времени на основе критерия простого срока окупаемости.

Ориентировочный расчет окупаемости проекта приведен в Приложении № 1.

Исходные данные для расчета

1. Основные показатели работы мини-ТЭЦ в течении года — в разделе 3 (табл. 5).
2. Ориентировочная величина суммарных капиталовложений в строительство мини-ТЭЦ на условиях «под ключ» — в разделе 6, «Стоимость строительства».
3. Тарифы на энергоносители (без НДС):
  - Электроэнергия: средневзвешенный, с учетом платы за заявленную мощность, руб./кВт × ч. — 1,3.
  - Теплота: в паре, руб./Гкал — 457,7.
  - Топливо (газ), руб./нм<sup>3</sup>—1,256.

Остальные исходные, неиспользуемые при расчете простого срока окупаемости, приведены в соответствующей таблице в графе «Приложения» (Приложение №1).

Кроме срока периода окупаемости, на основе этих данных была определена себестоимость 2 видов полезной продукции, отпускаемой от мини-ТЭЦ. А именно — себестоимость электрической и тепловой энергии.

Основные технико-экономические показатели предлагаемого варианта строительства мини-ТЭЦ приведены в табл. 6.

Представленные в этой таблице данные свидетельствуют о высокой эффективности предлагаемого варианта проекта строительства собственной мини-ТЭЦ объекта.

Так, себестоимость электрической энергии, отпускаемой с ГРУ электростанции составляет 0,61 руб./кВт × ч, что более чем в два раза ниже действующего тарифа на электроэнергию, равного 1,3 руб./кВт × ч. Себестоимость отпускаемой от мини-ТЭЦ тепловой энергии в паре оценивается величиной 107,2 руб./Гкал. Что в 4 раза ниже действующего тарифа 457,7руб./Гкал.

Инвестиционный проект окупается в 2,4 года с начала эксплуатации мини-ТЭЦ (оценка простого срока окупаемости), что составляет не более 4 лет с начала строительства (начало разработки проектной документации).

Таким образом, данный инвестиционный проект обладает высокой коммерческой эффективностью и интересен не только заказчику, но и любому потенциальному инвестору, имеющему желание выгодно вложить свои финансы.

&lt;&lt; 68

### «АЛЬФА ЛАВАЛЬ» ОТКРОЕТ ПРОИЗВОДСТВО В КРАСНОЯРСКЕ

В конце ноября 2007 г. в Красноярске состоится открытие сборочного производства теплообменников «Альфа Лаваль». Красноярский сборочный цех будет обеспечивать теплообменниками крупнейшие промышленные предприятия и организации Красноярского края и Хакасии, Новосибирской, Томской, Кемеровской, Читинской и Иркутской областей, Алтая и Бурятии, сообщает Главтеплоторг. ру.

В настоящее время продукция «Альфа Лаваль Поток» поставляется в эти регионы из европейской части России, а открытие сборочного цеха в Красноярске поможет существенно сократить сроки поставки оборудования клиентам компании, а также ощутимо снизит транспортные расходы. По оценкам специалистов, на красноярской базе будет производиться порядка 500 теплообменников в год.

Компания «Альфа Лаваль» была основана в 1883 году в Швеции Густавом де Лавалем, изобретателем центробежного молочного сепаратора, и сегодня является ведущим в мире поставщиком оборудования и технологий для различных отраслей промышленности, в которых используется теплообмен, сепарация и теплопроводящие процессы. Штаб-квартира компании «Альфа Лаваль» находится в Швеции в городе Лунд. В состав «Альфа Лаваль» сегодня входят 20 производственных предприятий, 70 сервисных центров, компания тесно работает с заказчиками почти в 100 странах мира.

Первое представительство «Альфа Лаваль» в России было открыто еще в 1905 году, а первое производство на территории страны было начато в 1992 году на базе Болшевского машиностроительного завода (город Королев Московской области), который специализировался на выпуске пастеризационно-охладительных установок. Общий объем капиталовложений в реконструкцию завода в то время составил более \$20 млн. В 1996 году коммерческое подразделение и завод объединились в одну структуру — ОАО «Альфа Лаваль Поток».

Теплообменники — устройства, предназначенные для осуществления процесса теплообмена между жидкими средами. Пластинчатые теплообменники

78 &gt;&gt;

## Расчет простого срока окупаемости

Наименование	Строительство мини-ТЭЦ (ГТУ + КУ)	Примечания
1. Годовая выработка электроэнергии на мини-ТЭЦ, млн кВт·ч	$4000 \times 2 \times 7650 = 61,2$	7650 час — число часов работы в году с установленной электрической мощностью 4000кВт — установленная мощность одного агрегата 2 — количество ГТУ с КУ
2. Отпуск электроэнергии в сеть предприятия с учетом расхода на собственные нужды, млн кВт·ч	$61,2 \times (1 - 0,06) = 57,528$	Принимаем в размере 6,0% от годового потребления электроэнергии (1)
3. Годовой расход топлива на ГТУ, млн нм <sup>3</sup>	$2 \times 1711 \times 7650 = 26,18$	1711, нм <sup>3</sup> /час — часовой расход топлива одной ГТУ
4. Годовые затраты на покупку топлива, млн руб.	$1,256 \times 26,18 = 32,88$	1,256, руб/нм <sup>3</sup> — тариф на топливо (газ) (по данным Заказчика)
5. Уменьшение затрат на покупку электроэнергии от энергосистемы, млн руб.	$57,528 \times 1,3 = 74,78$	1,3 руб./кВт·ч — тариф за электроэнергию (по данным Заказчика)
6. Годовое производство тепла, тыс. Гкал	$8,2 \times 2 \times 7650 = 125,46$	8,2 Гкал/ч — количество утилизируемого тепла от одной ГТУ 7585, час — число часов использования установленной тепловой мощности
7. Уменьшение затрат на покупку тепла от внешнего источника, млн руб.	$125,46 \times 457,7 = 57,42$	457,7 руб/Гкал — тариф на тепло (по данным Заказчика)
8. Суммарное уменьшение затрат на покупку электроэнергии и тепла, млн руб.	$74,78 + 57,42 = 132,2$	
9. Капитальные вложения, включая НДС, млн руб.	232,7	Предварительная оценка
10. Стоимость основных фондов, млн руб.	$0,85 (232,7 / 1,18) = 167,62$	0,85 — доля основных фондов в суммарных кап. вложениях
11. Годовые отчисления на амортизацию оборудования, млн руб.	$167,62 \times 0,04 = 6,7$	Для мини-ТЭЦ амортизационные отчисления приняты в размере 4%
12. Годовые затраты на ремонтно-техническое обслуживание и кап. ремонт, млн руб.	$49,59 \times 61,2 = 3,03$	49,59, руб/МВт·ч — затраты на РТО, включая стоимость КР (по данным завода-изготовителя)
13. Затраты на масло на доливку, млн руб.	$2 \times 0,6 \times 20 \times 7650 = 0,184$	Стоимость масла — 20 руб./кг; 0,6 кг/ч — расход масла на угар (по данным завода-изготовителя;)
14. Годовые затраты на заработную плату, млн руб.	$10 \times 10000 \times 1,27 \times 12 = 1,52$	10 чел. — состав ГПЭС 10 000 руб. — средний оклад одного работника 1,27 — процент отчислений в ФОТ
15. Выплата налога на основные фонды, млн руб.	$0,022 \times 167,62 = 3,68$	2,2% — налог на основные фонды
16. Прочие затраты, млн руб.	$0,03 \times (6,7 + 3,03 + 0,184 + 1,52 + 3,68) = 0,45$	Приняты в размере 3% от амортизационных, ремонтных затрат на заработную плату и налога на основные фонды
17. Суммарные годовые эксплуатационные затраты, млн руб.	$32,88 + 6,7 + 3,03 + 0,184 + 1,52 + 3,68 + 0,45 = 48,44$	
18. Прибыль, млн руб.	$132,2 - 48,44 = 83,76$	Выгоды минус издержки
19. Чистая прибыль (с учетом налога на прибыль), млн руб.	$83,76 \times (1 - 0,24) = 63,65$	Налог на прибыль — 24%
20. Денежный поток (чистая прибыль + амортизация), млн руб.	$63,65 + 6,7 = 70,35$	
21. Простой срок окупаемости (с момента ввода оборудования в эксплуатацию)	$167,62 / 70,35 = \sim 2,4$ года	НДС подлежит возврату после ввода оборудования в эксплуатацию

Информационная система по теплоснабжению, РосТепло. ру, [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru)



**А. Н. Казаков,**  
**Руководитель отдела**  
**инженерных систем**  
**ООО «Инкомстрой-**  
**Инжиниринг»**

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ОТ ГАЗОПОРШНЕВОЙ МИНИ-ТЭС

**Н**а сегодняшний день при строительстве объектов жилищно-коммунального хозяйства, новых торговых, спортивных центров, промышленных производств, все острее стоит проблема электрификации (энергоснабжения) строящихся объектов. Многие застройщики столкнулись с проблемой получения лимитов на электричество либо, в случае удаленности объектов, с высокой стоимостью строительства кабельных линий электроснабжения и тепловых сетей.

Все больший интерес сейчас проявляется к независимым теплоэлектростанциям (мини-ТЭС) — альтернативному источнику электрической и тепловой энергии. Основным принципом работы мини-ТЭС является когенерация — высокоэффективный способ одновременного производства тепла и электроэнергии. По сравнению с классическими электростанциями, где тепло, образованное при производстве электрической энергии, выбрасывается в окружающее пространство, у когенерационных установок это тепло используется в качестве теплоносителя для отопления и других нужд потребителя, что ведет к значительной экономии как топлива, так и средств, необходимых на его приобретение. В данных установках утилизируется тепло «рубашки охлаждения», охлаждения моторного масла, газозооной смеси после выхлопных газов. Тепло используется в отопительных системах объектов, при нагреве горячей воды или для технологических нужд

производства. Эффективность производства электроэнергии в классических электростанциях находится в пределах от 25 до 35 %, тогда как когенерационные установки, благодаря использованию тепловой энергии, работают с эффективностью от 87 до 92 %.

В качестве основного оборудования в мини-ТЭС используются газопоршневые агрегаты с утилизацией тепла, применяющие в качестве топлива природный газ. Установленная электрическая мощность, вырабатываемая данными теплоэлектростанциями, находится в диапазоне от 22 кВт до 3,8 МВт. Тепловая мощность, утилизируемая с когенератора, составляет, соответственно 45 кВт — 4МВт. Когенерационные установки могут использоваться в качестве автономного источника тепло- и электроснабжения, как аварийный источник электроэнергии и в параллельной работе с существующими сетями, когда часть электричества можно брать от сетей, а часть от когенерационной установки.

Или же наоборот, транспортировать излишки электроэнергии, произведенные АТЭС, в существующие электросети. Это означает, что излишки электроэнергии, вырабатываемые вашей установкой, в ближайшем будущем можно будет продавать!

При подключении абсорбционной установки холодоснабжения можно тепловую энергию использовать для кондиционирования (тригенерация). Существует модельный ряд

<< 75

ки применяются в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых, административных и промышленных зданий, а также в различных технологических теплообменных процессах.

www.c-o-k.ru

**НОВАЯ СЕРИЯ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ТРЕХФАЗНЫХ  
СТАБИЛИЗАТОРОВ  
НАПРЯЖЕНИЯ СТС-5  
«РУСЭЛТ» ТМ**

Группа Компаний «РУСЭЛТ» на протяжении многих лет является главным производителем и поставщиком промышленных стабилизаторов напряжения марки СТС.

Стабилизаторы напряжения трехфазные серии СТС-5 мощностью от 16 до 300 кВА (и выше) частотой 50 Гц предназначены для обеспечения качественным электропитанием потребителей в бытовых и промышленных условиях в неустойчивых электросетях, в тяжелых климатических условиях, в непрерывном режиме электроснабжения:

- технологического оборудования;
- теле-радиокомплексов;
- вычислительных систем;
- медицинских учреждений;
- офисов и административных зданий;
- жилых домов и коттеджей;
- предприятий общественного питания;
- развлекательных центров.

Применение стабилизаторов напряжения серии СТС-5 значительно увеличивает срок службы электрооборудования, повышает стабильность работы электронных компонентов и исключает их повреждение из-за перепадов напряжения питания, снижает потребление электроэнергии до 30%. Стабилизаторы серии СТС-5 имеют усиленную конструкцию и пригодны к эксплуатации в зонах повышенной сейсмической активности.

Производятся стабилизаторы в специальном исполнении для атомных электростанций и военных комплексов.

Преимущество стабилизаторов СТС-5 заключается в:

- одновременной стабилизации линейного и фазного напряжения в четырехпроводной сети переменного тока

82 >>



газопоршневых установок, где в качестве топлива используется биогаз и попутный газ производства нефтепромыслов.

Еще одним фактором, выступающим в пользу автономных ТЭС, является их экологическая безопасность. Подобные установки имеют низкий уровень вредных выбросов (СО и NOx) в атмосферу и соответствует нормам по выбросам Германии (TA-Luft). При необходимости уровень выбросов NOx можно снизить в два раза регулировкой двигателя (за счет незначительного снижения КПД порядка 1—2%), уровень выбросов СО можно снизить установкой в систему выхлопа дополнительных окислительных катализаторов.

И наконец, использование когенерационных установок экономически выгодно, т.к. нет необходимости в строительстве подводящих кабельных линий электроснабжения и тепловых сетей, а в совокупности выработка электрической и тепловой энергии экономит до 40% средств инвестора. Доход (или экономия) от реализации тепловой и электрической энергии покрывает все расходы на установку мини-ТЭС. Окупаемость капитальных вложений на когенераторы происходит быстрее окупаемости средств, затраченных на подключение к тепловым сетям, обеспечивается тем самым быстрый и устойчивый возврат инвестиций. По расчетам инженеров компании «Инкомстрой-Инжиниринг», проводимым на примере использования Чешской когенерационной установки Tedom мощностью 4,4МВт, стоимость 1 кВт электроэнергии с учетом эксплуатационных затрат составляет 0,02 EUR/0,74руб. А с учетом выработанной тепловой энергии суммарная стоимость электрической и тепловой энергии составит 0,008 EUR/1 кВт. В этом случае предполагаемая прибыль (при существующем тарифе 0,03 EUR) будет равна 769771 EUR в год. Срок окупаемости такой установки будет 3 года и 4 месяца.

Для более подробных консультаций и получения технических данных необходимо обращаться в отдел инженерных систем компании «Инкомстрой-Инжиниринг».

Николай Зуев

## «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ РОССИИ—2007»

*Самую большую в мире электростанцию напоминал в начале декабря 2007 г. один из павильонов ВВЦ. С 4 по 6 декабря в павильоне № 69 прошла Международная специализированная выставка «Электрические сети России — 2007». Эта ежегодная выставка была посвящена вопросам работы и развития электросетевого комплекса России.*

Электрические сети являются важнейшим элементом отечественной энергосистемы и ключевым инфраструктурным фактором развития экономики. Экономический рост требует форсированного развития электрических сетей, необходимых для присоединения к энергосистеме новых и расширяющихся производственных комплексов и строящегося жилья. Сегодня вопросы развития и реформирования электросетевого хозяйства страны получили мощный импульс. Формируется единая магистральная сетевая компания на базе ОАО «ФСК ЕЭС», происходит межрегиональная интеграция распределительных сетевых компаний. С использованием лучшего зарубежного опыта разрабатывается новая система тарифного регулирования. Предпринимаются беспрецедентные действия, чтобы обеспечить стабильным финансированием масштабные инвестиционные потребности электрических сетей России.

Начало реализации инвестиционной программы в электрических сетях позволило вывести на качественно новый уровень взаимоотношения сетевых компаний с поставщиками и подрядчиками. Для всех участников инвестиционного процесса стало очевидным, что без постоянного обмена информацией, без согласованных действий



# ВЫСТАВКИ

невозможно осуществление крупного строительства и реконструкции энергообъектов. Сегодня многие производители оборудования и подрядные организации наращивают собственные мощности под растущие потребности сетевых компаний. Сетевые компании, в свою очередь, реформируют систему закупок, делая ее более прозрачной и удобной, развивают конкуренцию, привлекая на отечественный рынок оборудования, материалов и услуг новых участников.

Развитие отечественной электроэнергетики в настоящее время столь динамично и масштабно, что возникает необходимость как демонстрировать и предлагать свои собственные разработки, так и учитывать и применять достижения коллег, обсуждать с ними волнующие тематические вопросы.

Одной из особенностей выставки «Электрические сети России» является проведение научно-технического семинара, на котором свои идеи, разработки, новые решения в различных областях электроэнергетической отрасли представили российские и зарубежные фирмы. В этом году семинар проходил по следующим секциям: электротехническое оборудование и распределительные устройства; воздушные и кабельные линии электропередач; устройства релейной защиты и противоаварийной автоматики; АСУ ТП и информатизация, связь и АСКУЭ.

Выставка «Электрические сети России» уже стала для ее участников важным этапом подведения определенных итогов, анализа результатов деятельности. Победители конкурса лучших разработок-экспонатов традиционно награждены Дипломами ОАО «ФСК ЕЭС» и медалями ВВЦ.

В работе выставки и научно-техническом семинаре приняли участие более 300 фирм: представители акционерных обществ электроэнергетики, магистральных электрических сетей ОАО «ФСК ЕЭС», электросетевых, монтажных и проектных организаций энергетики, других



отраслей промышленности, разработчики и производители электротехнического оборудования.

Значимость происходящих изменений в отечественной электроэнергетической отрасли отразил и интерес к экспозиции и иностранных коллег. Международная часть выставки была представлена фирмами Siemens AG (Германия), Dow Corning (Германия), ELTOM (Польша), FEMAN (Сербия), Hawker GmbH (Германия), HARTING (Германия), HD ENERGO (Южная Корея), Iskra Zascite d. o. o. (Словения).

Среди постоянных участников были ООО «АББ Автоматизация», ООО «АББ Энергосвязь», ЗАО «АК Евроконтракт», ЗАО «Высоковольтный союз», ОАО НПО «Стример», ЗАО «ФПГ Энергоконтракт», ЗАО «РАДИУС Автоматика», участников стран СНГ: ЗАО «Бетон Нова» (Украина), «Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова» (Украина), ОАО «Запорожский завод высоковольтной аппаратуры» (Украина), ОАО «Запорожтрансформатор» (Украина), РУП «Белэлектромонтажналадка» (Республика Беларусь), ЧУП «МЕГА-В» (Республика Беларусь), ООО ПО «Энергокомплект» (Республика Беларусь), ЗАО «Техношанс» (Республика Беларусь).

**А. Л. Наумов,**  
вице-президент НП «АВОК»,  
генеральный директор  
ООО «НПО ТЕРМЭК»

## МАРКИРОВКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Энергетическая стратегия современной цивилизации предусматривает рост энерговооруженности экономики при сдерживании расходов топливно-энергетических ресурсов и сопутствующего экологического ущерба. Базовым элементом решения этой противоречивой задачи является энергосбережение.

Помимо традиционных направлений энергосбережения, получивших развитие после энергетического кризиса 1970-х годов, в последние годы сформировалось еще одно направление — маркировка энергоэффективности оборудования и изделий. Суть маркировки состоит в том, что на основе анализа и тестирования энергопотребления в группе изделий каждому из них присваивается определенный индекс энергоэффективности, фиксируемый в технической документации. Кроме того, этот индекс наносится на изделие в виде красочной этикетки.

В целях унификации шкала энергоэффективности для всех групп маркируемых изделий разбивается на несколько классов.

В частности, в странах ЕС предусмотрено 7 групп энергоэффективности с буквенными индексами от А (самый энергоэффективный класс) до G (самый высокий уровень энергопотребления).

Внешний вид этикетки энергоэффективности представлен на рисунке.

Введение маркировки энергоэффективности является обязательным требованием в странах ЕС и регламентируется директивой 2005/32/ЕС Европейского парламента.

Маркировка уже введена во многих странах: США, Австралия, Япония, Южная Корея, Китай, ряд стран Латинской Америки, Африки.

По мере накопления опыта и информации в маркировку энергоэффективности вовлекается все большее количество оборудования, изделий и материалов.

Начиналась маркировка в 1990-е годы с электробытовой техники. Результаты повышения энергоэффективности бытовых холодильников и морозильников превзошли все ожидания. В странах, входящих в Международное энергетическое агентство (International Energy Agency — IEA), в 1990 году находилось в эксплуатации 315 млн холодильников и 91 млн морозильников, которые потребляли 335,3 млрд кВт·ч в год, к 2000 году их число возросло в 1,25 раза, а энергопотребление сократилось до 314,6 млрд кВт·ч в год.

Для сравнения, сэкономленная на бытовых холодильниках энергия в странах IEA превышает энергопотребление всего московского региона.

Вслед за холодильниками стали маркироваться стиральные и посудомоечные машины, водонагреватели, бытовые кондиционеры, осветительные приборы.

В настоящее время идет борьба за увеличение доли энергосберегающих осветительных ламп (флюоресцентные светильники потребляют в 5—6 раз меньше электроэнергии, чем лампы накаливания). Потенциал энергосбережения в осветительных технологиях в странах IEA оценивается в 150—200 млрд кВт·ч в год.

<< 78

с глухо заземленной или изолированной нейтралью, сохранение номинальной мощности во всем рабочем диапазоне входных напряжений;

- высокой перегрузочной способности;
- системе микропроцессорного управления с регистрацией входных и выходных параметров сети электропитания;
- интегрировании в конструкцию стабилизаторов напряжения установок компенсации реактивной мощности, что значительно сокращает потребление электроэнергии (до 30%). При этом уменьшается нагрузка на трансформаторы, провода и кабели, и, как следствие, увеличивается срок службы изделия в целом;
- надежности 99,9%;
- длительном сроке эксплуатации, до 15 лет.

**Основные технические характеристики стабилизаторов СТС-5**

Стабилизаторы обеспечивают одновременно автоматическую стабилизацию линейного (380 В) и фазного (220 В) напряжения, при питании от четырехпроводной сети переменного тока 50 или 60 Гц с допустимым отклонением частоты ±2,5%.

Выходное напряжение стабилизируется по действующим значениям с точностью:

- ±1% для линейного напряжения в диапазоне 323—418 В;
- ±5% для линейного напряжения в диапазоне 304—437 В;
- ±1% для фазного напряжения в диапазоне 187—242 В;
- ±5% для фазного напряжения в диапазоне 176—253 В.

Предельное входное линейное напряжение — 276—450 В.

Предельное входное фазное напряжение — 160—260 В.

Средний полный срок службы стабилизатора не менее 15 лет.

**Условия эксплуатации**

Температура окружающей среды — от -10 до +40°C (ГОСТ 15150—69).

Влажность воздуха до 98% (ГОСТ 15150—69).

Атмосферное давление — от 90 до 110 кПа.

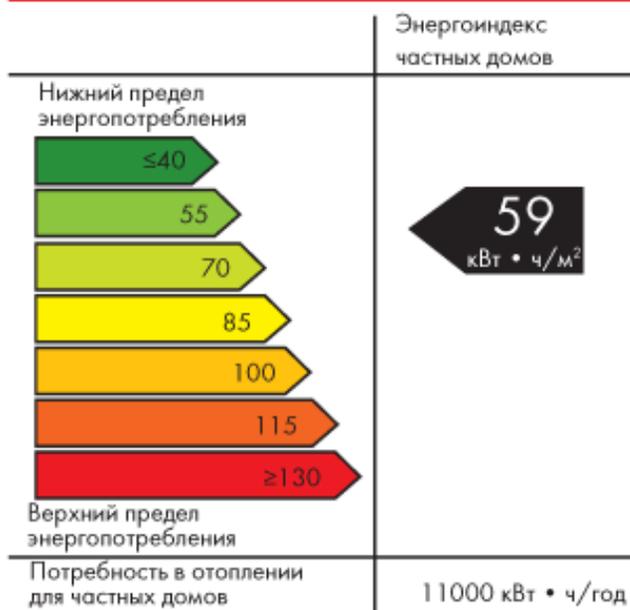
Механическое воздействие — группа М1 (ГОСТ 17516.1—90).

Окружающая среда — невзрывоопасная.

84 >>

**Типовой расчет энергоэффективности для населенных пунктов**

Типовой тест  
Линия энергосбережение 3  
4020 Linz



**Австрийская маркировка энергоэффективности частного дома площадью 186 м<sup>2</sup>**

Пока объем применения энергосберегающих светильников оценивается в разных странах от 1 до 5%.

Вслед за бытовой техникой в отдельных странах переходят к маркировке энергоэффективности промышленного оборудования (насосов, chillеров, теплообменников, электродвигателей, генераторов и т.п.) и автомобильного транспорта. Есть первый опыт маркировки энергоэффективности в строительстве. Стоимость выставленного на продажу здания в Австрии существенно зависит от его индекса энергоэффективности.

Энергоэффективное изделие стоит зачастую существенно дороже обычного. Что же заставляет и стимулирует потребителя вкладывать дополнительные средства, а производителя выпускать новую технику?

Обобщая опыт разных стран, использующих маркировку энергоэффективности изделий, можно выделить следующие направления продвижения энергосберегающей продукции:

- обязательность маркировки энергопотребляющего оборудования и изделий;
- директивные ограничения производства и продажи энергоемкой техники;

- ограничение импорта: так, например, в страны ЕС запрещен ввоз изделий классов энергоэффективности F и G;

- информационно-пропагандистские меры, разъясняющие экономическую выгоду энергоэффективного оборудования при эксплуатации, его экологическую эффективность.

Впрочем, в ряде стран директивные методы сочетаются с системой добровольной сертификации оборудования на энергоэффективность. Ведущие западные производители с пониманием и заинтересованностью отнеслись к требованиям энергоэффективности изделий, и в настоящее время марка энергоэффективности столь же значимая характеристика конкурентоспособности товара, как качество, надежность, дизайн. Можно считать, что в ЕС модернизация техники по критерию энергоэффективности выходит на одно из первых мест. Такая же тенденция наблюдается в изменении приоритетов потребительских свойств товаров и у покупателей.

Насколько объективна информация маркировки энергоэффективности товара, который мы покупаем в магазине? Ведь даже в одной группе изделий наблюдается большое разнообразие свойств, влияющих на энергопотребление: размеры, мощность, режимы работы и т.п.

Выработаны критерии и регламенты тестирования на энергопотребление различных сходных групп изделий. В большинстве случаев результаты испытаний обрабатываются в относительных показателях, например, отношение потребляемой электрической мощности к полезной холодопроизводительности кондиционера. Весь диапазон характеристик энергопотребления однотипных изделий, присутствующих на рынке ЕС, от самых совершенных до самых энергорасточительных, делится на 7 групп по классам энергоэффективности от А до G с фиксированным диапазоном относительных показателей в каждой группе.

Порядок идентификации энергоэффективности изделия в разных странах отличается. Испытания могут проводиться в государственных сертификационных центрах, в независимых аккредитованных лабораториях или непосредственно самим предприятием-изготовителем.

Разработанная методология маркировки энергоэффективности изделий достаточно универсальна и наглядна. Достаточно увидеть на холодильнике, кондиционере или автомобиле этикетку с буквой «А», чтобы быть уверенным, что это изделие относится к высшему классу энергоэффективности.

Каково положение с энергоэффективностью в России? Нужна ли нам международная система маркировки энергоэффективности изделий?

Закон «О техническом регулировании» устанавливает обязательность соблюдения требований «охраны окружающей среды» и «предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей». Разработан ряд ГОСТов, определяющих требования к энергоэффективности изде-

лий, в том числе ГОСТ Р 51388-99 «Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения».

По результатам опросов приоритетов потребительских свойств (цена, бренд, дизайн и т.п.) наши покупатели отмечают энергоэффективность на одном из последних мест.

К сожалению, действующая нормативная база в области энергоэффективности в нашей стране не оказывает существенного влияния на энергосбережение. Так, в Москве действуют территориальные строительные нормы МГСН 2.010-99 «Энергосбережение в зданиях». Мосгорэкспертиза требует разработки в рамках строительных проектов раздела «Энергоэффективность».

Но, несмотря на усилия московских властей, в массовое строительство закладываются энергорасточительные решения по прямой трансформации электрической энергии в тепловую в тепловых воздушных завесах, системах обогрева полов, пандусов, открытых площадок и переходов; нередко приходится сталкиваться с использованием электрокалориферов в системах кондиционирования и вентиляции, с использованием несовершенных светильников с лампами накаливания, с неэффективными холодильными машинами, вентиляторами, насосами.

По нашему мнению, маркировка энергоэффективности может стать действенным инструментом по выработке стратегии энергосбережения в строительстве.

Уже на стадии технического задания на проектирование могут быть заложены требования по энергоэффективности всего здания и отдельных его инженерных систем, оборудования, изделий и материалов, обеспечивающих заданный уровень энергосбережения.

Россия присоединилась к Киотскому протоколу, готовится к вступлению в ВТО, страна располагает огромным потенциалом энергосбережения, в экономике взят курс на приоритетное развитие высокотехнологичных производств. Безусловно, нам необходимо интегрироваться в международную систему маркировки энергоэффективности, и такой проект готовится Минобрнауки РФ при поддержке Программы развития ООН и Глобального экологического фонда.

Реализация проекта в нашей стране сопряжена с необходимостью решения достаточно сложных проблем. Наша страна обладает уникальными запасами топливно-энергетических ресурсов, и внутренние цены на энергию всегда были значительно ниже мировых. В определенной степени это предопределило энергозатратность нашей экономики. Энергоемкость нашего ВВП превышает в 2,0—3 раза уровень стран ЕС.

В условиях низких энергоэксплуатационных затрат энергоэффективность изделий и оборудования не является приоритетом ни у производителей, ни у потребителей.

Объективно энергоэффективная добавка к цене холодильника за счет эксплуатационных затрат в странах ЕС окупается за 3—5 лет, в нашей стране за 10—15 лет.

**Новые возможности**

С увеличением темпов компьютеризации процесса управления производством на промышленных объектах и внедрением высоких технологий в быт человека становится актуальной разработка устройств стабилизации напряжения с возможностью интеграции в систему электроснабжения с цифровым дистанционным управлением.

Принцип стабилизации напряжения остался неизменным — автотрансформатор плавного электромагнитного регулирования. Одновременная стабилизация линейного и фазного напряжения основана на автоматическом изменении коэффициента трансформации за счет управления намагниченностью сердечника.

Отличие от предыдущей серии СТС-3 заключается в улучшенных технико-эксплуатационных характеристиках, современном дизайне. Модели СТС-5 оснащены встроенным компенсатором реактивной мощности, наличием принудительного охлаждения, анализатором качества электросети.

В качестве дополнительных опций предлагаются следующие: ручной Bypass, устройства защиты от перегрузок, короткого замыкания, автоматического отключения нагрузки при выходе за пределы диапазона регулирования.

Микропроцессорный контроллер стабилизатора СТС-5 осуществляет мониторинг входного и выходного, фазного и линейного напряжения, выходного тока, активной и реактивной мощности нагрузки.

Микропроцессорное управление в совокупности с автоматом защиты на входе стабилизатора напряжения и коммутационным щитом СТС-5 образует дублированную защиту потребителей в случае выхода напряжения за пределы регулируемого диапазона и перегрузки стабилизатора. Возможно подключение стабилизатора СТС-5 к компьютеру через COM-порт (интерфейс RS485) для интеграции в систему электроснабжения с дистанционным управлением.

Конструкция стабилизатора напряжения позволяет вносить необходимые изменения для удовлетворения требований заказчика под конкретное оборудование.

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

С другой стороны, к настоящему времени в большинстве регионов страны прогрессирует тенденция роста дефицита энергетических мощностей. Так, инвестиционная составляющая присоединения для потребителя дополнительно 1 кВт электроэнергии в московском регионе оценивается в 45 000 руб.

Высвободить у потребителя этот киловатт электроэнергии за счет замены обычных ламп накаливания на энергосберегающие светильники обойдется всего в 2 000—3 000 руб. при увеличении их срока службы в 3—5 раз.

Или другой пример: для выработки 1 000 кВт·ч холода в системах кондиционирования воздуха могут быть использованы традиционные машины на базе поршневых компрессоров с расходом электроэнергии в 400 кВт·ч, а могут быть применены более дорогие машины с винтовым компрессором и расходом электроэнергии в 200 кВт·ч. Инвестиционная разница в подводе электроэнергии составит 9 млн руб. — что намного превышает стоимость самых дорогих холодильных машин, не говоря уже об эксплуатационной экономии не менее чем в 0,5 млн руб. в год.

Маркировка энергоэффективности может стать хорошим подспорьем в реализации программы энергосбережения в сферах строительства, эксплуатации общественных зданий (школ, больниц, поликлиник, спорткомплексов, административных учреждений и т.п.), государственных закупок для министерств и ведомств (МЧС, Минобороны, Минкультуры и др.). Именно в этих сферах могут рационально сочетаться добровольные и директивные направления реализации энергоэффективных технологий.

Более сложный и продолжительный путь следует прогнозировать для вовлечения в энергосбережение через маркировку энергоэффективности для бытовых потребителей и коммерческих структур. Акцент в этой работе придется на информационно-пропагандистское направление.

Другой тяжелейшей проблемой является модернизация технологий отечественных производств. Все понимают, что в условиях международной интеграции и продекларированного курса на роль ведущей энергетической державы необходимо радикальное обновление технологий производства энергетического и энергопотребляющего оборудования и изделий. Формальное одномоментное введение международных требований энергоэффективности оборудования и изделий поставит на грань банкротства большую часть отечественных производств.

Необходим достаточно продолжительный период и эффективная государственная поддержка модернизации наших заводов.

Отечественное энергетическое машиностроение по ряду позиций уже утратило свои позиции. Многие наши разработки уступают технологиям энергетического машиностроения европейских, американских, юго-восточных стран (фирмы «Сименс», «Хитачи», «Тошиба» и др.). Рынки энергопотребляющего бытового оборудования в значительной мере монополизированы импортом (бытовые кондиционеры, электрорадиаторы, холодильники, посудомоечные и стиральные машины и т.п.).

Наша нормативно-законодательная база в области энергосбережения в значительной мере носит декларативный характер и не ориентирована на поддержку повышения энергоэффективности продукции наших заводов.

Задачи, стоящие перед проектом маркировки энергоэффективности в нашей стране, в первую очередь, направлены на содействие повышению энергоэффективности нашей экономики, интеграции передовых отечественных и зарубежных энергосберегающих технологий, их полномасштабной реализации, совершенствованию нормативно-законодательной базы в области энергоэффективности, пропаганде экологии и бережливого отношения к энергетическим ресурсам самых широких слоев населения.

Проект открыт для участия в нем квалифицированных заинтересованных организаций и специалистов в области энергопотребляющего инженерного оборудования, какими являются большинство членов НП «АВОК».



## СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА

**М.: Изд-во «КОЛОС», 2007. — 464 с.**

За последние годы отечественной промышленностью выпущено большое число различных видов нового электрооборудования с применением автоматики на основе микропроцессорной техники. Заметно выросло количество импортного электрооборудования, в том числе и изготовленного на совместных предприятиях в России. В то же время на промышленных предприятиях и, особенно, в сельском хозяйстве эксплуатируется значительное количество как морально устаревшего, так и изношенного электрооборудования, отработавшего свой нормативный срок службы.

В этой связи издание справочной литературы по действующему и новому электрооборудованию является актуальной задачей. Настоящая книга в значительной степени учитывает запросы специалистов, занимающихся эксплуатацией электрических сетей промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, жилых и общественных зданий. Она представляет собой новое издание, выпущенной издательством «Колос» в 2004 году Справочной книги электрика, существенно доработанной и дополненной в соответствии с пожеланиями и рекомендациями читателей.

Среди авторов справочника: Киреева Э. А., Харитон А. Г. и Чохонелидзе А. Н. — члены редколлегии журнала «Главный энергетик». Справочник состоит из двух разделов.

В первом разделе содержатся общетехнические сведения и справочные материалы по электрооборудованию напряжением до и выше 1 кВ: силовым трансформаторам, КТП и КРУ, высоковольтным выключателям, плавким предохранителям, конденсаторным установкам для компенсации реактивной мощности, счетчикам электроэнергии, автоматическим выключателям, контакторам, магнитным пускателям, вакуумным дугогасительным камерам, кабельным и воздушным линиям, электродвигателям. В этот раздел включены также сведения по современным диагностическим средствам для электрооборудования и освещению

производственных помещений. Новый для справочника материал содержится в главе «Шинопроводы в системах электроснабжения предприятий, зданий и сооружений».

Во втором разделе помещены таблицы физических величин, единиц и констант, обозначений электрических схем, необходимые для работы каждому электрику сведения об электрических материалах и электрических измерениях, температурных режимах работы и степенях защиты электрооборудования, режимах работы нейтрали. Здесь же приведены примеры расчета сечений проводов и жил кабелей до и выше 1 кВ, рекомендации по выбору плавких предохранителей и автоматических выключателей, сечений проводов и жил кабелей.

В книге 464 стр., выпущена она в твердом переплете. Приобрести ее можно по адресу:

107996, Москва, Садовая-Спаская, 18, Издательство «Колос», тел. 607-22-95,

тел/факс отдела реализации: 975-55-27, 607-19-45.

E-mail: koloc1918@mail.ru

### **ОАО «Центрэлектроремонт» предлагает справочники**

1. Двигатели асинхронные трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из круглого провода. Объем — 340 с. формата А4.

2. Двигатели (генераторы) трехфазные напряжением до 660 В. с обмоткой статора из прямоугольного провода. Объем — 160 с.

3. Двигатели (генераторы) постоянного тока напряжением до 460 В с обмоткой якоря из круглого провода. Объем — 478 с.

4. Роторы фазные с волновой стержневой обмоткой. Обмоточные данные, схемы, цена ремонта. Объем — 112 с.

5. Роторы синхронные с явновыраженными полюсами. Обмоточные данные, материалы, трудоемкость и цена ремонта. Объем — 90 с.

Справки по тел.: (499) 264-85-20.

**РОЩИН В.А.**

# СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**Производственно-практическое пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2007—112 с.**



В пособии рассмотрены различные схемы включения счетчиков электрической энергии, применяемых на энергообъектах. Показаны примеры негативных последствий от неправильного подключения счетчиков. Приведены результаты экспериментального определения погрешностей счетчиков и трансформаторов тока. Даны практические рекомендации по проверке схем подключения счетчиков, по порядку их замены и др.

Для специалистов метрологических служб, энергетических предприятий, энергообслуживающих организаций. Может быть рекомендовано специалистам Госстандарта (Ростехрегулирования) России, инспекторам по энергетическому надзору, ответственным за электрохозяйство потребителей электроэнергии.

**ОСИКА Л.К.**

# ОПЕРАТОРЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Производственно-практическое пособие. М.: ЭНАС, 2007. — 192 с.**



В книге рассмотрены возможности организации бизнеса в сфере коммерческого учета электроэнергии на современном этапе рыночных преобразований в отечественной энергетике. Проведен анализ законодательной базы и практики регулирования рыночных отношений в сфере коммерческого учета. Исследован предмет бизнеса операторов коммерческого учета (ОКУ) с точки зрения его эффективности и востребованности рыночным сообществом.

Приведены доступные автору материалы, связанные с деятельностью ОКУ в зарубежных странах, прежде всего, в Великобритании.

Даны примеры развития бизнеса российских ОКУ в регионах и в общенациональном масштабе.

Для специалистов в области коммерческого учета электроэнергии, менеджеров электросетевых и энергосбытовых компаний, потребителей электроэнергии, ОКУ.

Может быть полезна студентам и аспирантам энергетических и экономических специальностей вузов.

**Отдел реализации:**

Тел./факс: (495) 913-66-20 (21)

115114, Москва, Дербеневская набережная, 11.

E-mail: [adres@enas.ru](mailto:adres@enas.ru), [www.enas.ru](http://www.enas.ru)

**Склад-магазин:**

115201, Москва, Каширский проезд, 9, стр. 1.

Метро «Варшавская».

Тел. 8-499-610-0910.



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННЫМ ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВАМ

### 1. Общие положения

1.1. Настоящие Технические требования (далее — Требования) предназначены для выбора электрозащитных средств повышенной эффективности, которыми должны быть обеспечены работники наиболее травмоопасных профессий: электромонтеры оперативно-выездных и ремонтно-эксплуатационных бригад предприятий энергетики, железнодорожного транспорта, коммунального хозяйства и нефтегазового комплекса. Требования разработаны на основе положительного опыта проведения организационно-технических мероприятий по профилактике производственного электротравматизма и уменьшению количества повреждений электрооборудования в 2000—2004 гг.

1.2. Требования должны использоваться при обучении персонала, проведении приемочных и эксплуатационных испытаний, организации закупок и комплектовании энергообъектов и рабочих мест, разработке и изменении технологических карт, проектов организации и производства работ, инструкций по охране труда и выполнении профилактических мероприятий по улучшению эксплуатации электроустановок 0,4—110 кВ.

1.3. Требования к функциональным свойствам и техническим характеристикам указателей напряжения, электроизолирующих штанг и переносных заземлений должны соответствовать ГОСТу 20493–90, ГОСТу 20494–90,

ГОСТу Р 51853–2001, Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках, Правилам применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках. По некоторым параметрам настоящие Требования должны превышать требования нормативных технических документов вследствие повышенной опасности работы в электроустановках энергетики и железных дорог в условиях близкого расположения питающих и контактных проводов и проведения работ во время движения поездов.

1.4. Службы материально-технического снабжения организаций обязаны ознакомить предполагаемых изготовителей и поставщиков электрозащитных средств и приспособлений с настоящими Требованиями и заключать договоры на поставку только после получения заключений соответствующих электротехнических лабораторий, организаций или экспертов о соответствии образцов этим требованиям.

1.5. Срок действия Требования: 5 лет со дня их утверждения. В Требования могут быть внесены изменения и дополнения по результатам расследования и анализа несчастных случаев с работающими в электроустановках, а также по результатам электрических и механических испытаний и опыта эксплуатации электрозащитных средств.

## 2. Технические требования к указателям напряжения, электроизолирующим штангам и переносным заземлениям

2.1. Корпуса указателей напряжения и электроизолирующих штанг (в том числе и для установки переносных заземлений) должны изготавливаться из труб из стеклопластика или другого материала с устойчивыми электроизолирующими (диэлектрическими) свойствами. Должны изыматься из эксплуатации указатели напряжения и штанги, изготовленные из полиэтилена, бумажно-слоистых и древесно-слоистых материалов.

2.2. Торцы и полости звеньев электроизолирующих штанг и корпусов указателей напряжения должны быть герметично заглушены для предотвращения загрязнения и увлажнения внутренних изолирующих поверхностей труб. На открытые (не заглушенные) концы звеньев штанг должны устанавливаться прочные металлические коррозионно-устойчивые бандажные кольца для предотвращения механических повреждений.

2.3. Указатели напряжения, электроизолирующие штанги и переносные заземления должны быть ремонтпригодными. В договорах на их поставку должен быть указан гарантированный срок поставки составных элементов штанг и заземлений (зажимы, провода, звенья штанг, приспособления, переходные втулки и т.п.) в течение 5 лет или более.

## 3. Функциональные и технические требования к указателям высокого напряжения 6—10 (6—110) кВ

3.1. Указатель высокого напряжения (далее — указатель) должен правильно и надежно срабатывать всеми видами сигнализации при использовании его в электроустановках на всех рабочих местах без применения дополнительного заземляющего проводника, в том числе:

- на приставных электроизолирующих лестницах в ТП, КТП, КТПП 6 кВ;
- на деревянных опорах ВЛ 6 кВ;
- с земли на проводах ВЛ 6 кВ с помощью электроизолирующих штанг необходимой длины, при этом световые сигналы должны быть четко видны на фоне неба в солнечный день;
- в ячейках РУ, КРУ, КРУН 10 кВ с вакуумными выключателями при отключенном выключателе, наличии напряжения на входной ошиновке, отсутствии напряжения на выходной ошиновке и отсутствии заземления на отключенных присоединениях.

При этом указатель должен срабатывать при определении наличия напряжения на шинах вблизи входа в корпус дугогасящей камеры выключателя и не должен срабатывать на шинах вблизи выхода из камеры.

3.2. Указатель должен содержать контактную часть, которой можно определить наличие/отсутствие напряжения на каждом фазном проводнике поочередно контактным способом. Чувствительность контактной (рабочей) части указателя на 6—10 кВ должна быть не менее 1200 В.

3.3. Указатель должен содержать встроенный бесконтактный сигнализатор напряжения, выполненный отдельно от контактной части.

3.4. Источники питания контактной части и встроенного бесконтактного сигнализатора должны быть отдельными и обеспечивать работоспособность его без замены или подзарядки каждой части указателя не менее 2 лет.

3.5. Замена элементов питания контактной части указателя должна проводиться только в электролаборатории. После замены элементов питания указатель должен испытываться с записью в соответствующем Журнале испытаний.

3.6. Печатные платы с размещенными на них радиоэлектронными элементами должны быть покрыты специальным лаком или другим защитным покрытием.

3.7. Указатель должен иметь крепление, совместимое непосредственно или через переходной элемент с применяемыми в электроустановках штангами электроизолирующими ШЭУ-10—5-6,6.

3.8. Изготовитель должен устанавливать срок послегарантийного обслуживания указателей высокого напряжения не менее 5 лет.

3.9. Штанги электроизолирующие к указателям напряжения должны соответствовать требованиям, перечисленным в пп. 2, 4.

## 4. Функциональные и технические требования к штангам электроизолирующим (оперативным), применяемым для подготовки рабочих мест и выполнения работ в электроустановках с поверхности земли

4.1. Штанги электроизолирующие (оперативные) должны быть универсальными и предназначаться для выполнения следующих эксплуатационных работ в электроустановках:

- определение наличия/отсутствия напряжения на ВЛ с земли;
- установка переносных заземлений на ВЛ с земли;
- снятие переносных заземлений с ВЛ с земли;
- проверка совпадения фаз линий электропередачи и РУ;
- спиливание веток деревьев вблизи проводов ВЛ 0,4—110 кВ на высоте до 6—8 м;
- измерение габаритов от проводов ВЛ до земли и инженерных сооружений;
- очистка токоведущих частей электроустановок, конструкций, крыш строений и оборудования от снега и льда;
- другие работы с учетом местных условий.

4.2. Штанги не должны содержать металлические и иные токопроводящие звенья.

4.3. Штанги должны состоять из нескольких звеньев общей массой не более 3 кг, иметь длину в транспортном положении не более 1,8 м, надежное соединение и взаимозаменяемость звеньев.

4.4. Штанги должны иметь рабочую часть с унифицированным элементом присоединения (например, с резьбой), позволяющим в местных условиях (в мастерской энерго-

участка и т.п.) самостоятельно изготавливать необходимые дополнительные приспособления к штанге.

4.5. Штанги должны быть ремонтпригодными и иметь письменно подтвержденный изготовителем (поставщиком) срок послегарантийного обслуживания не менее 5 лет.

4.6. После установки переносного заземления на провода ВЛ с поверхности земли штанги должны легко отсоединяться от штанг переносного заземления с целью выполнения других работ.

4.7. Штанги должны обеспечивать возможность снятия установленного заземления с проводов ВЛ с земли после окончания работ.

4.8. Конструкция штанг должна обеспечивать возможность их применения для выполнения других работ (в том числе в действующих электроустановках под напряжением) без ограничений.

## **5. Функциональные и технические требования к переносным заземлениям**

5.1. Заземляющий и закорачивающие проводники должны быть выполнены из гибкого медного провода в прозрачной защитной оболочке.

5.2. Концы медных проводов должны быть залужены или запрессованы в луженые медные кабельные наконечники. Не допускается прямое контактное соединение медных частей (проводов) и алюминиевых зажимов.

5.3. Места соединений медного провода и кабельных наконечников должны быть защищены от изломов и воздействия окружающей среды (отрезками термоусаживаемой трубки или другими способами).

5.4. Кабельный наконечник должен быть присоединен к заземляющему или фазному зажиму винтовым соединением с диаметром резьбы не менее 6 мм.

5.5. Резьбовые части алюминиевых зажимов должны быть защищены стальными втулками для обеспечения однородности материалов резьбового соединения.

5.6. Фазные зажимы переносных заземлений для РУ должны быть подпружинены для обеспечения более надежного контакта при деформации шины вследствие нагрева токами короткого замыкания.

5.7. Переносные заземления для ВЛ должны иметь:

- возможность установки на провода с земли с помощью штанг ШЭУ-10—5-6,6;
- заземляющий зажим с несъемной электроизолирующей рукояткой;

- несъемные электроизолирующие штанги, соединенные с фазными закорачивающими зажимами, в том числе 3 штуки для ВЛ 6—15 кВ и 5 штук для ВЛ 0,4 кВ.

5.8. Длина штанг заземлений для ВЛ 0,4 кВ должна обеспечивать безопасное расстояние (не менее 0,6 м) от руки оператора до проводов ВЛ.

5.9. Переносные заземления, устанавливаемые на ВЛ, должны быть укомплектованы непромокаемыми полотнищами для выкладки электроизолирующих частей и приспособлениями для переноски электрозачитных средств.

5.10. Конструкция и схема раскладки переносного заземления должна быть такой, чтобы во время его установки/снятия на провода ВЛ 0,4—35 кВ с опоры работнику не требовалось прикасаться к закорачивающим и заземляющим проводам и зажимам.

## **6. Функциональные и технические требования к указателям высокого напряжения для проверки совпадения фаз до 15 кВ и указателям напряжения для ВЛ 0,4 кВ**

6.1. Указатели высокого напряжения для проверки совпадения фаз до 15 кВ (УПСФ) и указатели напряжения для ВЛ 0,4 кВ (УНВЛ) должны иметь 2 полюса (наконечника), работать по принципу протекания активного тока и применяться отдельно или совместно со штангами ШЭУ-10—5-6,6 (п. 4 настоящих Требований). Применение однополюсных указателей и указателей, работающих по принципу протекания емкостного тока, не допускается в связи с их малой помехоустойчивостью и наличием значительного количества токоведущих частей электроустановок, находящихся под наведенным напряжением.

6.2. Световая сигнализация УПСФ и УНВЛ должна быть работоспособна без химических источников питания и хорошо видима на расстоянии 6—8 м с земли на фоне ясного неба в солнечный день.

6.3. В УПСФ на номинальное напряжение до 10 кВ рабочие части корпусов и соединительный провод должны выдерживать испытательное напряжение переменного тока 20 кВ в течение 1 минуты.

6.4. Конструкция УПСФ должна обеспечивать возможность выполнения следующих работ: проверка целостности силовых предохранителей выше 1000 В, отключенного положения фаз вакуумных выключателей, разъединителей и других коммутационных электрических аппаратов, исправность гирлянд изоляторов в электроустановках соответствующих классов напряжения переменного и постоянного тока, в том числе с земли с помощью штанг ШЭУ-10—5-6,6. Для безопасного выполнения проверочных операций УПСФ должны иметь глухо подключенный соединительный провод и неразъемные корпуса, обеспечивающие крепление к штангам ШЭУ-10—5-6,6.

6.5. УНВЛ должны обеспечивать проверку наличия/отсутствия напряжения на ВЛ 0,4 кВ с опор ВЛ, конструкций подстанций, переносных лестниц, подъемных механизмов и с поверхности земли с помощью штанг ШЭУ-10—5-6,6. Корпуса УНВЛ должны быть совместимы с указанными штангами и без дополнительных приспособлений иметь длину, обеспечивающую безопасность работы пользователя на расстоянии не менее 0,6 м от проводов ВЛ 0,4 кВ.

6.6. Предпочтительно применение УНВЛ, снабженных разъемами и приспособлениями для измерения значений электрического напряжения на проводах ВЛ 0,4 кВ, в том числе с земли.

*По материалам журнала «Техника безопасности»*



Номер госрегистрации: В9301966  
Акт № 50  
Дата принятия: 15.10.96 г.  
Комитет по муниципальному хозяйству.  
Рекомендация.

Утверждены  
Приказом Комитета  
Российской Федерации  
по муниципальному хозяйству  
от 15.10.93 № 50

(Продолжение, начало в №№10, 11)

## Часть I

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМИРОВАНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ЖИЛИЩНОГО, ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВ ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Двухъярусные отстойники (эмшеры)

#### Примерный перечень работ

Обслуживание двухъярусных отстойников (эмшеров). Напуск жидкости на эмшер и выпуск ее. Выпуск «зрелого» ила. Наблюдение за ходом брожения осадков. Регулярная очистка отстойных желобов и щелей от крупных отбросов. Контроль за степенью осветления жидкости в сборных желобах. Ликвидация корки. Выявление отклонений от заданного режима брожения и устранение их. Промер осадка и взятие проб. Участие в ремонте сооружений.

Профессия: оператор на эмшерах.  
Нормативная численность — 4 чел. на 1 отстойник.

Первичные отстойники

#### Примерный перечень работ

Обслуживание агрегатов. Пуск и остановка механизмов. Спуск осадка из отстойников и регулирование продолжительности спуска. Соблюдение заданного режима работы отстойников, регулирование подачи из них воды. Ликвидация засоров трубопроводов. Производство профилактического ремонта сооружений и механизмов. Учет работы механизмов, агрегатов и сооружений механической очистки.

Профессия: оператор на отстойниках.

Таблица 26

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	6—7
свыше 50 до 300	7—9
свыше 300 до 500	9—11
свыше 500	0,5 чел. на каждые последующие 200 тыс. куб. м/сутки

Метантенки

### Примерный перечень работ

Обслуживание агрегатов. Загрузка сырого осадка и активного ила. Наблюдение за уровнем осадка и температурой в метантенке и регулирование подачи пара. Распределение осадка, обеспечение отбора сброженного осадка и группы метантенков. Контроль за работой перемешивающих устройств: эжекторов, механических мешалок, гидроэлеваторов. Выгрузка осадка и активного ила. Управление различными механизмами и агрегатами сооружений, включая насосные станции по перекачке осадков. Ведение журнала работы всего комплекса механизмов и технологических приборов. Производство профилактического и текущего ремонтов механизмов и сооружений.

Профессия: оператор на метантенках.

Таблица 27

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	4
свыше 50 до 300	4—5
свыше 300 до 500	5—6
свыше 500	1 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

Биофильтры (аэрофильтры)

### Примерный перечень работ

Обслуживание секции биофильтров и наблюдение за равномерным распределением воды по их поверхности. Чистка распределительных устройств: спринклерных и реактивных оросителей. Наладка и зарядка дозирующих устройств и чередование периодов зарядки фильтров. Проверка подачи воздуха в фильтр. Ликвидация по необходимости заплываний поверхностей фильтров; штыкование фильтрующего слоя: щебенки, доменного шлака. Ведение журнала эксплуатации сооружений.

Профессия: оператор на биофильтрах.

Таблица 28

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	4
свыше 50 до 150	4—6

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Аэротенки

## Примерный перечень работ

Обслуживание сооружений биологической очистки воды. Соблюдение заданного режима работы аэротенков. Распределение сточной жидкости и активного ила на аэротенках. Наблюдение за работой аэротенков по контрольно-измерительным приборам. Регулирование подачи воздуха и активного ила. Установление технологического режима очистки воды. Ведение журнала работы всех сооружений и механизмов биологической очистки. Производство текущего и профилактического ремонта сооружений биологической очистки воды.

Профессия: оператор на аэротенках.

Таблица 29

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	4
свыше 50 до 300	4—5
свыше 300 до 500	5—6
свыше 500	1 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

Иловые площадки

## Примерный перечень работ

Обслуживание сооружений. Обход иловых площадок или иловых прудов, наблюдение за равномерным распределением осадка по каскадам иловых площадок и регулирование спуска фильтрующего слоя. Наблюдение за равномерной нагрузкой площадок, чередование их и уборка подсохшего осадка с площадок. Прочистка отводных каналов, дренажей и земляных разводных каналов от заилования и удаление в летнее время сорняков с земляных валиков площадок; устранение наледей в зимнее время. Соблюдение заданных нагрузок на площади. Наблюдение за работой насосных станций перекачки осадка. Профилактический ремонт коммуникаций.

Профессия: оператор на иловых площадках.

Таблица 30

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	3—4
свыше 50 до 300	4—5
свыше 300 до 500	5
свыше 500	1 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

### 2.2.2.4. Насосные станции и компрессоры, контроль качества сточных вод

## Примерный перечень работ

Обслуживание насосных установок. Пуск, регулирование режима работы и остановка двигателей и насосов. Наблюдение за бесперебойной работой насосов, приводных двигателей, арматуры и трубопроводов обслуживаемого участка, а также за давлением воды в сети. Осмотр, регулирование насосов, водонапорных установок, контрольных приборов, автоматики и предохранительных устройств. Определение неисправностей в работе оборудования насосных установок и их устранение. Ведение записей в журнале о работе установок. Выполнение текущего ремонта насосного оборудования и участие в более сложных видах ремонта оборудования.

Обслуживание компрессоров. Установление и поддержание наиболее выгодного режима работы компрессоров. Наблюдение за исправностью двигателей, компрессоров, приборов, вспомогательных механизмов и другого оборудования. Составление дефектных ведомостей на ремонт. Выполнение ремонта компрессоров. Ведение отчетно-технической документации о работе обслуживаемых компрессоров.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Ремонт, регулирование, испытание, монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов и механизмов. Определение причин и устранение неисправностей приборов. Составление дефектных ведомостей.

Ремонт, осмотр и техническое обслуживание электрооборудования.

Отбор проб сточной жидкости вручную с помощью пробоотборников и специальных приспособлений. Проведение анализов проб. Укупорка проб, оформление этикеток к ним, обеспечение сохранности их доставки в лабораторию. Мойка и хранение посуды, используемой для отбора проб. Ведение учета отобранных проб.

Проведение химико-бактериологических анализов сточной жидкости по утвержденным методикам. Ведение контрольно-учетных записей.

## Примерный перечень профессий

Машинист насосных установок, машинист компрессорных установок, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, пробоотборщик, лаборант химико-бактериологического анализа.

Таблица 31

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	10—12
свыше 50 до 300	12—16
свыше 300 до 500	16—22
свыше 500	3 чел. на каждые последующие 100 тыс. куб. м/сутки

### 2.2.2.5. Установка по обезвоживанию осадка

#### Примерный перечень работ

Обслуживание установок по обезвоживанию осадка. Наблюдение по показателям контрольно-измерительных приборов за работой вакуум-фильтров, системой воздухопроводов, илопроводов, вакуумных линий, трубопроводов для химических реагентов, насосного оборудования для промывки фильтров и ресиверов. Приготовление раствора ингибированной соляной кислоты и промывка вакуум-фильтров. Обслуживание насосных установок. Определение влажности поступающего на вакуум-фильтр сырья с подсчетом дозы реагентов. Обслуживание механизмов транспортировки обезвоженного осадка. Ведение журнала работы механизмов агрегатов и сооружений обезвоживания осадка. Производство текущего и среднего ремонтов обслуживаемого оборудования.

Профессия: оператор установок по обезвоживанию осадка.

Таблица 32

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 150	4—5
свыше 150 до 500	5—6
свыше 500	1 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

### 2.2.2.6. Установка по сушке осадка

#### Примерный перечень работ

Обслуживание устройств термической сушки осадка на вакуум-фильтрах. Наблюдение за равномерной и своевременной подачей осадка в сушильные установки. Отбор сухого осадка и изменение режима работы сушильных установок, транспортировка осушенного осадка. Поддержание заданного режима работы установки путем регулирования подачи газа, воздуха, кэка, наблюдение за влажностью и температурой сушки по контрольно-измерительным приборам. Текущий ремонт механизма.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Профессия: оператор установки по сушке осадка.

Таблица 33

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 150	4
свыше 150	7

## 2.2.2.7. Отстойники

### Примерный перечень работ

Смыв осадка в резервуарах брандспойтом и снятие скрепками. Обслуживание насосов для перекачки ила и промывных вод. Выключение из работы отстойников. Выполнение простых слесарных работ при ремонте задвижек, щитов и другого оборудования.

Профессия: оператор сооружений по удалению осадка.

Таблица 34

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 500	2—3
свыше 500	0,5 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

## 2.2.2.8. Хлораторные установки

### Примерный перечень работ

Обслуживание установок по приготовлению хлораторных растворов. Поддержание устанавливаемых доз хлора. Контроль за постоянным расходом хлора, распределение по аппаратам, переключение аппаратов. Наблюдение за работой оборудования, механизмов. Определение остаточного хлора. Обеспечение бесперебойной работы оборудования хлораторных установок. Обслуживание механических мешалок различных типов. Проверка пригодности порожних баллонов. Мелкий текущий ремонт баллонов. Хранение баллонов в установленном порядке, поддержание постоянной температуры в помещении хлораторной. Транспортировка баллонов от расходного склада до хлораторной и обратно. Смена баллонов, участие в работе по текущему ремонту оборудования и установок. Устранение утечки газов из баллонов, бочек и аппаратуры в аварийных ситуациях. Производство слесарных работ оборудования, запорной арматуры. Ведение журнала расхода хлора.

Профессия: оператор хлораторной установки.

Таблица 35

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 150	3—5
свыше 150 до 500	5—7
свыше 500	1 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

## 2.2.2.9. Поля фильтрации

### Примерный перечень работ

Обслуживание и обход участков полей орошения и фильтрации. Равномерное распределение сточной жидкости на территории участка. Прочистка отводных каналов устьев дренажа и земляных разводных канав от илонакатов и травы,

соблюдение заданной нагрузки на орошаемые участки. Обслуживание по заданиям агронома площадок, занятых под сельскохозяйственные культуры. Наблюдение за исправным состоянием технических сооружений. Своевременная подготовка площадок к зимнему и летнему орошению. Производство профилактического и текущего ремонтов сооружений.

Профессия: оператор полей орошения и фильтрации.

Таблица 36

Площадь полей участков фильтрации, га	Нормативная численность, чел. на 10 га
до 100	1
свыше 100	0,5

## 2.2.2.10. Пульт дистанционно-автоматического управления

### Примерный перечень работ

Обслуживание водопроводно-канализационных сооружений с пульта дистанционно-автоматического управления. Регулирование работы агрегатов в соответствии с заданным технологическим режимом. Ведение записей показаний контрольно-измерительных приборов. Наладка и устранение неисправностей отдельных приборов и устройств.

Эксплуатационно-техническое обслуживание, разборка, ремонт и сборка диспетчерского оборудования и телеавтоматики. Проведение электрических проверок обслуживаемого диспетчерского оборудования и аппаратуры телеавтоматики. Обслуживание радиостанций. Выявление дефектов и причин износа деталей путем осмотра аппаратуры телеавтоматики на месте установки. Ведение технической документации.

### Примерный перечень профессий

Оператор дистанционного пульта управления в водопроводно-канализационном хозяйстве, электромонтер диспетчерского оборудования и телеавтоматики.

Норматив численности: 5,5 чел. на один пульт.

### Пояснения по определению числовых значений факторов для расчета численности

1. Под производительностью насосных станций водопровода и канализации подразумевается производительность всех установленных на них насосов независимо от того, находятся ли они в простое (в ремонте, по режиму работы) или в резерве.

2. Под производительностью очистных сооружений водопровода подразумевается установленная производственная мощность очистных сооружений, которая определяется путем суммирования пропускной способности всех имеющихся фильтров и контактных осветлителей, рассчитанной на основании данных о площади фильтрующей поверхности и скорости фильтрования.

3. Под производительностью очистных сооружений канализации подразумевается установленная пропускная способность очистных сооружений, характеризующаяся количеством сточной жидкости, которую они могут пропустить за сутки при полной загрузке всего комплекса очистных сооружений и соблюдении установленных требований к очистке сточных жидкостей. Если отдельные звенья очистных сооружений имеют неодинаковую пропускную способность, в этом показателе необходимо учитывать пропускную способность ведущего звена очистных сооружений, которое лимитирует пропуск сточных вод.

## РАЗДЕЛ III

### НОРМАТИВЫ ЧИСЛЕННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ, СПЕЦИАЛИСТОВ, СЛУЖАЩИХ И РАБОЧИХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

#### 3.1. Нормативы численности руководителей, специалистов и служащих

3.1.1. Общее руководство, подбор и расстановка кадров, технико-экономическое планирование, организация труда и заработной платы, организация подготовки производства, бухгалтерский учет, управление материально-техническим снабжением, организация охраны труда и техники безопасности, общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## Примерный перечень должностей

Директор, главный инженер, заместитель директора, заместитель главного инженера, инспектор по кадрам, начальник отдела, инженер (ведущий, I, II категории), экономист (ведущий, I, II категории), техник (I, II категории), инженер (ведущий, I, II категории), главный бухгалтер, бухгалтер (ведущий, I, II категории), кассир, заведующий складом, агент по снабжению, экспедитор, товаровед, секретарь-машинистка, машинистка (I, II категории), заведующий хозяйством.

Таблица 1

Наименование функций управления	Среднесписочная численность работников предприятия, чел.			
	До 250	251—500	501—750	751—1250
	нормативная численность, чел.			
Всего:	9—15	16—25	25—34	34—43
в том числе по функциям управления:				
Общее руководство	2	2—3	3—4	4
Подбор и расстановка кадров	0,5	1—2	2—3	3
Технико-экономическое планирование, организация труда и заработной платы	1—2	2—3	3—4	4—6
Организация подготовки производства	1—3	3—6	6—8	8—10
Бухгалтерский учет	2—4	4—6	6—8	8—11
Управление материально-техническим снабжением	1—2	2—3	3—4	4—5
Охрана труда и техника безопасности	1	1	1	1
Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание	0,5	1	1—2	2—3

## Примерный перечень работ по функциям

### Общее руководство

Руководство всеми видами деятельности предприятий тепловых сетей и котельных установок. Организация работы и эффективного взаимодействия производственных единиц и других структурных подразделений предприятия. Обеспечение выполнения предприятием установленных количественных и качественных показателей, обязательств перед государственным бюджетом, потребителями и банками. Организация производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Определение технической политики, перспектив развития предприятия и путей реализации комплексных программ по всем направлениям совершенствования, реконструкции и технического перевооружения действующего производства.

### Подбор и расстановка кадров

Учет личного состава предприятия, его подразделений, ведение установленной документации по кадрам. Оформление приема, перевода и увольнения работников в соответствии с трудовым законодательством, положениями, инструкциями и приказами руководителя предприятия. Организация профессионального обучения рабочих и повышения квалификации руководящих работников и специалистов. Оформление необходимой документации и составление установленной отчетности о работе с кадрами.

### Технико-экономическое планирование, организация труда и заработной платы

Подготовка исходных данных для составления проектов текущих и перспективных планов производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Проведение экономического анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия, выявление резервов производства, подготовка мероприятий по их использованию, оформление нарядов на работы. Ведение учета и контроля за ходом выполнения плановых заданий по предприятию, подготовка и сдача статистической и периодической отчетности в установленные сроки и по утвержденным формам.

## **Организация подготовки производства**

Организация учета технической эксплуатации сетей и оборудования, составление планов и графиков профилактических проверок и измерений систем. Подготовка предложений по разработке и внедрению мероприятий по обеспечению высококачественной и бесперебойной работы сооружений и оборудования, надежности их действия и совершенствования эксплуатации. Разработка инструкций и технологических карт по обслуживанию оборудования котельных и тепловых сетей. Контроль качества работы и технического состояния тепловых сетей, выполнения работниками правил и инструкций по их правильной эксплуатации. Разработка мероприятий по развитию и реконструкции технических средств, составление технических заданий на проектирование новых и реконструкцию действующих сетей и оборудования.

Разработка планов текущего и капитального ремонта аппаратуры, оборудования и сооружений; организация работ по их выполнению.

## **Бухгалтерский учет**

Организация учета финансово-хозяйственной деятельности. Принятие мер по предупреждению нарушений финансовой деятельности. Ведение плановой и учетной документации. Осуществление контроля за сохранностью собственности предприятия, правильным расходованием денежных средств и материальных ценностей.

Проведение анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Организация учета основных фондов, сырья, материалов, топлива, денежных средств и других ценностей предприятия, исполнение смет расходов, расчетов по заработной плате. Составление балансов и бухгалтерской отчетности. Осуществление операций по приему, выдаче и хранению денежных средств и ценных бумаг. Ведение кассовых книг, выверка фактического наличия денежных сумм и ценных бумаг с книжным остатком, представление кассовой отчетности. Получение по документам денежных средств и ценных бумаг в банке. Возврат денежных средств в банк.

## **Управление материально-техническим снабжением**

Организация обеспечения предприятия всеми необходимыми для его производственной деятельности материальными ресурсами. Разработка проектов перспективных и годовых планов материально-технического обеспечения на основе определения потребностей подразделений предприятия в материальных ресурсах, составление материальных балансов и заявок на материальные ресурсы. Обеспечение контроля за состоянием запасов материалов и комплектующих изделий. Организация работы складского хозяйства. Организация оперативного учета снабженческих операций, переписей материальных ресурсов, составление установленной отчетности.

## **Охрана труда и техника безопасности**

Осуществление контроля за соблюдением в подразделениях предприятий действующего законодательства, инструкций, правил и норм по охране труда, техники безопасности, производственной санитарии, противопожарной защиты и охране окружающей среды, за предоставлением работникам установленных льгот и компенсаций по условиям труда. Контроль своевременности испытаний, проверок и правильности эксплуатации оборудования, соблюдение графиков замеров воздушной среды, производственного шума, вибрации и т.п., выполнение предписаний органов государственного надзора за соблюдением действующих норм и стандартов техники безопасности, Разработка инструкций по охране труда и техники безопасности.

Проведение инструктажей работников.

## **Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание**

Своевременная обработка поступающей и отправляемой корреспонденции, доставка ее по назначению, осуществление контроля за сроками исполнения документов и их правильным оформлением. Прием документов, их регистрация, учет и передача в соответствующие структурные подразделения. Печатаение и размножение служебных документов. Обеспечение сохранности хозяйственного инвентаря, его восстановление и пополнение. Контроль за соблюдением чистоты в помещениях, их состоянием и принятие мер к своевременному ремонту помещений. Обеспечение работников канцелярскими принадлежностями и предметами хозяйственного обихода.

### **3.1.2. Оперативно-диспетчерское обслуживание**

#### **Примерный перечень выполняемых работ**

Контроль за обеспечением бесперебойности и надежности энергоснабжения потребителей и экономичности работы котельных и тепловых сетей. Составление схем возможных аварийных переключений. Анализ причин аварий и отказов оборудования, разработка мероприятий по их предупреждению. Проведение противоаварийных тренировок по разработанным схемам аварийных переключений. Рассмотрение заявок на переключение и вывод в ремонт энергетического оборудования. Рассмотрение и согласование проектных заданий строительства и реконструкции новых объектов, подготовка

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

и внесение предложений для подготовки технических условий на энергоснабжение объектов. Обеспечение подключения новых потребителей к сетям предприятия в установленном порядке. Проведение работ по корректировке оперативной схемы после ввода новых объектов, смены оборудования и т.д. Непосредственное руководство ликвидацией аварий тепло-энергетического оборудования. Ведение оперативного журнала и оперативно-технической документации. Участие в периодическом обследовании и контроле эксплуатации тепловых сетей, обеспечение безопасного производства работ, безопасной эксплуатации оборудования, механизмов, приспособлений, транспортных и грузоподъемных механизмов, а также производственных и вспомогательных помещений.

Разработка программы инструктажей, ввод новых и периодический пересмотр применяемых инструкций по охране труда для работников каждой профессии в соответствии с действующими правилами, стандартами безопасности труда. Подготовка в установленном порядке перечня работ, выполняемых по нарядам—допускам, списков лиц, имеющих право быть руководителями, производителями работ, уполномоченными на выдачу нарядов—допусков. Организация планирования, учета и подготовки отчетности оперативно-диспетчерской службы. Осуществление выполнения в установленные сроки приказов, предписаний и требований органов Госнадзора, технического инспектора труда и т.п.

## Примерный перечень должностей

Диспетчер предприятия, диспетчер района (I, II, III группы)

Таблица 2

Количество работающих котельных, всего, ед.	Нормативная численность, чел.
1—2	1
3—4	4
5 и более	5

*Примечание.* При наличии в составе предприятий производственных участков (районов), имеющих в своем составе 3 и более котельных и удаленных от производственной оперативно-диспетчерской службы предприятия на 60 и более км, в радиусе обслуживания этих участков (районов) организуется производственная служба с нормативной численностью 4 чел.

### 3.1.3. Организация ремонта и наладки оборудования и сооружений

#### Примерный перечень работ

Руководство производственно-хозяйственной деятельностью цеха (службы, участка) по ремонту и техническому обслуживанию оборудования, зданий и сооружений предприятия. Разработка месячных, квартальных и годовых планов (графиков) различных видов ремонта оборудования и других основных фондов предприятия. Организация работы по внедрению систем комплексного регламентированного обслуживания, обеспечивающих своевременную наладку и ремонт оборудования, по разработке и принятию мер, направленных на улучшение его эксплуатации. Обеспечение выполнения плановых заданий в установленные сроки, ритмичной работы цеха, повышения производительности труда рабочих, снижение стоимости ремонта, эффективного использования основных и оборотных фондов. Разработка и доведение до исполнителей плановых заданий и графиков ремонта, контроль за проведением ремонтных работ и испытаний оборудования. Разработка нормативных материалов по профилактическому обслуживанию и ремонту оборудования (нормативы ремонтно-эксплуатационных затрат, сроков службы запасных частей, номенклатуры сменных и быстроизнашивающихся деталей, нормы и лимиты расхода смазочных материалов). Участие в расследовании причин повышенного износа, аварий оборудования и производственного травматизма, осуществление контроля за соблюдением установленных сроков составления ведомостей дефектов, заявок на проведение ремонта. Составление заявок и спецификации на запасные части, материалы, инструмент, контроль за правильностью их расходования. Подготовка материалов для заключения договоров с предприятиями-изготовителями на поставку запасных частей и оборудования, а также со специализированными подрядными организациями на капитальный ремонт основных фондов, осуществление контроля за расходованием средств на эти цели. Ведение учета и паспортизации оборудования зданий и сооружений и других основных фондов предприятия, внесение в паспорта изменений после их ремонта, модернизации и реконструкции. Выполнение пуско-наладочных работ (опробование) различных видов оборудования и сооружений. Разработка мероприятий по охране труда и противопожарной защите при проведении пуско-наладочных работ. Подключение приборов, регистрация необходимых характеристик и параметров, обработка полученных результатов, организация планирования, учета и составление отчетности о производственной деятельности.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## Примерный перечень должностей

Начальник цеха (службы, участка) по ремонту оборудования, инженер (ведущий, I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 3

Суммарная тепловая мощность установленных котлов, всего, Гкал/ч	Протяженность тепловых сетей (в двухтрубном исчислении), км			
	До 150	151—300	301—450	451—600
	Нормативная численность, чел.			
до 50	1—3	3—5	5—7	7—8
51—300	2—4	4—6	6—8	8—9
301—500	3—5	5—7	7—9	9—10
501—800	4—6	6—8	8—10	10—11
801—1200	5—7	7—9	9—11	11—12

*Примечание.* При наличии на предприятии газифицированных котельных к рассчитанной по данной таблице численности применяется дополнительный норматив — 1 чел. на каждые 20 газифицированных котельных.

3.1.4. Организация обслуживания и ремонта контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и электрохозяйства

### Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение технической правильной эксплуатации теплоизмерительных, электромагнитных, электродинамических, счетных, оптико-механических, пирометрических, автоматических, самопишущих и других приборов и аппаратов, а также электрооборудования котельных и тепловых сетей, соблюдение графиков их ремонта, наладки и испытаний. Организация проверки устройств тепловой автоматики. Организация наладки и комплексного опробования схем теплового контроля и автоматики котлов и технологического оборудования. Организация ведения дефектных ведомостей и заполнения паспортов и аттестатов на приборы и автоматы. Составление расчетов потребности предприятия в средствах КИП и А и электрической энергии. Разработка норм расхода электроэнергии по службам предприятия сетей. Изучение условий работы электрооборудования и средств КИП и А, выявление причин преждевременного износа, подготовка предложений по повышению надежности и экономичности в работе. Подготовка электроустановки и других объектов электрохозяйства под контроль энергонадзора, для приема в эксплуатацию, для освидетельствования инспекцией энергонадзора. Проведение пусконаладочных работ на электрооборудовании после реконструкции и монтажа. Подготовка и представление отчетности о расходе электроэнергии, заявок о потребностях электроэнергии на будущие периоды. Проведение инструктажа работников по безопасным приемам работы с устройствами КИП и А и электрооборудованием. Ведение эксплуатационных журналов.

### Примерный перечень должностей

Начальник отдела (службы, участка) КИП и А, инженер (ведущий, I, II категории), техник (I, II категории), мастер.

Таблица 4

Количество котельных и центральных тепловых пунктов	Нормативная численность, чел.
На каждые 20 котельных	1
На каждые 40 ЦТП	1

3.1.5. Энергонадзор

### Примерный перечень выполняемых работ

Надзор за эксплуатацией и строительством тепловых сетей, а также внутренних систем центрального отопления, горячего водоснабжения и бойлерных установок в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации и техники безопасности, утвержденных инструкцией. Ведение постоянного контроля за экономным использованием тепловой энергии потребителями и осуществление контрольных проверок за правильностью первичного учета отпускаемой тепловой

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

энергии. Инструктаж и проверка знаний персонала, обслуживающего потребителей, оформление допуска на право сдачи теплоэнергетического оборудования в эксплуатацию. Контроль за эксплуатацией оборудования тепловых вводов, узлов управления, отопительных систем и систем горячего водоснабжения потребителей.

Составление актов нарушений и выдача предписаний потребителям на устранение обнаруженных дефектов эксплуатируемого оборудования и проверка их выполнения. Ведение оперативной документации по учету и качеству отпускаемого тепла согласно соответствующим инструкциям. Составление актов на хищение тепловой энергии. Ведение надзора за строительством новых тепловых сетей, вводов, узлов управления бойлерных установок и внутренних систем отопления и горячего водоснабжения. Участие в расследовании аварий, связанных с эксплуатацией тепловых сетей и теплоиспользующих установок потребителей. Осмотр теплового оборудования каждого потребителя. Проведение технического освидетельствования паровых и водогрейных котлов. Контроль за выполнением плана по энергоресурсам, учет потребителей и заключение договоров на снабжение теплоэнергией.

## Примерный перечень должностей

Начальник тепловой инспекции, инженер (ведущий, I, II категории), техник (I, II категории).

Таблица 5

### 3.1.6. Сбыт энергии

#### Примерный перечень выполняемых работ

Количество потребителей теплоэнергии, ед.	Отпущено теплоэнергии потребителям, тыс. Гкал	
	До 1200	1201—2500
	Нормативная численность, чел.	
До 1500	1—2	2—4
1501—3000	2—3	3—5
3001—4200	3—4	4—6
4201—5000	4—5	5—7

Разработка и корректировка плана выработки норм по газу, теплоэнергии. Разработка годовых, квартальных, месячных планов реализации тепловой энергии. Контроль за выполнением удельных норм энергоресурсов по котельным. Контроль за рациональным расходованием газа и теплоэнергии, разработка мероприятий по снижению потерь тепла в тепловых сетях. Разработка единых форм учета энергоресурсов по каждой котельной. Осуществление анализа средних продажных тарифов на тепловую энергию по отдельным группам потребителей. Заключение договоров с потребителями тепловой энергии. Контроль за вновь подключенными объектами, своевременным их обходом и корректировкой плана выработки тепла на каждую котельную. Проведение ежемесячного начисления в карточки абонентов расхода теплоэнергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение согласно договорным условиям. Организация учета теплопотребителей и производство подсчетов реализации теплоэнергии. Производство расчетов с абонентами за предоставленные услуги. Предъявление претензий потребителям энергии по поводу невыполнения ими договорных обязательств, подготовка материалов и представительство в арбитраже при рассмотрении спорных вопросов.

## Примерный перечень должностей

Начальник абонентского отдела, инженер (ведущий, I, II категории), техник (I, II категории).

Таблица 6

Количество потребителей теплоэнергии, ед.	Отпущено теплоэнергии потребителям, тыс. Гкал	
	До 1200	1201—2500
	Нормативная численность, чел.	
До 1500	1—3	3—5
1501—3000	2—4	4—6
3001—4200	3—5	5—7
4201—5000	4—6	6—8

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## 3.1.7. Химический надзор за работой теплоэнергетического оборудования и тепловых сетей и защита их от коррозии

### Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение нормальной работы аппаратуры и приборов, находящихся в ведении лаборатории, составление инструкций и указаний по их обслуживанию. Руководство и участие в проведении опытно-экспериментальных работ. Контроль за своевременным оформлением результатов испытаний и анализов. Осуществление контроля за качеством выполнения противокоррозионной защиты тепломеханического оборудования, за своевременной и качественной консервацией теплового оборудования. Контроль за выполнением анализов. Организация и производство эксплуатационной очистки и водной промывки оборудования котельных.

Организация рационального водного режима котельных установок. Предотвращение накипеобразования и коррозионных процессов при работе и простое оборудования. Обеспечение рабочих мест материалами и руководство приготовлением химических реактивов. Контроль за хранением материалов и химической посуды, за качеством исходной воды, воды тепловых сетей, питательной воды, пара, топлива и охраной окружающей среды. Исследование причин отклонений от утвержденных норм водного режима котельных и подготовка рекомендаций по нормализации состояния водно-химического режима. Разработка норм расхода химических реактивов. Организация проведения теплотехнических испытаний котлов и наладочных работ оборудования химводоподготовки. Контроль за качеством выполнения наладочных работ. Обеспечение эксплуатации и укомплектования химической лаборатории оборудованием, аппаратурой, измерительными приборами и химреактивами, необходимыми для проведения испытаний.

### Примерный перечень должностей

Начальник химической лаборатории (службы), инженер (ведущий, I, II категории), техник (I, II категории).

Таблица 7

Число котельных и ЦТП, имеющих ХВО, ед.	Протяженность тепловых сетей (в двухтрубном исчислении) — всего, км	
	До 300	301—500
	Нормативная численность, чел.	
До 70	1—3	3—5
71—150	2—4	4—6
151—210	3—5	5—7
211—270	4—6	6—8

## 3.1.8. Организация транспортного обслуживания

### Примерный перечень выполняемых работ

Обеспечение содержания в надлежащем состоянии транспорта, машин и механизмов. Организация выпуска машин в технически исправном состоянии. Осуществление контроля за соблюдением водителями правил технической эксплуатации машин. Осуществление контроля за обеспечением горюче-смазочными материалами, за своевременным обслуживанием и правильным хранением машин и механизмов. Контроль за соблюдением правил и норм охраны труда и техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

### Примерный перечень должностей

Начальник производственной службы (участка), начальник гаража, механик, мастер.

Таблица 8

Количество транспортных единиц	Нормативная численность, чел.
4—25	1
26—50	2
51—75	3
76—100	4
101—125	5

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

*Примечание.* При наличии на предприятии до 3 транспортных единиц выполнение обязанностей возлагается на работников аппарата предприятия по усмотрению руководства предприятия.

## 3.1.9. Оперативное руководство производственными участками (районами)

### Примерный перечень работ

Обеспечение выполнения участком (районом) в установленные сроки плановых заданий (графиков) по производству работ.

Расстановка рабочих и бригад, контроль за соблюдением технологических процессов, выявление и устранение причин их нарушения. Проверка качества выполняемых работ, осуществление мероприятий по предупреждению брака. Участие в приемке законченных работ. Организация механизации и автоматизации производственных процессов и ручных работ. Установка и своевременное доведение производственных заданий бригадам и отдельным рабочим, плановых показателей по использованию оборудования, сырья, материалов, инструмента, топлива, энергии. Осуществление производственного инструктажа рабочих, проведение мероприятий по выполнению правил охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии, технической эксплуатации оборудования и инструмента, а также контроль за их соблюдением.

### Примерный перечень должностей

Начальник района (участка), главный инженер района, мастер участка.

Норматив численности — 1 чел. на 15 чел. среднесписочной численности рабочих участка (района).

Примечания. 1. Указанный норматив предусматривает численность только мастеров производственных участков (районов).

2. При наличии в составе предприятия производственных районов к рассчитанной нормативной численности добавляется дополнительный норматив — 1 чел. на 1 район.

## 3.2. Нормативы численности рабочих

Нормативы численности рабочих по обслуживанию оборудования котельных и тепловых сетей

### 3.2.1. Котлы, работающие на жидком, газообразном топливе и электронагреве

### Примерный перечень работ

Обслуживание водогрейных и паровых котлов, работающих на жидком и газообразном топливе или электронагреве. Рас топка, пуск и остановка котлов и питание их водой. Чистка арматуры и приборов котла. Регулирование и наблюдение за работой экономайзеров, воздухоподогревателей, пароперегревателей питательных насосов, форсунок. Обслуживание теплосетевых бойлерных установок или станций мягкого пара, расположенных в зоне обслуживания основных агрегатов. Пуск, остановка и переключение обслуживаемых агрегатов в схемах теплопроводов. Учет теплоты, отпускаемой потребителям. Наблюдение по контрольно-измерительным приборам за уровнем воды в котлах, давлением и температурой пара, воды и отходящих газов. Регулирование работы (нагрузки) котлов в соответствии с графиком потребления пара. Профилактический осмотр котлов, их вспомогательных механизмов, контрольно-измерительных приборов и участие в планово-предупредительном ремонте котлоагрегатов. Участие в ремонте обслуживаемого оборудования. Приемка котлов и их вспомогательных механизмов из ремонта и подготовка их к работе.

Профессия: оператор котельной.

Таблица 9

Количество работающих автоматизированных котлов в котельной	Нормативы численности рабочих в сутки, чел. по типам котлов при средней нормальной производительности					
	Водогрейные, Гкал/ч			Паровые т/ч		
	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 150	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 150
1—2	1,5—2	2,5—3	3—4,5	2—3	3—3,5	3,5—5,5
3—4	2—3	3—4	4,5—6	3—3,5	3,5—4,5	4,5—7,5
5—7	3—4	4—5	6—7	3,5—4,5	4,5—5,5	7,5—8,5

*Примечание.* При внедрении диспетчерского контроля могут устанавливаться местные нормативы численности диспетчерской службы.

Таблица 10

Количество работающих неавтоматизированных котлов в котельной	Нормативы численности рабочих в сутки, чел. по типам котлов при средней номинальной производительности					
	Водогрейные, Гкал/ч			Паровые т/ч		
	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 150	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 150
1—2	2—3	3—4,5	4,5—6	2,5—3,5	3,5—5	5—6,5
3—4	3—4	4,5—6	6—8	3,5—4,5	5—6,5	6,5—8
5—7	4—5	6—7,5	8—10	4,5—5,5	6,5—8	8—10,5

### 3.2.2. Котлы, работающие на твердом топливе

#### Примерный перечень работ

Обслуживание водогрейных и паровых котлов, работающих на твердом топливе. Рас топка, пуск, остановка котлов и питание их водой. Дробление топлива, загрузка и шуровка топки котла.

Регулирование горения топлива. Наблюдение по контрольно-измерительным приборам за уровнем воды в котле, давлением пара и температурой воды, подаваемой в отопительную систему. Пуск, остановка, регулирование и наблюдение за работой тяговых и золошлакоудаляющих устройств, стокера, экономайзеров, воздухоподогревателей, пароперегревателей и питательных насосов. Обслуживание теплосетевых бойлерных установок или станции мягкого пара, расположенных в зоне обслуживания основных агрегатов. Удаление вручную и механизированным способом шлака и золы из топок и бункеров паровых и водогрейных котлов. Погрузка золы и шлака вручную или при помощи механизмов в тачки, вагонетки или вагоны с транспортировкой их в установленное место. Смыв шлака и золы специальными аппаратами. Планировка шлаковых и золных отвалов.

Предупреждение и устранение неисправностей в работе оборудования. Профилактический осмотр котлов, вспомогательных механизмов, контрольно-измерительных приборов. Участие в планово-предупредительном ремонте котлоагрегатов. Приемка котлов и вспомогательных механизмов из ремонта и подготовка их к работе.

Профессия: машинист (кочегар) котельной.

Таблица 11

Количество работающих котлов с механизированной загрузкой	Нормативы численности рабочих в сутки, чел. по типам котлов при средней номинальной производительности			
	Водогрейные, Гкал/ч		Паровые т/ч	
	До 50	Свыше 50 до 100	До 50	Свыше 50 до 100
1—2	2,5—3,5	4—5	3—3,5	3,5—4,5
3—4	3,5—5	5—7	3,5—4,5	4,5—5,5
5—7	5—6	7—9	4,5—5,5	5,5—7,5

Таблица 12

Средний расход угля за отопительный период на 1 котел в смену, т	Норматив численности рабочих в смену, чел.
На каждую 1 т	0,4

*Примечания.* 1. Данный норматив применяется на обслуживание котлов, работающих на твердом топливе с ручной его загрузкой.

2. Нормативная численность рабочих в смену по котельной, имеющей несколько котлов, определяется по следующему примеру: для котельной, имеющей 3 рабочих котла при среднем расходе угля на 1 котел — 1,5 т в смену, нормативная численность в смену машинистов (кочегаров) котельной составит:  $(3 \times 1,5) \times 0,4 = 1,8$  чел.

## РАСЦЕНКИ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В ЖУРНАЛАХ ИП ИД «ПАНОРАМА»

Формат	Размеры, мм	Стоимость, цвет	Стоимость, ч/б
2-я обложка	205 x 285 – обрезной 210 x 295 – дообрезной	35 000	—
3-я обложка		30 000	—
4-я обложка		40 000	—
Полоса		24 000	12 000
1/2	102 x 285 / 205 x 142	14 000	7 000
1/3	68 x 285 / 205 x 95	9 500	4 700
1/4	102 x 142 / 205 x 71	7 000	3 600
1/8	51 x 142 / 102 x 71	3 600	1 800
1/16	51 x 71	1 700	800

Все цены указаны в рублях, НДС не облагается (упрощенная система налогообложения).

Стоимость рекламной статьи — 1 полоса (~3500 знаков) – 6 тыс. рублей.

### СКИДКИ:

■ за кратность публикаций — 2—3 (5%), 4—6 (10%), 7—9 (15%), 10 и более (20%).

### УСЛОВИЯ ОПЛАТЫ И РАЗМЕЩЕНИЯ

- предоплата — 100%;
- макет должен соответствовать техническим требованиям, применяемым для публикации материалов в журналах ИП «Панорама».

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

Текст статей в формате rtf или doc. Без форматирования (в одну колонку, одним шрифтом, без отступов, без рисунков). Таблицы, подписи к рисункам после текста статьи или отдельным файлом.

Фотографии в формате tiff, с разрешением не менее 300 dpi, или файлы с расширением jpg и gif.

Рисунки в Corel Draw (версии с 8 и выше) или Illustrator (версии 8 и выше) (текст в кривых). В крайнем случае допускаются рисунки, выполненные в WORD.