

# СОДЕРЖАНИЕ

**НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ** 3

**ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ** 10

Научно-техническое создание крупных электрических машин переменного тока 10

**РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ** 14

Обзор рынка систем вентиляции 14

**ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО** 17

К вопросу о повышении надежности электроснабжения потребителей с непрерывным технологическим циклом 17

Установки для испытаний изоляции электрооборудования, трансформаторного масла, устройств РПН и автоматических выключателей 20

Современные приборы для определения качества электрической энергии и бюджетный вариант измерительной системы 24

Электрооборудование – основные понятия и классификация 31

**ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ** 45

Использование ультразвуковых аппаратов УПА-2М для удаления отложений с рабочих поверхностей теплоагрегатов 45

Спектрально-акустическая система «АСТРОН». Опыт практического использования в задачах контроля состояния потенциально опасных технических объектов 47

**ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ** 52

Многодисковое вентиляционное устройство: новая разработка ИТПМ СО РАН. 52

**ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ** 55

Методика проведения испытаний силовых трансформаторов всех напряжений и мощностей 55

ЖУРНАЛ

«ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК»  
№8/2006

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, член-корр.  
Академии электротехнических наук РФ,  
директор Института электроэнергетики

**Э.А. Киреева** – профессор кафедры  
электроснабжения промышленных  
предприятий, МЭИ

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

Главный редактор

**С.А. Леонов**

Выпускающий редактор

**Н.А. Пунтус**

Верстка

**Е.Б. Евдокимова**

Корректор

**Н.В. Усенко**

Журнал на II полугодие 2006 года  
распространяется через каталоги:

Агентство «Роспечать»,

ООО «Межрегиональное агентство  
подписки» (МАП)

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ  
ПАРТНЕРСТВО ИЗДАТЕЛЬСКИЙ  
ДОМ «ПРОСВЕЩЕНИЕ»**

Тел.: (495) 925-93-50, 131-73-95

Адрес: 119602, Москва, а/я 202.

ИД «ПАНОРАМА»

Email: [glavenergo@mail.ru](mailto:glavenergo@mail.ru)

Адрес сайта: [www.glavenergo.panor.ru](http://www.glavenergo.panor.ru)

Подписано в печать

Формат 60x88/8, Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14

Тираж

Заказ №

## **ВЕСТИ ИЗ ЛАБОРАТОРИЙ** **68**

Влияние низкоскоростного ударного нагружения на балочные элементы электрических машин и аппаратов. 68

## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ** **71**

Почему подорожало создание АИИС КУЭ? 71

## **ОБМЕН ОПЫТОМ** **73**

Опыт применения устройства плавного пуска в цехе механического обезвоживания осадка станции аэрации 73

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ** **75**

Турбодетандер позволяет экономить 75

## **КНИЖНАЯ ПОЛКА** **78**

## **ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ** **80**

Приказ Министерства промышленности и энергетики РФ «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технических требований к комплектам для защиты от воздействия электрической дуги» 80

## **НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ** **84**

Приказ Федеральной службы по тарифам от 21 марта 2006 г. N 56-э/1 «Об утверждении Методических указаний по расчету тарифов на услуги по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети» 84

## **НАДО ДЕЛАТЬ ДОБРО** **96**

Труден путь к добрым делам 96

## **МИНПРОМЭНЕРГО РФ ОЖИДАЕТ ВНЕСЕНИЯ В ДУМУ ОСЕНЬЮ 4 ТЕХРЕГЛАМЕНТОВ, КАСАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

Минпромэнерго РФ ожидает внесения в Госдуму осенью 4 новых техрегламентов, касающихся электроэнергетики, сказал глава министерства Виктор Христенко в Госдуме в ходе правительственного часа, посвященного реформе отрасли.

Он уточнил, что речь идет о техрегламентах, определяющих порядок безопасной эксплуатации электроустановок, оперативно-диспетчерского управления, гидротехнических сооружений и безопасности электроснабжения. Последний техрегламент Минпромэнерго попытается принять в виде правительственного постановления. «Учитывая его актуальность, мы постараемся принять его постановлением правительства, чтобы требования регламента действовали уже на осенне-зимний период 2006-2007 года», - сказал министр.

*Интерфакс*

## **ОАО «ХИМПРОМ» НАЛАЖИВАЕТ СОТРУДНИЧЕСТВО С НИЖЕГОРОДСКИМИ ЭНЕРГЕТИКАМИ**

Нижегородские энергетики заинтересовались продукцией ОАО «Химпром» (Чувашия). Как сообщили в пресс-службе предприятия, речь идет о внедрении на нижегородских предприятиях энергетического комплекса комплексов для водоподготовки. Такие договоренности были достигнуты на 8-й специализированной выставке «Энергетика. Электротехника. Энерго- и ресурсосбережение», которая прошла с 25 по 29 мая в г. Нижний Новгород в рамках 8-го международного научно-промышленного форума «Великие реки». «Химпром» представил комплексы для водоподготовки и компоненты для получения жесткого пенополиуретана. Стенд новочебок-

сарского «Химпрома» посетили представители более 100 предприятий и организаций Нижнего Новгорода и Нижегородской области. Надо заметить, эта область - третья по величине в России, и на ее территории расположено большое количество энергетических объектов. Поэтому «Химпром» как производитель качественной продукции для эффективного энерго- и ресурсосбережения и как надежный партнер представляет значительный интерес для этого региона, подчеркнули в пресс-службе.

ОАО «Химпром» - ведущее предприятие химического комплекса России. Основано в 1960 году. Общая численность работающих - 7 тысяч человек. Объем товарной продукции - более 3 млрд. руб. в год. ОАО «Химпром» - одно из немногих промышленных предприятий, имеющих собственную заводскую науку. В июле 2005г. предприятие получило международный сертификат системы ISO 9001:2000. Выпускает более 150 наименований разнообразной химической продукции: сода каустическая, хлор; перекись водорода - основное производство в РФ; нефтереагенты; пластификаторы, резинохимикаты; гербициды, моющие, отбеливающие средства; органофосфонаты-комплексоны - реагенты для энергетики и нефтяной промышленности.

*ИА «ВолгаИнформ»*

## **РАО ЭЭС В 2006 ГОДУ СМОЖЕТ УДОВЛЕТВОРИТЬ ТОЛЬКО 16% ЗАЯВОК НА ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ЭНЕРГОСЕТЯМ – ЧУБАЙС**

РАО ЭЭС России в 2006 году сможет удовлетворить в стране только 16% от общего количества заявок на подключение к энергосетям, заявил в среду глава энергохолдинга Анатолий Чубайс.

Он отметил сложность ситуации с подключением к энергоснабжению новых потребителей в Москве.

«Мы находимся в такой ситуации, когда 80% территории Москвы по тех-

ническим причинам невозможно присоединить», - сказал Чубайс в эфире радиостанции «Эхо Москвы».

Глава РАО также согласился с оценкой, согласно которой при отсутствии сетевых ограничений на подключение новых объектов рост российской экономики был бы на 5 процентных пунктов выше.

*РИА Новости*

## **МИНИСТР ЭКОНОМИКИ ГОРНОГО АЛТАЯ: ИЗ-ЗА ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МЫ НЕ МОЖЕМ ВВОДИТЬ НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВА**

Республика Алтай с 1997 года испытывает дефицит электроэнергии, который сказывается на развитии экономики. «Из-за ограниченных лимитов электроэнергии мы не можем вводить в строй новые средние и крупные объекты промышленности, туризма», - заявил 8 июня корреспонденту ИА REGNUM министр экономического развития и инвестиционной политики Республики Алтай Михаил Зотов.

«В связи с этим я разделяю озабоченность председателя правительства РФ Михаила Фрадкова по поводу того, что растет разрыв между потребностями экономики и вводом новых энерго мощностей», - отметил Михаил Зотов. - Актуальность этой проблемы для республики настолько высока, что развитие энергетики стало одним из ключевых пунктов программы социально-экономического развития Горного Алтая на ближайшие годы».

В настоящее время, по словам Зотова, программа прошла все согласования в федеральных министерствах и ведомствах, и в ближайшее время будет включена в реестр региональных программ.

Как уже сообщало ИА REGNUM, программой предусмотрено создание и развитие в Республике Алтай собственных энергогенерирующих мощностей. В первую очередь речь идет о строительстве ГЭС на Катуне в районе села Чемал с установленной

мощностью 140 МВт, среднегодовой выработкой электроэнергии 850 млн. кВт ч, работающей на бытовом стоке. Реализация проекта позволит создать в республике собственный бесперебойный источник энергоснабжения и снизить энергозависимость региона от Алтайского края. Сбыт электроэнергии на местном уровне позволит бы окупить затраты на создание предприятия в течение 8-12 лет. Предварительные объемы финансирования объекта составляют 6,049 млрд. руб. со сроком реализации 2006-2010 годы.

В настоящее время в Горный Алтай полностью зависит от поставок электроэнергии из Алтайского края, где ОАО «Алтайэнерго» обладает генерирующими мощностями.

Как уже сообщало ИА REGNUM, на заседании правительства РФ 7 июня глава Минтопэнерго Виктор Христенко заявил, что состояние электроэнергетики не соответствует требованиям российской экономики и в ряде энергосистем в ближайшие годы ожидается рост дефицита мощностей. В свою очередь премьер-министр РФ Михаил Фрадков выразил опасение, что невысокие темпы развития энергетики могут затормозить рост экономики страны. В связи с этим с конца 2005 года совместная рабочая группа РАО «ЕЭС России» и Росатома осуществляет разработку единого (сводного) плана строительства генерирующих мощностей.

*KNews.RU*

## **КУРГАНСКИЙ ЛЕДОВЫЙ ДВОРЕЦ БУДЕТ ОТАПЛИВАТЬСЯ БИОЛОГИЧЕСКИМ ТОПЛИВОМ**

Безотходное лесопромышленное производство решили опробовать на ЗАО «Курганстальмост», используя опыт немцев. Об этом корреспонденту ИА REGNUM сообщила помощник генерального директора по связям с общественностью предприятия Евгения Капишева.

В середине июня первая группа специалистов ЗАО «Курганстальмост» поедет в Германию осваивать технологию работы котельных на биологическом топливе (кора деревьев, опил, горбыль и т.д.). Одно из направлений деятельности ЗАО «Курганстальмост» - лесопромышленное производство. В январе были взяты в аренду 54 тысяч гектаров с промышленной базой в с.Боровлянка Белозерского района - территория бывших четырех лесхозов.

В Курганской области есть ресурсы для применения немецкого опыта глубокой переработки леса: 700 тысяч кубометров леса лиственных пород, который никак не используется, и 400 тысяч кубов лесных отходов ежегодно производят в Зауралье. Область обладает такими топливными ресурсами и вынуждена везти уголь с Кузбаса за тысячи километров. Сегодня идет активный перевод зауральских котельных на газ, но и в этом процессе возможны отрицательные последствия, в случае приведения внутренних цен на голубое топливо к мировому уровню.

«Идею использования безотходного производства поддержал губернатор Курганской области Олег Богомолов, отметив личную заинтересованность в продвижении таких технологий. Уже через год планируется отапливать ледовый дворец Кургана экономичной мини-котельной. Если опыт строительства и эксплуатации котельной Ледового дворца окажется удачным, он будет использоваться в более широких масштабах. Не только на ЗАО «Курганстальмост», но и на территории всей Курганской области», - подвела итог Капишева.

*ИА REGNUM*

## **КАЛУЖСКИЙ ГУБЕРНАТОР: НА ИМЕЮЩИХСЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МОЩНОСТЯХ МЫ МОЖЕМ УДВОИТЬ ПРОМПРОИЗВОДСТВО**

«Калужская область не входит в число регионов, где есть дефицит

энергетических мощностей», - заявил губернатор Калужской области Анатолий Артамонов, отвечая на вопрос корреспондента ИА REGNUM на пресс-конференции, посвященной строительству в регионе завода по производству легковых автомобилей АО «Фольксваген АГ».

Ранее сообщалось, что премьер-министр РФ Михаил Фрадков на заседании правительства России 7 июня заявил о несоответствии темпов развития экономики страны и энергетики, обеспечивающей ее потребности. В настоящее время профильными министерствами, ведомствами, а также РАО «ЕЭС России» и Росатомом разрабатывается Генеральная схема размещения мощностей, которая будет включать перечень площадок под строительство объектов производства электроэнергии в тех регионах, где существует ее дефицит. Схему, по данным Минтопэнерго, планируется представить в правительство РФ к концу текущего года.

Калужский губернатор в свою очередь уверен, что ресурсов в области достаточно для развития экономики. «На имеющихся энергетических мощностях мы можем еще удвоить производство промышленной продукции. «Фольксваген» далеко не исчерпывает наши возможности. Как и другие проекты, которые были реализованы или планируются в Калужской области», - подчеркнул Анатолий Артамонов.

*ИА REGNUM*

## **КОТЛЫ «БИКЗ» И МИНИ-ТЭЦ «БАРНАУЛТРАНСМАШ» ЗАВОЕВЫВАЮТ БЕЛОРУССИЮ**

8-9 июня делегация, которую возглавил глава администрации Алтайского края Александр Карлин, находилась в Белоруссии с официальным визитом и была принята на самом высоком уровне. В числе прочих вопросов рассматривалась возможность участия «Бийского котельного завода» в модернизации основных производств

венных фондов белорусской энергетической системы, а также сервисного обслуживания котлов «БиКЗ» в республике. На территории республики уже установлено и работает более 3 тысяч котлов производства ОАО «БиКЗ» различной мощности. Продукция завода на днях была названа в числе победителей алтайского регионального этапа программы «100 лучших товаров России».

В ходе визита также рассматривался вопрос поставки в Белоруссию газопоршневых мини-ТЭЦ «Барнаул-трансмаш» в качестве основных и резервных источников электрической и тепловой энергии, а также дизель-генераторов в качестве аварийных источников энергообеспечения социальных, коммунальных и производственных объектов.

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

## **СТУДЕНТЫ ВОЛОГОДСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА БУДУТ ИЗУЧАТЬ ЭНЕРГЕТИКУ**

Как сообщили в пресс службе предприятия, программа создавалась в рамках совместного проекта вуза и энергетиков по подготовке инженеров-электриков, которые будут специализироваться на организации работы рынков электроэнергии и энергооборудования.

Пятисот часовой учебный план рассчитан на студентов старших курсов, содержит технический, организационно-экономический и правовой циклы дисциплин, а также предусматривает лабораторную практику, практические расчеты и несколько вариантов тем курсовых работ.

Предполагается, что выпускник вуза будет знать вопросы управления системами электроснабжения, формирования тарифов, сертификации и лицензирования в энергетике, цифрового учета, правового регулирования отношений между продавцами и покупателями электрической энергии, уметь составлять энергобаланс жило-

го района и предприятия, платежные документы и многое другое.

Внести свои предложения в проект учебной программы, а также оказать методическую, техническую помощь вузу, принять студентов на практику - словом, вырастить себе грамотного сотрудника - могут предприятия и организации, заинтересованные в подготовке квалифицированных кадров: потребители и поставщики электрической энергии, поставщики энергооборудования, монтажные организации.

В некоммерческое партнерство в рамках данного проекта уже объединились такие предприятия как Вологодская сбытовая компания, Вологдаэнерго, Энергобаланс- Вологда, Вологодское РДУ, Вологдаоблкоммунэнерго.

*ИА «СеверИнформ»*

## **«ЕВРАЗРУДА» УВЕЛИЧИВАЕТ КОЛИЧЕСТВО ПУНКТОВ УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

ОАО «Евразруда» (предприятие «Евраз Групп») приступило к монтажу трех теплоучетных пунктов в Мундыбашском филиале ОАО, позволяющих почти в полтора раза снизить платежи за тепло и горячую воду. Всего в рамках программы повышения энергоэффективности, к началу отопительного сезона в структурных подразделениях компании будет установлено 11 автоматических узлов учета энергоресурсов (горячая и холодная вода, пар), сообщили ИА REGNUM-KNews в дирекции по связям с общественностью и СМИ компании.

В Мундыбаше пункты учета тепла появятся в обогатительном цехе, корпусе сушки концентрата и административно-бытовом комбинате. Датчики, вмонтированные в трубопроводы отопительной системы, фиксируют количество горячей воды, поступающей в сеть, ее температуру и давление. Эта информация автоматически поступает на тепловычислители, где осуществляется ее обработка и формирование отчета о потребленной тепловой

энергии. Для контроля работы систем учета, накопленная на тепловычислителях информация передается на персональный компьютер главного энергетика филиала. На основании полученных данных выполняется расчет реальной стоимости потребленных энергоресурсов.

Отметим, что два аналогичных пункта ранее были смонтированы на дробильно-обогащительной фабрике и шахте Казского рудника. Уже через месяц их работы была получена экономия, которая в шесть раз перекрыла затраты на установку теплосчетчиков. Специалисты компании считают, что внедрение приборов точного учета - только первый шаг на пути снижения энергоемкости производства, следующим должно стать внедрение современных систем управления энергоресурсами.

*KNews.RU*

## **ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Энергосберегающие технологии предлагает применять молодые предприниматели на оренбургских предприятиях жилищно-коммунального хозяйства.

Руководитель ООО «ОЭТК ВЕКТОР» Алексей Коваленко обратился в Оренбургское Региональное Отделение Общероссийской Общественной Организации «ОПОРА РОССИИ» с просьбой рассмотреть возможность содействия коллективу фирмы в разработке и применении схем финансирования внедрения энергосберегающего оборудования в промышленности и предприятиях ЖКХ Оренбургской области.

Председатель Оренбургского Регионального Отделения Общероссийской Общественной Организации «ОПОРА РОССИИ» Виктор Коршунов встретился сегодня с представителями этой компании, где были обсуждены вопросы, касающиеся реализации предложенного фирмой проекта.



«Дело в том, что многие, к кому мы обращались в Оренбурге, под эффективными мерами под энергоресурсосбереженно понимают установку приборов учета. К сожалению, эта мера не ведет к уменьшению расхода энергии на единицу продукции, а показывает непосредственно ее расход, чаще всего естественно меньший, в отличие от установленных норм», - отметил Алексей Коваленко.

По данным руководителя фирмы, «ОЭТК ВЕКТОР» участвует в программе «Сбережения энергетических ресурсов в Оренбургской области на 2005-2010 год». Кроме того, Алексей Коваленко подчеркнул достоинства предложенного им проекта: «Потребитель получит весь комплекс услуг таких, как анализ возможности применения энергосберегающего оборудования, поставка и монтаж, пуско-наладка, дальнейшее гарантийное и сервисное обслуживание. Тем самым потребитель получит как результат, прямую экономию электроэнергии на предприятии и, соответственно, срок окупаемости не более 1,5 лет».

«Такой проект, по моему мнению, достоин стартовать в «Оренбургском Областном бизнес-инкубаторе». «ОПОРА РОССИИ» будет содействовать преодолению административных барьеров, с которыми сегодня сталкиваются начинающие предприниматели», - заключил Виктор Коршунов.

*Oren-Burg.Ru*

## **В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ ТНК-ВР ВНЕДРЯЕТСЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОИР**

В компании «Нижневартовскэнергонефть», входящей в состав ТНК-ВР, начинается внедрение информационной системы управления техническим обслуживанием и ремонтом (ИСУ ТОИР). Соответствующий договор на выполнение работ заключили НПП СпецТек и компания «Микротест». Система будет создана на основе готовой отраслевой функциональности программного комплекса TRIM.

Предприятие «Нижневартовскэнергонефть» обеспечивает передачу электроэнергии от ОАО «Тюменьэнерго» до объектов нефтедобычи ОАО «Самотлорнефтегаз» и ОАО «Нижневартовское нефтегазодобывающее предприятие» корпорации ТНК-ВР. Помимо сбыта электроэнергии его деятельность включает эксплуатацию и обслуживание энергетического оборудования, в частности, выполнение планово-предупредительных, аварийно-восстановительных и капитальных ремонтов, проведение диагностик и измерений. В область ответственности компании входит бесперебойное энергоснабжение, сокращение потерь нефти из-за перерывов в энергоснабжении, оптимизация затрат на ТОИР. Для решения этих задач при территориальной распределенности и большом количестве оборудования и подразделений (21 сетевой район) потребовалось адекватное информационное обеспечение процесса эксплуатации.

В этой связи в ООО «Нижневартовскэнергонефть» началось внедрение информационной системы управления надежностью энергоснабжения (ИСУ НЭ). Генеральным исполнителем данного проекта выступает компания «Микротест». В рамках ИСУ НЭ предусмотрено создание подсистемы ИСУ ТОИР, а также подсистем «Стратегия ремонтов» и «Анализ эксплуатации и ремонтов». В ходе анализа возможных решений, а также выбора программного продукта и исполнителя для ИСУ ТОИР предпочтение было отдано НПП СпецТек и ЕАМ-системе TRIM (<http://www.trim.ru>). Решающим фактором выбора стал опыт успешного внедрения TRIM на аналогичных предприятиях – «ЮНГ-Энергонефть» (НК Роснефть) и «Энергонефть-Самара» (НК ЮКОС), а значит возможность тиражирования отработанных там функций, минимизации удельных затрат и сокращения сроков реализации проекта.

Создание ИСУ ТОИР предусматривает реализацию таких функций, как централизованное ведение нормативно-справочной информации по ТОИР,

формирование и сопровождение базы данных объектов технической эксплуатации, планирование ТОИР по данным из подсистемы «Стратегия ремонтов» с учетом важности, надежности и технического состояния оборудования, планирование ТОИР по регламенту (календарное, по наработке), согласование плана ТОИР между подразделениями, регистрация внеплановых и аварийных работ, определение и обеспечение потребности в ресурсах, распределение работ на день, формирование заданий на работы, организация, учет и анализ выполнения работ и их результатов, в том числе анализ трудозатрат и расхода ТМЦ.

Договором НПП СпецТек с генеральным заказчиком ООО «Нижневартовскэнергонефть» предусмотрена поставка лицензий TRIM для всех 73 пользователей ИСУ НЭ, часть которых будет также работать в подсистемах «Стратегия ремонтов» и «Анализ эксплуатации и ремонтов». Данные ИСУ ТОИР будут обеспечивать функционирование этих подсистем и решение таких задач, как анализ надежности оборудования и соотношения потерь нефти и затрат на ТОИР, расчет важности оборудования и разработка обоснованной стратегии ремонтов, формирование объективного бюджета ТОИР, планов модернизации оборудования с учетом оптимизации работы энергосети. Внедрение ИСУ ТОИР планируется завершить к ноябрю 2006 г.

*НПП СпецТек*

## **СОВЕТ ДИРЕКТОРОВ РАО ЕЭС ОДОБИЛ КОНТРАКТ СИСТЕМОГО ОПЕРАТОРА С SIEMENS НА 80 МЛН. ЕВРО**

Совет директоров РАО «ЕЭС России», проходивший в заочной форме, одобрил заключение контракта между ОАО «Системный оператор – ЦДУ ЕЭС» и компанией Siemens AG на поставку и установку информационно-технологической системы SCADA/EMS, говорится в протоколе

заседания, размещенном на сайте энергохолдинга.

Стоимость контракта составляет 79,45 млн. евро, срок действия - 4,5 года с момента вступления в силу, включая 2-летний гарантийный период.

Для финансирования этого контракта «Системный оператор» привлек кредит Европейского банка реконструкции и развития на сумму 80 млн. евро под залог своей выручки от предоставления диспетчерских услуг ГРЭС, входящим в ОГК-1, -5 и -6. Кредит, четверть которого ЕБРР синдицирует в коммерческих банках, выдается на срок до 10 лет под 5% годовых плюс шестимесячный EURIBOR.

Система контроля и сбора данных и управления энергией SCADA/EMS позволит «Системному оператору» оптимизировать загрузку линий электропередачи и электростанций.

ОАО «Системный оператор» было создано в 2002 году, является 100%-ной «дочкой» РАО «ЕЭС». В рамках реформы электроэнергетики РАО передало ему диспетчерское управление единой энергосистемой РФ.

*Интерфакс*

## **НОВОХЕБОКСАРСКИЙ «ВОДОКАНАЛ» ЗАПУСТИЛ УНИКАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ**

Во втором по величине городе Чувашии – Новочебоксарске состоялась презентация уникального проекта: на объектах МУП «Водоканал» внедрена автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) водоснабжением.

Новый проект, пока единственный в России, презентовали в рамках празднования Дня Республики, который Чувашия будет отмечать 24 июня. По традиции, к национальному празднику Чувашия делится своими достижениями.

Как рассказал директор МУП «Водоканал» Юрий Андреев, автоматизированная система позволит контролировать весь цикл технологического производства воды хозяйственно-

питьевого и технического назначения, доставки ее потребителю и отвода сточных вод.

В задачи АСОДУ входит круглосуточный мониторинг, предупреждение аварийных ситуаций, снижение затрат на эксплуатацию, ремонт и техобслуживание оборудования, обеспечение других современных требований. Общая стоимость проекта составляет 10 млн.рублей, экономический эффект от его внедрения – свыше 3 млн. рублей ежегодно.

Социальный эффект от внедрения АСОДУ предполагает повышение качества и надежности коммунальных услуг, обеспечение жителей города питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве. Глава города добавил, что в 2004 году этот проект был включен в программу «Реформирование и модернизация ЖКХ», созданную на основании указа президента Чувашии о дополнительных мерах по обеспечению жителей Чувашии качественной питьевой водой.

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

## **МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ПАНАЦЕЯ ИЛИ АЛЬТЕРНАТИВА?**

В Москве завершил свою работу форум, посвященный проблемам развития малой энергетики, организованный объединением предпринимателей «Деловая Россия». Тема актуальна. В последнее время проблема энергодефицита обсуждается уже не только специалистами-энергетиками, но и на самом высоком уровне – президентом и Правительством. Рациональное использование возможностей малой энергетики может стать одним из вариантов решения проблемы

«В условиях существенного износа большой энергетики у страны нет другой альтернативы, как строительство малых ТЭЦ», - весомо заявил глава Союза нефтегазопромышленников Геннадий Шмаль.

Между тем у специалистов, имеющих опыт работ как по реализации крупных энергопроектов, так и в ма-

лой энергетике, это мнение не столь категорично. «Не стоит вообще спорить и противопоставлять одно другому. Необходимо исходить из экономической целесообразности. Для удаленного коттеджного поселка экономичнее мини-котельная или даже квартирный обогрев. Для города самая эффективная «печка» - ТЭЦ», - заявил глава компании «Технопромэкспорт», член Генерального совета «Деловой России» Сергей Моложавый. Другими словами, вряд ли можно увидеть в малой энергетике панацею от всех бед.

По оценке экспертов, главным недостатком объектов малой энергетики является более низкая по сравнению с крупными ТЭЦ энергетическая эффективность и более высокая удельная стоимость строительства как следствие малой единичной мощности оборудования. По оценке экспертов, в России сегодня 1 кВт установленной мощности крупной тепловой станции в среднем обходится в 1200 долларов. Тогда как современные электростанции малой мощности (менее 20 МВт) обойдутся примерно в 1600 долларов за 1 кВт установленной мощности.

Но это «средняя температура по палате», и иногда там, где строительство больших энергообъектов невозможно или неэффективно, малая энергетика может стать единственным возможным выходом. Например, речь может идти о муниципальных образованиях.

Как рассказал Сергей Моложавый, сейчас «Технопромэкспорт» приступает к реализации проекта в подмосковном Звенигороде по строительству малой ТЭЦ, который реализуется совместно с администрацией города.

Необходимость в строительстве такой станции возникла в связи с планируемой застройкой двух новых микрорайонов города и, соответственно, в перспективе значительным увеличением электро-и теплотребления региона.

Установленная электрическая мощность ТЭЦ-18 МВт, тепловая - 36

Гкал/ч. Если сравнивать с объектами большой энергетики, то это немного - «Мосэнерго», к примеру, сейчас приступило к строительству новых блоков мощностью 450 МВт. Но проблемы энергоснабжения новых микрорайонов Звенигорода эта ТЭЦ вполне в состоянии решить.

Кроме того, имеющиеся сейчас в городском хозяйстве энергообъекты (электрические сети, котельные) практически исчерпали свой ресурс. Сооружаемая «Техно-промэкспортом» мини-ТЭЦ предназначена в том числе и для частичного их замещения.

Отсутствие первоначальных инвестиций - общая проблема что большой, что малой энергетики. Используемая в Звенигородском проекте лизинговая схема значительно облегчает проблемы его финансирования, считает Моложавый. Лизинг оборудования для станции снижает затраты по сравнению с простым кредитованием подобного проекта, по расчетам специалистов «Техно-промэкспорта», почти на 10 процентов.

Для потребителя в итоге все равно, за счет какой энергетики - малой или большой - он получает тепло и электричество, лишь бы это кардинально не сказывалось на тарифе. А уж дело специалистов - обеспечить их «мирное существование».

*Российская газета*

## **КОМПАНИЯ «РУССКИЙ АЛЮМИНИЙ» НАМЕРЕНА СТАТЬ КРУПНЕЙШЕЙ ЭНЕРГО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ КОМПАНИЕЙ**

Для достижения поставленных целей РУСАЛ вводит новые производственные мощности, которые сопровождаются одновременным вводом энергетических мощностей.

Как отметил на брифинге в Санкт-Петербурге директор по стратегии компании РУСАЛ Павел Ульянов, «хорошим примером данной работы является новый проект «Богучанское энерго-металлургическое объедине-

ние» (БЭМО), который реализуется на территории Красноярского края совместно с компанией ГидроОГК. Компания также ведет работу в Новокузнецке по созданию газовой электростанции, разрабатывается проект строительства ГЭС в Таджикистане».

Вводя новые производственные мощности, РУСАЛ большое внимание уделяет и экологической составляющей. «Здесь необходимо считать общие выбросы и по производству электроэнергии и по производству алюминия. РУСАЛ в этом отношении уникальная компания - 80% производства алюминия осуществляется с использованием гидроресурсов, и, создавая новые производства, основная ставка также делается на гидроресурсы», - отметил Павел Ульянов.

*ИИА Красноярск*

## **ЧУБАЙС: ДОЛЯ ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДОЛЖНА СНИЖАТЬСЯ**

Доля газа в производстве электроэнергии должна снижаться, об этом заявил председатель правления РАО «ЕЭС России» Анатолий Чубайс. Как передает Lawtek, по его словам, программа увеличения мощностей к 2010 г. до 21,8 ГВт «ровно это и предусматривает». Он отметил, что объем потребления газа для производства электроэнергии будет расти в абсолютном выражении и увеличится на 23 млрд куб м. Однако доля потребления угля и другого топлива в структуре производства электроэнергии будет расти. Она увеличится на 25-26 млн тонн. А.Чубайс также сообщил, что в июне РАО «ЕЭС» было вынуждено ограничить потребление газа и перейти на более дорогое топливо - мазут. «Это прямой лобовой ущерб, который регулярно нам отказываются учитывать», - сказал А.Чубайс. Он затруднился оценить размер этого ущерба. В то же время глава РАО «ЕЭС России» высказался за более масштабное повышение цен на газ, отметив, что рост тарифов на 15 проц

в 2007 г - это минимальная планка и, по его мнению, необходимо проводить более решительное повышение тарифов на газ. «Абсолютно очевидно, что нужно делать это», - сказал А.Чубайс. Это необходимо, по его мнению, для перехода к либерализации рынка газа.

*ИА RusEnergy*

## **ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ» ОГАУ БУДУТ ВНЕДРены В ПРОИЗВОДСТВО ОАО «ОРЕЛЭНЕРГО»**

В этом году на кафедре «Электроснабжение» Орловского государственного аграрного университета состоялся четвертый выпуск инженеро-электриков.

Как сообщили корреспонденту REGIONS.RU в пресс-службе энергокомпании, выпускающая кафедра продолжила традицию выездных защит на предприятиях энергосистемы. В этот раз защита состоялась на Ливенской ТЭЦ. Впервые она проходила на открытом воздухе, рядом с корпусом, где установлены генераторы.

Сотрудничество ОГАУ и ОАО «Орелэнерго» в сфере подготовки специалистов-энергетиков достаточно плодотворное. Именно «Орелэнерго» стояло у истоков открытия специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» в аграрном университете и участвовало в создании лабораторной базы. Ведущие специалисты ОАО «Орелэнерго» занимаются теоретической и практической подготовкой студентов, курируют дипломные проекты.

Аттестацию студентов проводили кандидаты технических наук под председательством академика РАСХН, доктора технических наук, профессора МГАУ им. Горячкина Ивана Бородина. По его мнению, все представленные дипломные работы выполнены на высоком уровне. Средний балл защиты составил 4,3. Результаты защиты говорят сами за се-



бя: 17 дипломников получили оценку «отлично», 15 - «хорошо».

Наиболее актуальные темы дипломных работ были посвящены автоматизации производственных процессов в агропромышленном комплексе, электрификации сельских объектов социальной сферы, реконструкции подстанций и использованию альтернативных источников электропитания.

Примерно 30% дипломных проектов было рекомендовано к внедрению на производстве и в учебном процессе. Многие исследования выполнялись по заявкам предприятий.

37 студентов очного отделения 23 июня получают дипломы и станут энергетиками. 8 из них закончили институт с красными дипломами. 9 молодых специалистов смогут продолжить обучение в аспирантуре.

*Regions.ru*

## **УРАЛЬСКИЙ ТУРБИННЫЙ ЗАВОД РАЗВИВАЕТ СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СВОЕЙ ПРОДУКЦИИ В ЕВРОПЕ**

Контракт на поставку запасных частей для паровой турбины Т-100/120-130-3, установленной на хорватской ТЭЦ «Загреб», заключила сервисная служба ЗАО «Уральский турбинный завод» с хорватской компанией «Interdex», - сообщили АПИ в пресс-службе уральского предприятия.

Специалисты хорватской компании являются подрядчиками в процессе модернизации этой турбины. Аналитики оценивают контракт в четыре миллиона рублей.

Как отмечает генеральный директор ЗАО «Сервисная служба УТЗ» Сергей Васенин, с учетом потребностей современного рынка энергетического оборудования развитие сервисного обслуживания становится сегодня одним из основных направлений деятельности УТЗ.

Стоит отметить, что это уже второй договор с компанией «Interdex» -

предыдущий был выполнен в 2005 году. Сегодня ведутся переговоры о поставке запчастей для Гянджинской ТЭЦ (Азербайджан), предприятия «Киевэнерго» (Украина), Ферганской ТЭЦ (Узбекистан) и ТЭЦ «Цзилинь» (Китай). Планируется, что в 2006 году объем продаж сервисной службы УТЗ должен достигнуть 140 миллионов рублей.

*ИА «АПИ» Екатеринбург*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СТАВРОПОЛЬЕ ПЛАНИРУЕТСЯ ЗАПУСТИТЬ В НОЯБРЕ 2006 Г**

Ввод в промышленную эксплуатацию Автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) в Ставропольском крае намечено осуществить до 30 ноября 2006 года. Об этом корреспонденту ИА REGNUM сообщила пресс-секретарь ОАО «Ставропольская электрическая генерирующая компания» Карина Такмакова. По ее словам, на работы по строительству системы планируется освоить 65 млн. рублей.

Подрядчиком по выполнению строительства автоматизированной системы выступило ЗАО «Евразия Телеком Ру», г. Москва. «Наличие АИИС КУЭ является необходимым условием для работы компании на оптовом рынке электроэнергии и мощности, - сказала представитель компании. - На основании решения Правления РАО «ЕЭС России» от 17 апреля 2006 года с 1 января 2007 года наличие АИИС КУЭ является обязательным условием для работы генерирующей компании на ОРЭМ».

В настоящее время, при отсутствии автоматизированной системы, сбор информации по коммерческому учету электроэнергии требует больших трудозатрат. Необходимо объехать все станции, а это 235 км пути, снять показания с интервальных

счетчиков, обработать данные, составить акты оборота генерации и saldo-перетоков по каждой из девяти групп точек поставки, согласовать со смежными субъектами и отправить в НП «АТС».

В связи с этим строительство системы идет ускоренными темпами. В апреле текущего года был проведен монтаж оборудования АИИС КУЭ и системы передачи данных на всех гидроэлектростанциях ОАО «СЭГК» и на главном щите управления. Счетчики электрической энергии СЭТ-4ТМ.03 класса точности - 0,2 S, производства ГУП «Нижегородский завод им. Фрунзе», установлены в точках учета электроэнергии: на генераторах, на трансформаторах собственных нужд и на границах балансовой принадлежности с субъектами оптового рынка электроэнергии и мощности.

«Для работы с автоматизированной системой коммерческого учета электроэнергии нам необходимо будет в июле этого года обучить дежурный персонал станций, главного щита управления, а также сотрудников, которые в последующем будут эксплуатировать оборудование и проводить техническое обслуживание», - сообщил исполнительный директор ОАО «Ставропольская электрическая генерирующая компания» Виктор Мачеев.

Справка: ОАО «Ставропольская электрическая генерирующая компания» - дочерняя компания ОАО РАО «ЕЭС России» (55 % акций); функции единоличного исполнительного органа осуществляет ОАО «УК ГидроОГК». В соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации ~ 1254-о от 1 сентября 2003 г. принадлежащий ОАО РАО «ЕЭС России» пакет акций ОАО «СЭГК» должен быть внесен в уставный капитал Федеральной гидрогенерирующей компании (ОАО «ГидроОГК») до конца 2006 года.

*ИА REGNUM*

**И. Богуславский,  
д.т.н., проф.,  
ОАО «ЛЭЗ»**

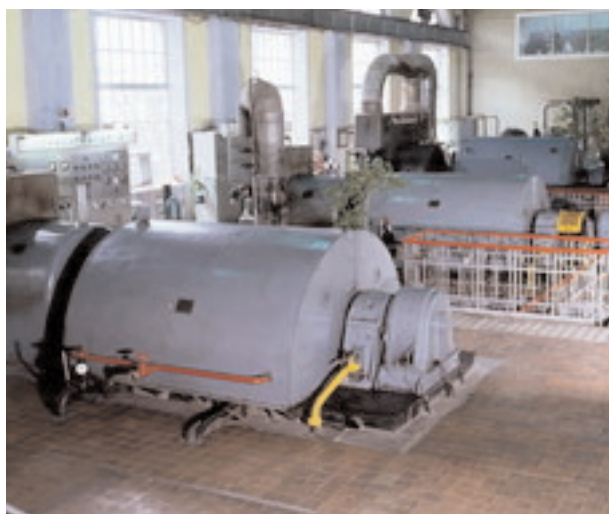
## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Номенклатура электрических машин, предлагаемых к поставке на энергетические объекты может быть условно разделена на четыре основных направления:

- ◆ турбогенераторы;
- ◆ асинхронные электродвигатели различных серий и единичного изготовления от 200 кВт до 6000 кВт (А, АК, ДА-ЗО, АКН, АКС, АОД, АО);
- ◆ синхронные двигатели и генераторы различных серий и единичного изготовления (СДН, СДНЗ, СДМЗ, СГД СМ, СМВ, СГВ). Здесь необходимо выделить синхронные гидрогенераторы малых ГЭС как часть общей номенклатуры синхронных электрических машин.

В течение многих лет ОАО «ЛЭЗ» обеспечивает и выполняет все жесткие требования и является одним из основных поставщиков оборудования для атомных станций сегодня надежная электрическая машина — это не только машина с большими запасами, а машина, тщательно рассчитанная в соответствии с современными, международно-признанными пакетами электромагнитных, вентиляционных, тепловых и механических расчетов. При этом уровень материалоемкости и уровень использования такой машины должны определять требования заказчика, выполнение которых должно быть полностью обеспечено.

С 1994 года развернуты работы по созданию асинхронного привода для железнодорожного подвижного со-



става. В настоящее время опытный сцеп электропоезда ЭД-2ТА с двигателем ДТА-380-6 и преобразователем изготовления ОАО «ЛЭЗ» наездил 40 000 км и проходил испытания на кольце в Щербинке. Заводом также поставлены для высокоскоростного электропоезда «Сокол» тяговые электродвигатели с жидкостным охлаждением, обеспечивающие необходимую мощность 570 кВт при оптимальных габаритах.

В Японии прошла обкатка электродвигателя ДТА-400-6 (совместно с преобразователем «Хитачи») для Демиховской электрочки. В настоящее время эти электрические машины эксплуатируются в составе привода электропоезда на опытном кольце в МПС РФ.

Все современные конструктивные решения, прошедшие опробование в ходе испытаний и опытной эксплуатации используются при разработке электродвигателей общепромышленного изготовления.

## **АСИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ СЕРИИ АОД**

Асинхронные одно- и двухскоростные электродвигатели серии АОД выпускаются с 1990 года и поставляются взамен широко применяемых на тепловых электростанциях электродвигателей ДАЗО и ДАЗО2 завода «Армэлектромаш». Необходимо отметить, что на «Армэлектромаше» электродвигатели ДАЗО и ДАЗО2 осваивались по чертежам завода-изготовителя, однако, затем решением Минэлектротехпрома эти двигатели были переданы в Ереван. На предприятии до настоящего времени работают специалисты, помогавшие осваивать в Армении эти двигатели, в частности, переходить с вентиляторов наездников на вентилятор наружного цикла вентиляции, установленный на валу.

Известные недостатки двигателей ДАЗО и ДАЗО2, изготовления «Армэлектромаш», послужили причиной их многочисленных выходов из строя и освоения новых современных двигателей АОД, имеющих передовые конструктивные решения, существенные запасы по надежности и долговечности в работе. Специальная конструкция фундаментных плит и балок позволяет использовать эти двигатели как для замены ДАЗО, ДАЗО2 без переделки фундамента, так и для целей новой установки. Конструкцию двигателей АОД отличает:

- ◆ сварная короткозамкнутая медная клетка из медных стержней глубокопазного сечения с установкой бандажных колец из легированной стали. Такая конструкция к.з. клетки ротора впервые применена на предприятии, а способ сварки этой клетки разрабатывался совместное киевским институтом Патона;
- ◆ применены щитовые подшипники скольжения, которые повышают долговечность машин и снижают трудозатраты при обслуживании и ремонтах;
- ◆ большие, чем в ДАЗО и ДАЗО2 толщины обшивки и станины при меньшей массе самого двигателя, что также существенно повышает прочность станины, снижает уровень шума и вибрации при работе двигателей АОД;
- ◆ изоляция обмотки статора односкоростных двигателей АОД до 1250 кВт и двухскоростных до 400 кВт выполнена класса Т» с использованием по классу «В» по технологии «Монолит-2», остальных — терморезистивная с использованием ленты ЛИПЭФ-Тпл.

Двигатели АОД имеют современное, проверенное на практике конструктивное исполнение, по сравнению с заменяемыми двигателями ДАЗО и ДАЗО2.

## **АСИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ АО И АО2**

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором АО и АО2 предназначены для привода вентиляторов и дымососов. Это серия крупных уникальных двигателей мощностью от 2 до 6 МВт, напряжением 6 кВ, выпускается на различное число оборотов от 375 до 500 об./минидвухскоростные. Ранее подобные двигатели выпускались с двойной пусковой (леткой ротора). В частности, такую конструкцию имел ротор электродвигателя АО2-20-83-12,5000 кВт, 6 кВ, 500 об./мин. После проведения многочисленных научных работ, расчетов и экспериментов было принято решение по изменению конструкции роторов на глубокопазное с прямоугольным медным стержнем и кольцом в сварном исполнении. Такая конструкция обеспечивает сохранение оптимальных пусковых режимов двигателей с повышением его надежности и долговечности. Стержни ротора в месте выхода из газа имеют специальное исполнение для компенсации мощных тепломеханических нагрузок. Такие модернизированные двигатели отработали в течение 5 лет на Пермской ГРЭС, Сургутской ГРЭС и ряде других объектов.

Накопленный опыт поставок крупных двигателей по типу АО для тягодутьевых механизмов позволил в 1994-96 годах поставить крупные партии таких двигателей для тепловых электростанций Китая и до настоящего времени замечаний по их работе нет. Двигатели серии АО необходимы для резерва, замены и нового строительства.

## **ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ АСИНХРОННЫЕ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ СЕРИИ А4, ДА-304**

Двигатели предназначены для привода насосов, мельниц, дробилок, вентиляторов. Мощность двигателей этой серии от 200 до 1000 кВт, 6 кВ, от 500 до 1500 об./мин. Двигатели типа А4, ДАЗО4 выпускаются взамен поставляемых ОАО «ЛЭЗ» в 60—70-х годах двигателей серии А, ДАЗО 12 и 13 габаритов. Поэтому для целей замены и ремонта поставляются как старые двигатели А, ДАЗО 12 и 13 габаритов, так и новые двигатели А4, ДА-304 с переходной фундаментной плитой или балками для сохранения габаритно-присоединительных размеров.

ОАО «ЛЭЗ» является первым предприятием, освоившим двигатели единой унифицированной серии А4, ДАЗО4 с короткозамкнутым ротором и входящих в эту серию двигателей АК4 с фазным ротором. Основными конструктивными особенностями этой серии являются:

- ◆ усиленная сварная алюминиевая клетка;
- ◆ усиленная обшивка;
- ◆ качественная изоляция типа «Моно-лит-2» класса «F» с температурным использованием по классу «В».

Двигатели серии А4, ДАЗО4 в течение многих лет не имеют никаких замечаний от персонала тепловых электростанций и других промышленных объектов. Для ремонтных целей разработана система высоковольтной изоляции, по-

звоящая выполнить перемотку таких двигателей без снижения мощности.

В настоящее время по надежности и цене двигатели серии А4, ДАЗО4 превосходят их аналоги.

В номенклатуре предприятия также наличествуют двигатели ДАЗО мощностью 315-2000 кВт, 6 кВ, 500-1500 об./мин, которые по своим параметрам и назначению занимают промежуточное положение между серией А4, ДАЗО4 и серией АОД. Эти двигатели имеют значительный запас по максимально допустимым маховым моментам механизма. Они рекомендовали себя на местах эксплуатации как надежные и долговечные. Повышенные запасы по прочности пусковой клетки и изоляции статора дают возможность их установки для привода мощных тягодутьевых механизмов, в том числе, взамен двигателей ДАЗО и ДАЗО2, изготовленных АО «Армэлектромаш». Ведется разработка документации и принимаются заказы на замену двигателей ДАЗО-560.

## **АСИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ СЕРИЙ АК4, АОК, АКН**

Асинхронные электродвигатели с фазным ротором серий АК4, АОК предназначены для привода механизмов с тяжелыми условиями пуска — транспортеры, дробилки, мельницы, а также механизмов, требующих регулирования частоты вращения. Электродвигатели серии АКН2 предназначены для шахтно-подъемных механизмов. Осуществляется комплектная поставка электродвигателей с фазным ротором с пусковой и пускорегулирующей аппаратурой:

- ◆ пусковая аппаратура типа УПРФ;
- ◆ пускорегулирующая аппаратура по типу тиристорного коммутатора ТТРЕ и ТТРП с широкими возможностями регулирования;
- ◆ пускорегулирующая аппаратура по типу ТПРС.

Заканчивая обзор асинхронных двигателей, необходимо упомянуть двигатели АЗД-13-52-12 специального исполнения на щитовых подшипниках скольжения для привода дробилок и 4АОВ-400У-4УЗ вертикального исполнения для привода насосов.

Таков далеко не полный перечень основных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым и фазным ротором, входящих в номенклатуру.

Номенклатура асинхронных двигателей охватывает, фактически, все области возможного применения, постоянно расширяется и обеспечивает надежный и долговечный привод различных механизмов.

## **СИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ТИПОВ СДС, СДСЗ, СДМЗ, СДК, СДКП, СДН, СДНЗ**

Выпускаемые заводом в течение десятков лет синхронные электродвигатели предназначены для привода мощных насосов, компрессоров, цементных и рудо-размольных мельниц, прокатных станков и в составе преобразовательных агрегатов. Такие двигатели поставляются комплектно с тиристорной системой возбуждения.

Серия электродвигателей СДМ32 насчитывает 11 типов исполнений для различных вариантов комплектации мель-

ниц горно-обогатительных комбинатов. Также двигатели поставлялись на все ГОКи России и СНГ, они работают также во многих странах за пределами СНГ — в Монголии, Вьетнаме, Индии.

Двигатели имеют вторичную аксиально-радиальную систему вентиляции или согласно-встречную систему.

Данные двигатели имеют мощные магнитные колеса, по которым не было замечаний. Крепление полюсов — на хвостовиках и на шпильках, в зависимости от типопредставителя.

Методики расчетов таких двигателей, с учетом всех особенностей эксплуатации, также являются уникальными материалами, полученными на предприятии за длительное время изучения вопросов надежности и долговечности таких машин в эксплуатации.

Линейка таких машин на ГОКах обычно занимает все пространство производственных площадей, и поставки таких двигателей продолжают и в настоящее время.

Все сказанное относится и к двигателям серий СДС, СДНЗ, СМ.

Заводом поставляются двигатели для металлургии, в основном, для привода валков, прокатного стана, а также, в составе преобразовательных агрегатов (АКСЗ-17-83-6 для Йемена).

Выборочная референция разных лет — это поставки в различные регионы России и СНГ (табл. 1).

Все двигатели соответствуют ранее действующим типовым техническим условиям на проектирование и изготовление крупных электрических машин для прокатных станков ДАА.515.002, т.е. имеют запасы по мощности, низкие нагревы активных частей, сдвиг статора, усиленные подшипники (металлургические) с комбинированной смазкой и способные работать только на кольцевой смазке. При необходимости один из подшипников может воспринять осевые усилия от валков.

Конструкция ротора усилена для восприятия динамических усилий прокатного стана.

Крепление обмотки статора в пазах и лобовых частях также усилена за счет применения волнистых прокладок, увеличения количества вязок, кронштейнов. Замечания оперативно отслеживались и устранялись. В настоящее время все они учтены в конструкторской документации (выполнение прокладок и клиньев из пазов; ослабление крепления полюсов; ослабление посадки катушек полюсов на сердечники; ослабление вязок статора).

## **СИНХРОННЫЕ ГИДРОГЕНЕРАТОРЫ**

Накопленный за многие годы опыт изготовления синхронных электрических машин позволил освоить выпуск синхронных горизонтальных и вертикальных гидрогенераторов для обеспечения комплектации малых ГЭС. Такие поставки предприятием осуществляются с начала 90-х годов совместно с рядом заинтересованных организаций.

Синхронные гидрогенераторы мощностью до 4 МВт работают на каскаде Кубанских ГЭС, в системе Каббалкэнер-

го и других объектах Кавказского региона России. На очереди — поставки в Башкирию и южный Казахстан, Узбекистан.

При изготовлении гидрогенераторов применяются проверенные конструктивные решения по прочности корпусов станин, современные обмоточные провода и изоляционные материалы, а в случае вертикального исполнения — современные материалы при изготовлении подпятников. При этом, в конструкции таких машин

предусматривается все для выполнения основных требований эксплуатации: длительность и безотказность работы, простота обслуживания, сжатые габариты для обеспечения минимальных затрат в строительстве зданий ГЭС, комплектная поставка систем возбуждения, наличие всех необходимых систем контроля, обеспечение работы как на единичную нагрузку, так и работу параллельно с сетью.

## РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПРИВОД

Регулируемый привод вентиляторов, дымососов, насосов, мельниц является широко внедряемым в настоящее время в передовых промышленных странах способом привода механизмов. Он позволяет осуществлять работу в оптимальных экономических режимах. Например, на тепловых электростанциях, обеспечивается экономичный режим работы по расходу воды и электроэнергии собственных нужд в зависимости от нагрузки энергоблоков. При этом необходимо выделить четыре основные направления по созданию такого привода:

- ◆ Частотно-регулируемый привод в составе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором с напря-

жением на статоре до 1000 В, т.е. низковольтный и преобразователь частоты. Выполнены проработки и осуществляются в оптимальные сроки поставки асинхронных электродвигателей по типу ДА-30 на напряжение 660 и 890 В. В части

комплектации преобразователями частоты завод ориентируется на российских поставщиков на элементной базе от лучших мировых изготовителей.

- ◆ Второе направление — высоковольтный привод в составе асинхронного электродвигателя напряжением, как правило, до 6 кВ и преобразователя частоты. Этот вид привода является более дорогостоящим, по сравнению с низковольтным, однако, в ряде случаев, например, для мощных приводов, его применение экономически оправдано.

- ◆ Регулируемый привод в составе асинхронного электродвигателя с фазным ротором и пускорегулирующей аппаратуры. В настоящее время осуществляется комплектация пускорегулирующей аппаратурой на современной элементной базе по принципу тиристорного коммутатора ТТРЕ, ТТРП и аппаратуры по типу ТПРСЗ.

## РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПРИВОД НА БАЗЕ синхронного двигателя и преобразователя

Двигатель 2500 кВт поставлен для Норильского ГОКа в модификации для регулируемого привода.

Специалисты завода считают, что при решении вопросов комплектации вспомогательным оборудованием вновь вводимых энергоблоков необходим технико-экономический анализ применения регулируемого привода.

Таблица 1

Год поставки	Тип электродвигателя	К-вошт.	Где установлен
1959	СДП-2500-100 (2500 кВт, 6 кВ, 100 об/мин)	1	Прокатный стан 750 Кулебакский завод (Кировская обл.)
1965	СДНЗ-18-61-20 (3200 кВт, 6 кВ, 300 об/мин)	1	Кузнецкий металлургический комбинат
1970	СДСЗ-19-54-24В1 (4000 кВт, 6 кВ, 250 об/мин)	1	Трубный стан 140 АО «Ижорские заводы»
1972	АКСЗ-2500-107 (2500 кВт, 6 кВ, 107 об/мин)	1	Стан 620 Краматорский металлургический завод
1972	АКСЗ-17-51-16 (2000 кВт, 3 кВ, 375 об/мин)	1	Листопрокатный стан. Алапаевский металлургический к-т (Свердл. обл.)
1972	СДНЗ-18-39-24 (1600 кВт, 6 кВ, 250 об/мин)	1	Енакиевский металлургический завод (Донецкая обл.)
1973	СДНЗ-18-39-20 (2000 кВт, 6 кВ, 300 об/мин)	1	Трубный стан 250 «Электростальтяжмашзавод», (Московская обл.)
1977-1980	СДНЗ2-20-56-16У4 (4000 кВт, 10 кВ, 375 об/мин)	3	Стан 2350 Магнитогорский металлургический комбинат
1982	СДНЗ2-20-56-20 (2500 кВт, 10,5 кВ, 300 об/мин)	1	Стан 500 дуо Магнитогорский металлургический комбинат
1986	СДСЗ2-19-49-24УХЛ4 (1250 кВт, 3кВ, 250 об/мин)	3	Стан 1000 Магнитогорский металлургический комбинат
1989	АКСЗ-17-51-16 (2000 кВт, 3 кВ, 375 об/мин)	1	Ашинский металлургический завод (Челябинская обл.)
1992	СДСЗ-3150-6-300УХЛ4 J3150 кВт, 6 кВ, 300 об/мин)	4	Стан НСЗ 630/350 Макеевский металлургический комбинат
	АСЗ-3150-10-375 (3150 кВт, 10 кВ, 375 об/мин)	6	Индия
	АЗ-3000-1000 (3000 кВт, 6 кВ, 1000 об/мин)	1	Оскольский металлургический комбинат





## ОБЗОР РЫНКА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

В настоящее время на рынке вентиляции широко представлены все ведущие мировые производители вентиляционного оборудования, причем каждый из них специализируется на производстве оборудования в определенном сегменте.

Весь рынок вентиляционного оборудования можно условно разделить по следующим областям применения:

- Бытового и полупромышленного назначения.
- Промышленного назначения.
- Вентиляционное оборудование специального назначения.

К бытовому и полупромышленному сегменту можно отнести системы вентиляции для квартир, коттеджей, небольших офисов, кафе, ресторанов, то есть помещений с общей площадью до 600 кв. м и требуемым воздухообменом не более 6000 куб. м в час. К промышленной вентиляции можно отнести оборудование для объектов, требуемый воздухообмен в которых превышает 4000 куб. м в час или, в перерасчете на площадь, от 400 кв. м и выше.

Пересечение первого и второго сегментов обусловлено тем, что на объектах с воздухообменом от 4000 до 6000 куб. м в час возможно использование оборудования как первой, так и второй группы. Системы вентиляции специального назначения применяются на объектах с особыми требованиями, например, «вентиляция чистых помеще-



ний» (фармацевтическое производство, операционные отделения и т. п.), системы аварийной вентиляции, системы дымоудаления и другие.

### **ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БЫТОВОГО И ПОЛУПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В данном сегменте рынка доминирует оборудование трех европейских вентиляционных компаний: Ostberg (Швеция), Systemair / Kanalfakt (Швеция) и Remak (Чехия). Эти торговые марки представлены в Москве уже давно, и их оборудование успешно зарекомендовало себя как хоро-

шая элементная база для построения недорогих и надежных наборных систем приточно-вытяжной вентиляции. Термин «наборная система» означает, что вентиляционная система собирается из отдельных комплектующих - вентилятора, фильтра, калорифера, автоматики.

В последние несколько лет в Москве появились новые вентиляционные фирмы-производители: Wolter (Германия), Korf (Германия-Россия), Ventrex (Восточная Европа), Арктос (Россия), Бризарт (Россия) и другие. Под этими брендами выпускается достаточно надежное вентиляционное оборудование со схожими техническими характеристиками, поэтому выбор конкретного производителя определяется ценой и субъективными предпочтениями заказчика.

## МОНОБЛОЧНЫЕ ПРИТОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Особое место в данном сегменте занимают моноблочные приточные установки. Они представляют собой готовую вентиляционную систему, все компоненты которой собраны в едином шумоизолированном корпусе. До недавнего времени этот класс вентиляционных установок был дороже аналогичных наборных систем в полтора-два раза.

Однако в последнее время несколько производителей выпустили компактные моноблочные системы, стоимость которых очень близка к стоимости наборных систем. Моноблочные системы приточной вентиляции обладают целым рядом преимуществ.

Поскольку все компоненты расположены в шумоизолированном корпусе, работа вентиляции почти не сопровождается шумом. Благодаря этому некоторые моноблочные системы можно размещать в жилых помещениях, в то время как наборные системы, как правило, требуется устанавливать в подсобных помещениях или в специально обустроенных вентиляционных камерах.

Функциональная законченность и сбалансированность. Все элементы приточной системы подбираются, тестируются и отлаживаются для совместной работы на этапе производства, поэтому моноблочные системы обладают максимально возможной эффективностью.

Небольшие габариты. Например, моноблочные приточные установки производительностью до 500 куб. м в час выполняются в прямоугольном корпусе высотой всего 22 см.

Таблица 1

Торговая марка	Серия	Страна производитель	Диапазон производительности, куб. м в час	Ценовой диапазон	Особенность
Ostberg	SAU	Швеция	От 185 до 785 куб. м в час	высокий	Электрический нагрев, габариты 225*319*760 мм
Systemair / Pyrox	TLP	Швеция	От 125 до 1200 куб. м в час	высокий	Электрический нагрев, габариты 489*489*1004 мм
	TA-Mini		От 150 до 600 куб. м в час	высокий	Электрический нагрев, габариты 320*320*1040 мм
	F16 / F30 / K25 / CG23		От 1000 до 5000 куб. м в час	высокий	Водяной нагрев, габариты от 358*670*1270 мм
Wolter	ZGK 140-20 / ZGK160-40	Германия	От 800 до 3700 куб. м в час	высокий	Водяной или электрический обогрев, габариты от 335*410*600 мм
Ventrex	TLPV	Восточная Европа	От 125 до 1200 куб. м в час	средний	Аналог серии TLP (Systemair)
Арктос	Компакт	Россия	От 1000 до 2000 куб. м в час	средний	Водяной или электрический обогрев, габариты от 335*410*800 мм
Бризарт	350 / 500 / 1000 / 2500 / 3500	Россия	От 350 до 3500 куб. м в час	средний	Водяной или электрический обогрев, встроенная автоматика, габариты от 220*397*920 мм

Таблица 2

Торговая марка	Серия	Страна-производитель	Диапазон производительности, куб. м в час	Ценовой диапазон	Особенность
Ostberg	HERU	Швеция	От 225 до 750 куб. м в час	высокий	Приточно-вытяжная установка с роторным рекуператором
Systemair / Pyrox / Kanalfakt	VM / VVX	Швеция	До 700 куб. м в час	высокий	Приточно-вытяжная установка с пластинчатым рекуператором
	MAXI		До 4000 куб. м в час		
	Rotovex		До 4800 куб. м в час		Приточно-вытяжная установка с роторным рекуператором
Ventrex	RISV	Восточная Европа	До 6000 куб. м в час	средний	Приточно-вытяжная установка с пластинчатым рекуператором



**НЕМЕЦКАЯ ДЕЛЕГАЦИЯ  
ПРОИНСПЕКТИРОВАЛА  
КРУПНЕЙШЕГО РОССИЙ-  
СКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ  
ГАЗОВЫХ КОНВЕКТОРОВ**

В ходе двустороннего бизнес-форума послу ФРГ в России и немецким бизнесменам продемонстрировали продукцию, выпускаемую тюменскими предприятиями.

Целью визита немецкой делегации было установление прямых контактов между тюменскими и немецкими предприятиями, работающими в нефтегазовой сфере, строительстве, машиностроении, банковском секторе, жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве. В рамках форума немецкие бизнесмены смогли ознакомиться с потенциалом тюменской продукцией и деятельностью ряда крупных промышленных предприятий.

В первую очередь бизнесмены из Германии ознакомились с работой завода «Сибшванк» — крупного российского производителя систем отопления. Завод был создан в 1995 году по инициативе немецкой компании «Шванк» (производителя газовых инфракрасных излучателей из города Кельн) и ОАО «Запсибгазпром». В настоящее время завод производит инфракрасные излучатели мощностью от 3 до 38 кВт. По оценкам независимых экспертов, «Сибшванк» обеспечивает более 50% российского рынка. Доля «Сибшванка» на мировом рынке — 6%.

Кроме того, свои возможности немецким бизнесменам продемонстрировали ведущие предприятия «Запсибгазпрома». Так, свою продукцию представили завод «Тисма», который специализируется на выпуске изоляционных материалов из штапельного стекловолокна, «Сибгазааппарат», выпускающий полиэтиленовые трубы для сферы ЖКХ и прокладки инженерных сетей, завод по производству сварочных электродов СИБЭС.

Немецкие гости остались впечатлены презентацией продукции предприятий промышленного комплекса тюменской «дочки» Газпрома. «Вас можно поздравить с прекрасно организованным производством». — отметил посол Юрген Шмид после знакомства с заводом «Сибшванк». — Это



Простой и недорогой монтаж. Установка моноблочной системы занимает несколько часов и требует минимального количества расходных материалов.

Моноблочные системы, в отличие от комплектующих для наборных систем, являются законченными изделиями, и на них обычно устанавливается более длительный срок гарантии.

Моноблочные приточные системы представлены на рынке как зарубежными, так и российскими производителями. С потребительской точки зрения отечественные приточные установки не уступают импортным, так как они собираются из тех же комплектующих и, кроме этого, адаптируются к российским условиям (к примеру, устанавливается более мощный нагреватель, рассчитанный на низкие температуры наружного воздуха). При этом разброс цен на моноблочные установки разных производителей может достигать 50%.

Сравнительная характеристика наиболее популярных серий моноблочных систем приводится в *таблице 1*.

**ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫЕ СИСТЕМЫ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА**

Также существует целый класс вентиляционного оборудования с элементами энергосберегающих технологий. Это приточно-вытяжные системы с рекуперацией тепла. Рекуперацией называется частичная передача тепла от вытяжного воздуха к приточ-

ному с помощью специального устройства - рекуператора. Такие системы позволяют экономить до 80% энергии, затрачиваемой на обогрев в холодное время года. Однако в настоящее время установки с рекуперацией не получили широкого распространения из-за высокой стоимости и технической сложности реализации подобных схем. В таблице перечислены основные типы приточно-вытяжных систем с рекуперацией тепла, представленных на рынке.

**ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Оборудование этого класса, как правило, изготавливается и поставляется только на заказ. На московском рынке это оборудование представлено такими фирмами-производителями систем вентиляции, как Wesper (Франция), VTS Clima (Польша), Rygox (Швеция), Clivet (Италия), Lennox (США), IV-produkt (Швеция), Remak (Чехия), «Вега» (Россия), «Мовен» (Россия), «Арктос» (Россия) и другими. Оборудование для специальной и производственной вентиляции весьма специфично и возможность оптимального применения оборудования конкретного производителя на том или ином объекте рассматривается только индивидуально.

*Источник: сайт компании «РФК Климат»  
Ventilation-system.ru*

**А.И. Закиев**  
**Р.Б. Жалилов**

## К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Анализ систем электроснабжения, призванных обеспечить работу технологических объектов с непрерывным циклом, к каковым относятся и компрессорные станции (КС) магистральных газопроводов (МГ), показывают, что значительная часть вынужденных остановок газоперекачивающих агрегатов (ГПА) объясняется тем, что при проектировании и эксплуатации газотурбинных КС не учитывается специфика их систем электроснабжения /2, 6/.

Компрессорная станция является комплексной по структуре и функциональным связям системой /2/. Работа основного технологического оборудования КС МГ (центробежных нагнетателей) обеспечивается их приводом, системами маслоснабжения, вентиляции, охлаждения, газовых коммуникаций, общестанционными системами электроснабжения и контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА). Взаимодействие систем обуславливает общий уровень надежности компрессорной станции. Надежность практически всех систем КС зависит от надежности их электрооборудования и надежности электроснабжения последнего. Перерыв электроснабжения электроприводов маслонасосов уплотнения, маслонасосов смазки, циркуляционных насосов, агрегатов воздушного охлаждения (АВО) масла турбин, АВО воды может повлечь за собой расстройство сложного технологического процесса КС, а также сокращение ресурса нагнетателей.

Недопустим и перерыв в электроснабжении электрооборудования пожарных насосов, аварийной вентиляции, электроприемников устройств связи, освещения основных цехов, поскольку он связан с повышением опасности для жизни людей. Согласно /4, 5/ и в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) /1/ перечисленные электроприемники отнесены к категории I в отношении обеспечения надежности их электроснабжения. Из состава электроприемников I категории выделяется особая группа электроприемников, перерыв питания которых вызывает опасность аварийной остановки ГПА, а также те, которые обеспечивают остановку ГПА без повреждений. К особо ответственным потребителям относятся приводы маслонасосов уплотнения, циркуляционных насосов, аварийных маслонасосов смазки, вентиляторов охлаждения аварийной вентиляции, пожарных насосов, а также аварийное освещение КИПиА.

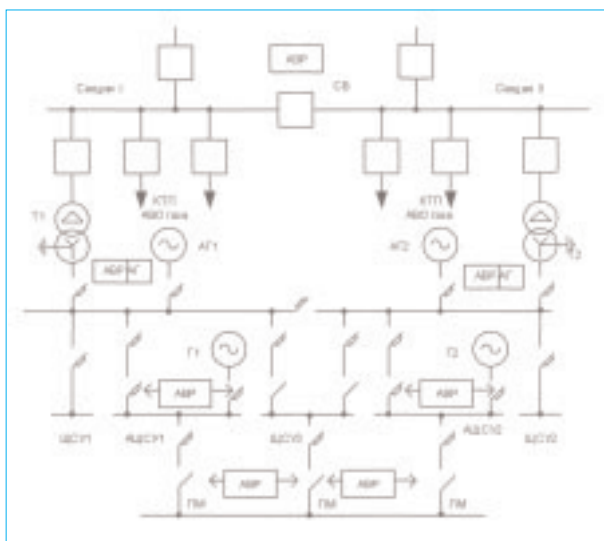
Системы электроснабжения (СЭС) компрессорных станций с газотурбинными установками разрабатываются с учетом особенностей электропотребителей, а также с учетом конкретных особенностей размещения рассматриваемых объектов и условий их эксплуатации. Рекомендации по схемным решениям электроснабжения газотурбинных КС нашли отражение в монографиях /2, 6/ и отраслевых документах /4, 5/. Специфика электроснабжения КС

связана с тем, что в качестве источников питания газотурбинных КС используются линии электропередачи от энергосистемы, электростанции собственных нужд с агрегатами, работающими на газовом или дизельном топливе, генераторы на валу ГПА.

Наиболее распространенным способом повышения надежности систем электроснабжения является структурное резервирование источника питания. Эффективность резервирования источников питания определяется рядом факторов, имеющих как детерминированный, так и случайный характер: экономическими характеристиками; техническими параметрами и способом использования источников питания; ограничениями, наложенными на резервный или аварийный источник питания; уровнем надежности основных силовых элементов СЭС, системы ее защиты и автоматики; характером обслуживания элементов и схем СЭС. При наличии двух независимых вводов от энергосистемы противоаварийная автоматика со стороны высокого напряжения значительно упрощается и состоит из устройств АВР, защиты минимального напряжения, АПВ на воздушных линиях электропередачи.

Схемы сети 0,4 кВ газотурбинных КС унифицированы – не зависят от вида источника внешнего электроснабжения /6/. Рассмотрим основные принципы их построения. К основному щиту 0,4 кВ нецелесообразно подключать большое число электроприемников, так как они снижают его надежность. К основным секциям щита 0,4 кВ следует подключать электродвигатели большой мощности (более 55 кВт). Электродвигатели малой мощности (до 10 кВт) целесообразно подключать к вторичным сборкам. Мелкие и неответственные электроприемники подключаются к третичным сборкам, обладающим наименьшей надежностью. Электродвигатели ответственных механизмов одного назначения, имеющих технологический резерв, необходимо запитывать от разных секций щита 0,4 кВ или от двух вторичных сборок, имеющих по одному вводу от разных секций щита 0,4 кВ. Надежность функционирования электрической схемы газотурбинной КС существенно зависит от исполнения электроавтоматики, в первую очередь, автоматики включения резерва и автоматики разгрузки.

Ниже на рис. 1 приведена схема КС с ГПА, имеющей генератор на валу /2/. В частности, такие схемы характерны для КС, оборудованных импортными газоперекачивающими агрегатами. В этой схеме максимально сокращено число промежуточных элементов между источником питания и шинами агрегатных щитов станции управления (АЩСУ). В период пуска ГПА питание АЩСУ осуществляется от энергосистемы или от автономного аварийного генератора АГ. После выхода ГПА на рабочий режим возбуждается его собственный генератор и питание АЩСУ осуществляется с него. При отказе собственного генератора питание вновь переключается на внешнюю сеть. В виду разнообразия и технической незавершенности схема АЩСУ здесь не показана.



**Рис. 1. Электрическая схема КС, оборудованной газотурбинными ГПА с генераторами на валу: АП, АГ2 – аварийные генераторы; П, Г2 – генераторы на валу ГПА**

Нами разработана и внедряется на КС МГ страны следующая схема АЩСУ (рис. 2).

Схема АЩСУ ГТК 10-4 с щитом станции управления (ЩСУ) АВО-масла выполнена в двухсекционном варианте. Вводной шкаф запитывается двумя независимыми вводами 0,4 кВ с КТП цеха. На вводах установлено устройство АВР с возвратом после восстановления питания вводов. В шкафу имеется система контроля и учета электроэнергии и предусмотрена выдача световых сигналов о наличии напряжения на вводах, о включенном, отключенном и аварийном состоянии вводов. Электроснабжение ответственных электроприемников, таких как маслонасос уплотнения (МНУ), пусковой маслонасос (ПМ), вентилятор отсоса (ВО), осуществляется от основных секций щита, а двигатели АВО-масла подключены к вторичным сборкам. Запуск электродвигателей МНУ, ПМ, ВО осуществляется через пускатели. В случае, когда пропадает напряжение 0,4 кВ предусмотрен запуск резервного маслонасоса (РМНС) от аккумуляторной батареи (АБ).

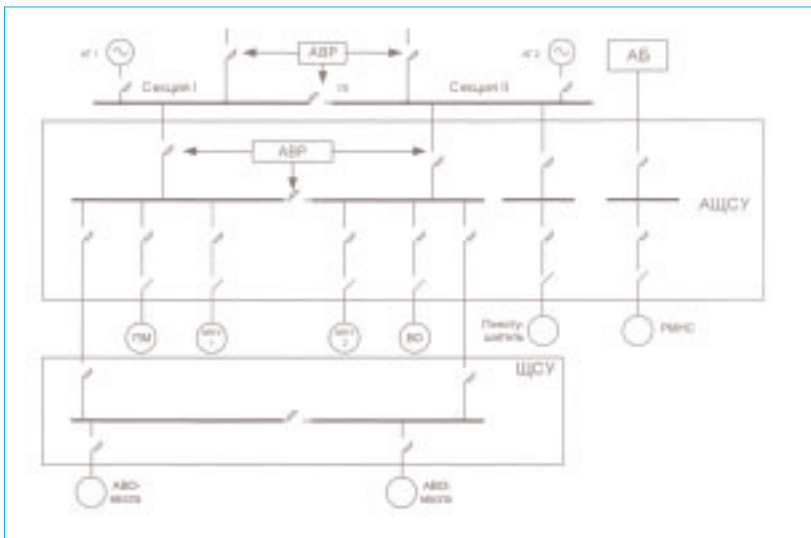
В шкафах АЩСУ и ЩСУ АВО-масла предусмотрены:

- ▶ тепловая и токовая (максимальная) защита электроприемников (ЭП);
- ▶ ручное (кнопками по месту установки двигателей) и автоматическое (от цеховой системы КИП) включение ЭП;
- ▶ выдача световых и системных сигналов (сухой контакт) включенного состояния пускателей ЭП, аварийного отключения выключателей маслонасосов уплотнения и пускового маслонасоса.

В шкафах предусмотрены измерения напряжения на вводах (фазные и линейные величины) и тока потребления (фаза А) маслонасосов уплотнения, вентилятора отсоса и пускового насоса.

**Заключение:**





**Рисунок 2. Схема АЩСУ с ЩСУ АВО-масла**

1 При оценке надежности электрооборудования и электроустановок СЭС потребителей с непрерывным технологическим циклом необходимо связать надежность системы электроснабжения с надежностью технологического объекта и дать характеристику событий, состояний и процессов, определяющих условия функционирования и развитие СЭС.

2 Анализ и исследование надежности системы электроснабжения должны быть тесно связаны с исследованием надежности технологических агрегатов и всего производства, функционирующих в составе технологического объекта, в зависимости от свойств СЭС. Например, при исследовании надежности СЭС КС наряду с системой электроснабжения необходимо изучать и технологический объект: функционирование ГПА КС, систем технологической автоматики, газовых коммуникаций, маслоснабжения, вентиляции и охлаждения и т. д.

3 Поскольку надежность функционирования электрической схемы существенно зависит от исполнения электроавтоматики, в первую очередь автоматики включения резервного питания и автоматической разгрузки, то интерес представляет исследование связей между технологической автоматикой (элементами АСУ ТП) и электроавтоматикой.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Раздел 1. Глава 1.2. – м.: изд. НЦ ЭНАС, 2003. – 176 с.
2. Меньшов Б.Г., Ершов М.С. Надежность систем энергоснабжения газотурбинных компрессорных станций. – М.: Недра, 1995. – 283 с.
3. Меньшов Б.Г., Ершов М.С. Надежность электроснабжения компрессорных станций магистральных газопроводов от генераторов газоперекачивающих агрегатов // Приборы и устройства автоматики для нефтяной и газовой промышленности. – Уфа: изд. УНИ, 1989. – С. 125–130.
4. Министерство газовой промышленности. Методические указания по нормированию категоричности электроприемников объектов газовой промышленности // ОТМ 51-33-80 / Мигазпром. – М.: изд. ВНИИГАЗ, 1980. – 16 с.
5. Министерство газовой промышленности. Указания по построению электрических схем компрессорных станций магистральных газопроводов // РТМ-1275-1 / Мигазпром. – Л.: изд. Оргэнергогаз, 1985. – 26 с.
6. Меньшов Б.Г., Беляев А.В., Яцерицын В.Н. Электроснабжения газотурбинных компрессорных станций магистральных газопроводов. – М.: Недра, 1985 г. – 164 с.

пример германо-российского сотрудничества в области передовых технологий и ноу-хау с обеих сторон».

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

### УРАЛЬСКИЙ КОМПРЕССОРНЫЙ ЗАВОД ПОСТАВИТ ЭНЕРГЕТИКАМ ОБОРУДОВАНИЕ

Уральский компрессорный завод выиграл тендер на поставку компрессоров для энергетиков. Как сообщили в пресс-службе предприятия, два компрессорных агрегата ВШВ 3/100 будут доставлены на «Яйвинскую грэсс», входящую в ОАО «ОГК-4».

Агрегат ВШВ-3/100 предназначен для сжатия атмосферного воздуха до давления 10 МПа (100 кг/см<sup>2</sup>) и используется для обеспечения воздушных высоковольтных выключателей в составе распределительных устройств электрических станций и подстанций. Компрессор поставляется для комплектации строящихся компрессорных станций и для замены устаревших компрессорных агрегатов типа ВШ-3/40 в действующих компрессорных станциях с сохранением существующих фундаментов и коммуникаций.

Отметим, на сегодняшний день ОАО «Уральский компрессорный завод» является одним из ведущих производителей компрессоров для энергетической отрасли. Компрессорными агрегатами завода оснащено большинство энергообъектов России и стран ближнего зарубежья. Уральский компрессорный завод постоянно работает над модернизацией выпускаемой техники. В 2004 году предприятие завершило испытания новой автоматики на компрессорном агрегате ВШВ-3/100. На данном компрессоре установлено последнее поколение микропроцессорной автоматики, позволяющее осуществлять плавный пуск электродвигателя. После успешного завершения заводских испытаний специалистами предприятия была разработана и реализована Программа промышленных испытаний компрессора ВШВ-3/100 с новой автоматикой на объектах РАО «ЕЭС», по результатам которых решено добавить



Киреева Э.А.

## УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА, УСТРОЙСТВ РПН И АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Надежная длительная работа электрооборудования напряжением до и выше 1 кВ может быть обеспечена, во-первых, при условии проведения своевременных периодических осмотров, текущих и капитальных ремонтов, профилактических испытаний и тепловизионных измерений, и, во-вторых, если это оборудование работает в нормальном режиме.

И, тем не менее, даже при соблюдении указанных выше условий, возможны отказы электрооборудования, т. е. потеря ими работоспособности вследствие тех или иных повреждений. Так, для трехфазных кабелей характерны следующие виды повреждений:

- пробой изоляции одной, двух или трех фаз без обрыва жил;
- обрыв одной, двух или трех жил без заземления;
- обрыв одной, двух или трех жил с заземлением и др.

Кроме того, большинство аварий в кабельных сетях происходит из-за повреждений в муфтах.

Более половины повреждений измерительных трансформаторов тока связаны с перекрытием изоляции в результате ее загрязнения. Наиболее частыми повреждениями измерительных трансформаторов напряжения являются витковые замыкания в первичных и вторичных обмотках и т. д.

При эксплуатации электрооборудования его изоляция подвергается воздействию различных факторов, в результате чего она стареет.

Главными причинами, вызывающими старение изоляций, являются:

- воздействие рабочего напряжения;
- кратковременные перенапряжения при грозовых разрядах и коммутационных операциях;
- механические повреждения;
- объемное и поверхностное загрязнение;
- увлажнение и др.

Для испытаний изоляции силовых кабелей и трансформаторного масла применяют установки следующих типов (поставщик: фирма «Энергоаудит-2000»):

**А) АИД-70**, предназначенные для испытаний изоляции силовых кабелей выпрямленным электрическим напряжением и твердых диэлектриков синусоидальным напряжением частотой 50 Гц.

Технические характеристики установок АИД-70 (однофазная питающая сеть переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В±10В).

Наибольшее напряжение, кВ, и наибольший рабочий ток, мА:

- на выпрямленном напряжении в продолжительном режиме при номинальном напряжении сети – 70; 12
- на переменном напряжении сети при номинальном напряжении сети – 50; 20
- на переменном напряжении сети в повторно-кратковременном режиме с продолжительностью включения (ПВ) 17% и длительностью цикла 6 минут при номинальном напряжении сети – 50;45

Наибольшая потребляемая мощность, кВА – 3

Габариты, мм:

- блока управления – 400 х 212 х 358
- высоковольтного блока – 338 х 298 х 655

Установки АИП-70 отличаются от установок АИД-70 следующими параметрами и возможностями:

- плавной регулировкой напряжения и функцией высоковольтного прожига изоляции для обнаружения места повреждения кабеля;
- максимальным рабочим током 40 мА (у АИД; 45 мА);
- полной массой: 125 кг (у АИД; 85 кг);
- габаритами:
  - блока управления 386 х 260 х 225 мм;
  - высоковольтного блока 484 х 458 х 710 мм.

**Б) УКД-70**, предназначенные для испытаний изоляции силовых кабелей выпрямленным электрическим напряжением и твердых диэлектриков синусоидальным напряжением частотой 50 Гц.

Характерные отличия установок УКД-70 от аналогичных моделей:

- измеряют действующее значение переменного напряжения;
- имеют приборы измерения класса 1,0;
- имеют возможность подключения внешней световой и звуковой сигнализации;
- измеряют выпрямленное напряжение по амплитудному значению.

Установки выполнены во влаго- и пылезащищенном исполнении и предназначены для эксплуатации в стационарных и полевых условиях.

Технические характеристики установок УКД-70 (однофазная питающая сеть переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В±10 В)

Наибольшее напряжение, кВ, и наибольший рабочий ток, мА:

- диапазон регулирования напряжения (постоянного/переменного) – 0-70/0-50

- ток нагрузки при постоянном и переменном напряжении – 0-10

Точность измерения напряжений и токов нагрузки, % – ±3

Защита от превышения токов нагрузки и КЗ – Есть  
Пределы измерения тока нагрузки по верхней/нижней шкале, мА – 0-10/0-1

Габариты, мм:

- пульта управления при массе не более 14 кг – 367х347х229

- источника испытательного напряжения при массе не более 40 кг – 390х346х682

**В) АИМ-90**, предназначенные для контроля величины пробивного напряжения трансформаторного масла и других жидких диэлектриков, работающих в качестве изолятора в высоковольтных устройствах. Установки могут применяться в условиях стационарных лабораторий, в производственных и испытательных станциях; они не требуют специальных условий для эксплуатации и высокой квалификации обслуживающего персонала.

Технические характеристики установок АИМ-90 (однофазная питающая сеть переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В ± 10 В)

Наибольшее пробивное напряжение (действующее значение), кВ – 90

Наибольшая потребляемая мощность, кВ·А – 0,5

Объем измерительной ячейки, куб.см – 400

Габариты, мм – 400х350х324

Установки КПН-901, имея то же назначение, отличаются от установок АИМ-90 следующим:

- величиной межэлектродного зазора 0,25 мм (у АИМ-90 – 2,5 мм);
- расходом масла на пробу 40 мл (у АИМ-90 – 250 мм);
- весом 4,5 кг (у АИМ – 40 кг);
- стоимостью, меньшей в 2 раза;
- габаритами 300х140х190 мм (у АИМ 500х400х350 мм).

В настоящее время имеются устройства, которые могут контролировать состояние изоляции оборудования без отключения его от сети. Такой контроль изоляции позволяет правильно выбрать сроки проведения профилактических испытаний.

Компания Iris (Канада) производит диагностическое оборудование, которое успешно применяется в нефтехимической, химической, горнодобывающей, бумажной промышленности и металлургии.

В частности, этой компанией создано устройство для контроля состояния изоляции статоров электродвигателей напряжением 4 кВ и выше, основанное на измерении импульсов частичных разрядов (ЧР) в режиме on-line, т. е. без отключения оборудования. Измерение импульсов ЧР позволяет с высокой достоверностью выявить не только механизмы, разрушающие изоляцию и степень старения изоляции на самых ранних стадиях, но и контролировать процесс старения изоляции во времени.

Для испытания переключающих устройств силовых трансформаторов применяют испытатели РПН типа ИРПН-02, представляющие собой программно-аппаратный комплекс на базе ПК класса Notebook или IBM PC.

Основное назначение прибора: испытание переключающих устройств при встроенном регулировании напряжения под нагрузкой в высоковольтных силовых трансформаторах, в автотрансформаторах, как в условиях заводов-изготовителей, так и в условиях эксплуатации (в распределительных устройствах электрических станций и подстанций).

Основные функции испытателей: осциллографирование контактора РПН и снятие круговой диаграммы РПН.

Технические характеристики испытателей ИРПН-02 (поставщик: ОАО «Татэнерго»)

Диапазоны контролируемых параметров:

- временных, с – 0 ... 0,5
- токовых через контролируемые контакты, А – 0 ... 3
- напряжения через контролируемые контакты, В – 0 ... 12
- числа оборотов вала привода – 0 ... 30 (40, 60)

Характеристики точности:

- максимальная разрешающая способность измерения временных интервалов, с – 0,0002
- максимальная разрешающая способность измерения числа оборотов вала привода – 1/2 оборота

Максимальное количество одновременно контролируемых контактов – 9

Для проверки токовых расцепителей автоматических выключателей применяют устройства типа УПТР-1М.

Преимущества устройств: синусоидальность подаваемого тока; высокая точность измерений; контроль наличия апериодической составляющей; подача тока на испытуемый автомат происходит без использования режима КЗ питающей цепи; низкая цена; относительно малый вес и компактность, что позволяет располагать нагрузочный блок непосредственно возле проверяемого автомата.

Технические характеристики устройств УПТР-1М (поставщик: ООО «НПФ Энергострой»)

Напряжение питания, В – 220

Максимальный ток при закороченных выходных клеммах устройства, кА – 5

Реальный ток на автомат, А – 3500 ... 4000

Время запоминания (удержания показаний), с – 5 ... 7

Коэффициент трансформации нагрузочного трансформатора – ~100

Максимальная одноразовая длительность подачи тока (на выходные клеммы устройства) с –

500 А – 180;

1000 А – 120;

1500 А – 40;

2000 А – 10;

3000 А – 2,0 – режим ручной;

5000 А – 100 мс – режим автоматический

Максимальная длительность подачи тока (на дополнительные клеммы устройства) –

200 А – 100 мс;

150 А – 2 мин;

100 А – 5 мин;

80 А – 7 мин

Приведенная погрешность измерений в рабочих условиях, % – ≤5 (для измерителей тока и времени)

Приборы отсчета – цифровые

Габариты, мм

- блока нагрузочного – 280 x 190 x 185
- блока регулировочного – 380 x 245 x 170

Вес, кг:

- блока нагрузочного – 18
- блока регулировочного – 12

Для испытаний максимальных расцепителей автоматических выключателей и релейных защит используют специальные комплекты типа РТ-2048.

Технические характеристики комплектов типа РТ-2048 (поставщик ООО «СОНЭЛЬ»):

- наличие двух режимов работы: кратковременного (импульсного) с диапазоном уставки длительности протекания тока 0,02 ... 1,6 с и длительного;
- максимальный испытательный ток (действующее значение) в импульсном режиме (при ПВ = 2%) для нагрузки максимальных расцепителей мгновенного действия и полупроводниковых расцепителей – 10 кА (РТ2048М1 – 2 кА, РТ2048М – 1 кА);
- ток, потребляемый из сети в импульсном режиме при максимальном испытательном токе, составляет не более 400 А (РТ2048М1 – 40 А, РТ2048М – 20 А);
- максимальный испытательный ток в длительном режиме – 100 А (РТ2048М1 – 500 А, РТ2048М – 200 А);
- минимальный испытательный ток – 100 А (РТ2048М1 – 20 А, РТ2048М – 10 А);
- испытательный ток в длительном режиме для прогрузки максимальных расцепителей с обратной зависимостью выдержкой времени и полупроводниковых расцепителей в режиме перегрузки, не более 7000 А (РТ2048М1 – 1000 А, РТ2048М – 300 А);
- диапазон регулирования и измерения испытательного тока 100 – 10000 А (РТ2048М1 – 20 ... 2000 А, РТ2048М – 10 ... 1000 А);
- приведенная погрешность измерения испытательного тока встроенным цифровым индикатором не более 5%;
- потребляемая от сети мощность: при работе в длительном режиме (при ПВ = 50%), не более 35 кВт (РТ2048М1 – 8 кВт, РТ2048М – 2 кВт); при работе в кратковременном режиме (ПВ = 2%), не более 100 кВт (РТ2048М1 – 16 кВт, РТ2048М – 4 кВт);
- напряжение питающей сети частотой 50 Гц – 220 (380) ± 10%;
- масса: пульта управления не более 1 кг, силового блока не более 26 кг (РТ2048М1 – 9 кг, РТ2048М – 5,5 кг); соединительных проводов не более 3 кг (РТ2048М1 – 2 кг, РТ2048М – 2 кг);
- габариты: пульта управления 300x235x60 мм; силового блока 340x220x220 мм (РТ2048М1 – 285x170x220 мм, РТ2048М – 285x170x115 мм).

Кроме того, для проверки автоматических выключателей применяют комплектные устройства типа «Сатурн», предназначенные для проверки и настройки автоматичес-



ких выключателей с тепловыми и электромагнитными расцепителями присоединений 220-380 В частоты 50 Гц, а также для проверки характеристик средств релейной защиты присоединений 6-35 кВ и оценки тока КЗ цепи фаза-ноль присоединений 380 В и тока КЗ на шинах 380 В.

Устройства «Сатурн-М» представляют собой одноблочное устройство, а «Сатурн-М1» – двухблочное, состоящее из полностью аналогичного «Сатурн-М» базового блока и силового блока, соединяемых при работе кабелем; фазовый блок может использоваться автономно аналогично устройству «Сатурн-М».

Устройства «Сатурн-М» обеспечивают возможность:

- проверки характеристик подключенных непосредственно к электросети автоматических выключателей без нагрузочного трансформатора путем создания искусственного замыкания за местом установки проверяемого аппарата с плавным регулированием значения тока тиристорами с измерением его эффективного значения и времени отключения аппарата;
- проверки характеристик автоматических выключателей совместно с нагрузочным трансформатором (например, НТ-12), при этом они используются для регулирования первичного тока, измерения эффективного значения вторичного тока и времени отключения проверяемого аппарата;
- проверки средств РЗА присоединений 6-35 кВ вторичным током совместно с нагрузочным трансформатором, при этом они используются для регулирования первичного тока трансформатора, измерения эффективного значения вторичного тока, установки заданной длительности протекания тока и измерения времени срабатывания защиты;
- проверки характеристик релейной защиты электрических присоединений 6-35 кВ первичным током без нагрузочного трансформатора от сети 380/220 В при значениях тока до 2000 А (до 12000 А с сило-

вым блоком устройства «Сатурн-М1» и с нагрузочным трансформатором при значениях тока до 12000 А;

- оценки тока КЗ цепи фаза-ноль или фаза-фаза присоединений 380 В для выбора характеристик релейной защиты, плавких вставок и автоматических выключателей.

Технические характеристики устройств «Сатурн»

Диапазон регулирования и изменения тока в схеме без нагрузочного трансформатора, А:

- «Сатурн-М», базовый блок – 10 ... 2000
- «Сатурн-М1» – 30 ... 12000

Диапазон регулирования первичного тока в схеме с нагрузочным трансформатором, А – 0,5 ... 300

Диапазон измерения тока:

- со встроенным трансформатором тока, А – 10 ... 2500
- с внешним трансформатором тока, кА – 0,1 ... 99,99

Диапазон задания и измерения длительности протекания тока и времени отключения аппарата, с – 0,01...99,99

Диапазон регулирования угла открытия тиристорov, % – 1 ... 100

Диапазон задания роста угла открытия тиристорov, % – 1 ... 10

Относительная погрешность измерения эффективного значения тока в рабочем диапазоне и времени измерения не менее 0,02 с, % – 8

Абсолютная погрешность измерения времени отключения аппарата и установки заданной длительности тока, не более, с –  $0,01 \cdot t_{изм} + 0,01$

Напряжение питания, В (Гц) – 220 (50)

Потребляемая мощность по цепям питания, ВА – 40

Габариты базового/силового блоков, мм, не более – 400x235x230

Масса, кг, не более:

- Сатурн-М» – 13
- «Сатурн-М1» – 13+13

новые опции в систему автоматизации компрессора.

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

### НА КИРОВСКОЙ ТЭЦ-3 ПОЯВЯТСЯ ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

В ближайшее время в рамках инвестиционной программы ОАО «ТГК-5» на 2006-2007 годы на Кировской ТЭЦ-3 будут введены в работу элегазовые выключатели 110 кВ.

«С помощью выключателей энергетики при необходимости обесточивают линии электропередачи. Воздушные выключатели, имеющиеся на ТЭЦ-3, изготовлены еще в 1960-е годы и устарели как физически, так и морально. Они требуют частого ремонта и легко повреждаются, - говорит начальник электротехнического отдела Кировского филиала ОАО «Территориальная генерирующая компания N5» Дмитрий Ефимов. - Элегазовые выключатели - самые современные на сегодняшний день. В них в качестве изоляционного и дугогасящего средства (вместо воздуха) используется элегаз. Он обладает высокими дугогасящими свойствами, поэтому такие выключатели пожаро- и взрывобезопасны, быстро действуют и имеют большой запас прочности».

Как сообщили в пресс-службе Кировского филиала ОАО «ТГК-5», сейчас на ТЭЦ-3 доставлены первые два элегазовых выключателя, их монтаж и установка начнутся в ближайшее время. Всего на ТЭЦ-3 будет установлено 8 элегазовых выключателей.

[Regions.ru](http://Regions.ru)

### РОВНЕНСКИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНИКИ ОСУЩЕСТВЛЯЮТ МОДЕРНИЗАЦИЮ ПРОИЗВОДСТВА

Полученные в прошлом году прибыли позволили открытому акционерному обществу «Ровненский завод высоковольтной аппаратуры» приобрести новый штамповочный комплекс FINN-POWER Shear Genius финского производства, стоимость которого составляет почти один миллион долларов США. Благодаря этому оборудо-





**Д.Б. Соловьев,  
г. Владивосток,  
Россия**

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И БЮДЖЕТНЫЙ ВАРИАНТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

*В данной статье рассмотрены основные требования, предъявляемые к современным измерительным устройствам электрической энергии. Представлен краткий анализ предлагаемых на Российском рынке современных измерительных устройств, как отечественного, так и зарубежного производства. Предложен вариант создания измерительной информационной системы на базе вычислителя потребляемой мощности и энергии переменного трехфазного тока.*

В современных условиях к приборам измерения качества электрической энергии предъявляются повышенные требования. Это, прежде всего, связано с развитием новых технологий и необходимостью при проведении измерений получить как можно больше данных о состоянии электрической сети предприятия для последующего их анализа и обработки. Последнее особенно важно, так как очень часто возникают споры между потребителем и поставщиком электрической энергии в плане ее небаланса между первым и последним, вследствие неправильного ведения учета.

Приборы измерения должны удовлетворять следующим требованиям:

- Диапазон измерений должен охватывать все практически необходимые значения измеряемой величины;
- Основная и дополнительная погрешности должны соответствовать решаемым при измерениях задачам.
- Приборы, предназначенные для измерения режима электрических цепей и параметров радиосигналов, не должны существенно влиять на работу исследуемых устройств. Для этого используется последовательная или параллельная схема подключения либо режим согласованной нагрузки.
- Прибор должен надежно работать при заданных условиях эксплуатации, что достигается применением современной элементной базы и высокотехнологичным монтажом. Использование передовой SMT-технологии значительно повышает коэффициент надежности современного измерительного оборудования.

- Управление прибором должно быть максимально простым и удобным для пользователя.

- В эпоху глобальной компьютеризации желательно, а иногда просто необходимо иметь прибор с возможностью подключения к компьютеру (например, по стандартному последовательному интерфейсу RS-232. Кроме того, встречаются случаи, когда необходимо связать работу прибора с другими устройствами измерения или контроля, т.е. желательно присутствие на приборе промышленного последовательного интерфейса RS-485).

- Прибор должен удовлетворять требованиям техники безопасности при измерениях.

- Если средство измерения предполагается использовать в сфере деятельности метрологического контроля, то оно в обязательном порядке должно иметь сертификат об утверждении типа средств измерений Госстандарта России.

Актуальность последнего пункта для импортных средств измерения диктуется временем: отечественная радиоэлектронная промышленность переживает существенный спад, поэтому для насыщения российского рынка высококачественным измерительным оборудованием необходимо в первую очередь обеспечить его метрологический контроль. Задача по внесению средств измерений в Госреестр требует больших финансовых и временных затрат, при этом орган сертификации подтверждает заявленные производителем метрологические характеристики и проверяет их соответствие российским стандартам. В связи с этим далеко не все поставщики импортного оборудования обеспечивают сертификацию предлагаемых средств измерений [1].

Разберемся, что сегодня предлагает российский рынок средств для измерения электрических величин в промышленных условиях. Большинство отечественных производителей средств измерения, традиционно занимающихся разработкой и производством измерительной техники, не в состоянии удовлетворить спрос. Прежде всего, это связано с тем, что большая часть предприятий-производителей средств измерения была образована еще в годы СССР и не испытывала трудностей в реализации своей продукции (конкуренция отсутствовала). Предприятия-потребители были готовы покупать все, что предписано по разрядке, и за ценой «не стояли».

При развале старой системы, хронической нехватке денежных средств и «утечке мозгов», предприятия-производители средств измерения стали не в состоянии обеспечить разработку и выпуск новых средств измерения, а для поддержания «жизни» на производстве цены стали неуклонно ползти вверх. Доминирующим стал принцип «выпускать меньше, а продавать дороже, чтобы окупить все сразу». Потребители, наоборот, стали стремиться приобретать средства измерения по приемлемой для них цене, зачастую приобретая приборы «с длительного хранения» по цене в десятки раз ниже отпускной с заводов [2].

Еще хуже обстоят дела в сфере программного обеспечения для соединения отечественных приборов измерения с компьютером. Разработчиками таких программ являются организации и коллективы, которые занимались этим традиционно в 70-х, 80-х и 90-х годах. Следует отметить, что большинство творческих групп в значительной степени были ослаблены в годы кризисных явлений. Большое число разработчиков, особенно вычислительных алгоритмов, которые представляются наиболее трудоемкими при программировании (включают значительную математическую составляющую, требующую от разработчиков знания не только математики и программирования, но и электроэнергетических дисциплин), начали заниматься другой деятельностью. Был уменьшен приток талантливой молодежи. Все это привело к тому, что большинство программ не подвергались кардинальной переработке в соответствии с новыми компьютерными технологиями, которые появились в середине 90-х годов. Большинство коллективов и авторов пытались адаптировать созданные в 80-е годы программы к новым интерфейсам, что зачастую приводило к появлению псевдоWindows приложений, имеющих ряд характерных недостатков. Одним из главных можно назвать использование морально устаревших языков программирования, для которых западные разработчики систем программирования создали соответствующие оболочки. Использование таких подходов давало сокращение времени создания программ, но приводило к появлению явно эклектичных приложений [3].

Ситуация на этом рынке, к тому же, усложнилась либерализацией внешнеэкономической деятельности. Многие из зарубежных компаний стали предлагать на российском рынке свои средства измерения, по техническим параметрам иногда превосходящие отечественные, а по цене значительно ниже. Если российские предприятия стали считать за норму в начале квартала цену в колонке «с НДС», переносить в колонку «без НДС», т.е. повышать на 20%, то цена зарубежных производителей отличается завидной постоянностью [2].

Для сравнения можно добавить, что стоимость отечественного прибора (с программным обеспечением), выполняющего основные необходимые измерения (измерение активной мощности в однофазной цепи; измерение активной мощности в трехфазной трехпроводной цепи; измерение активной мощности в трехфазной четырехпроводной цепи; измерение реактивной мощности в трехфазной цепи; измерение силы переменного тока; измерение напряжения переменного тока; определение погрешностей счетчиков активной энергии с частотным выходом; определение погрешностей счетчиков реактивной энергии с частотным выходом), может достигать 13 тыс. дол., в зависимости от комплектации. Цены на приборы с аналогичными характеристиками зарубежных компаний колеблются от 3 тыс. до 10 тыс. дол., в зависимости от фирмы производителя.

Зарубежные фирмы, официально представленные, т.е. имеющие собственные торговые представительства или договора с российскими фирмами, занимающимися продажей оборудования для измерения электрических величин на российском рынке, можно поделить на три группы:

1. *Западноевропейские и американские* (самые «раскрученные» бренды). Цены, соответственно, самые высокие, однако некоторые компании, например Motech Industries Inc., предлагают на рынке так называемые «бюджетные» версии дорогих измерительных устройств, цена которых не превышает 40-50 тыс. руб., с учетом доставки до самых отдаленных уголков России. Однако существуют некоторые их недостатки: отсутствие у многих, сертификатов об утверждении типа средств измерений Госстандарта России, что, как упоминалось выше, необходимо; недоработанное программное обеспечение для подключения прибора к компьютеру, которое, как правило, составлено на английском языке и с русскими версиями Windows работает нестабильно или вообще отказывается устанавливаться.
2. *Восточноевропейские фирмы*. Можно выделить по сочетанию цены и качества продукцию польской фирмы, а именно микропроцессорный интегрированный измеритель Ex-CONV\_C (однако производство последнего на данный момент заморожено, как утверждает производитель, по технологическим причинам).
3. *Тайванские фирмы GOOD WILL, APPA, CENTER, MOTECH, SEWIPOUNDFUL*. Качество поставляемого ими оборудования, как ни странно, соответствует европейским стандартам, но имеются вышеупомянутые проблемы с программным обеспечением. Общий недостаток измерительного оборудования зарубежного производства - крайне малый срок гарантийного обслуживания, предоставляемый фирмами-перекупщиками (даже на оборудование ценной, оканчивающейся пятью нулями), в основном от 6 месяцев до 1 года, но встречаются случаи с гарантийным сроком всего 3 месяца. Известные зарубежные фирмы-изготовители, в большинстве случаев, дают на свою продукцию как минимум 1 год гарантии и 2 года сервисного обслуживания. Вследствие чего, все расходы, связанные с ремонтом при поломке оборудования по истечению гарантийного срока работы, предоставленного российской фирмой-перепродавцом, ложатся на плечи покупателя, хотя он еще имеет законное право на сервисное обслуживание, предоставляемое фирмой-изготовителем. Конечно, покупатель может обратиться к зарубежной фирме-изготовителю, но все расходы, связанные с доставкой неработающего измерительного прибора до сервисного центра иностранной компании (который, как правило, находится за рубежом), опять же ложатся на плечи покупателя.

На сегодняшний день оптимальный вариант для промышленных предприятий и организаций, заинтересован-

ных в проведении исследований (измерений) качества электрической энергии, не располагающих значительными свободными денежными средствами на закупку дорогого измерительного оборудования, является комбинированное использование датчиков измеряемых величин (напряжения, тока) и зарубежного блока сбора и обработки данных, получаемых от датчиков, т.е. создание измерительной информационной системы. Стоимость создания которой в 2-3 раза меньше цены дорогого измерительного оборудования. В качестве блока сбора и обработки данных может выступать цифровой вычислитель на базе цифрового процессора обработки сигналов (ЦПОС) TMS320 производства фирмы Texas Instruments.

Предусмотрены два варианта работы вычислителя: *автономный и под управлением контроллера или ПЭВМ*. Вариант работы выбирается вычислителем автоматически по результату анализа подключения кабеля контроллера или ПЭВМ к соответствующему разъему. При автономной работе вычислитель выполняет вычисление заданных при калибровке и настройке параметров энергопотребления и выводит их эквиваленты на числоимпульсные и аналоговые выходы.

При работе под управлением контроллера вычислитель может работать в трех режимах: *основном, калибровки и измерения*. В режиме измерения под управлением контроллера вычислитель рассчитывает параметры энергопотребления, выводит указанные при настройке параметры на числоимпульсные и аналоговые выходы, а также выдает результаты расчетов контроллеру. Контроллер управляет работой вычислителя с помощью команд. Для каждого режима имеется свой набор команд.

В основном режиме контроллер имеет возможность: *изменять некоторые настройки вычислителя* (коэффициенты передачи от измеряемых цепей до входов вычислителя, параметры числоимпульсных выходов, масштаб выдачи на аналоговые выходы); *включать режимы измерения или калибровки*.

В режиме калибровки контроллер управляет процессом калибровки с помощью команд калибровки, анализирует его результаты и выдает команду запоминания калибровочных величин. В режиме измерения контроллер с помощью команд измерения получает от вычислителя вычисленные параметры энергопотребления. Независимо от варианта работы вычислитель должен быть предварительно откалиброван и настроен, иначе режим измерения не будет работать.

Вычислитель имеет 24 аналоговых входа, 4 аналоговых выхода с изоляцией от остальной части схемы и 4 цифровых выхода. 12 аналоговых входов предназначены для ввода напряжений, пропорциональных измеряемым напряжениям фаз контролируемых цепей, и имеют фиксированный коэффициент передачи, равный 1. Остальные 12 входов предназначены для ввода напряжений, пропорциональных

измеряемым токам фаз контролируемых цепей, и имеют программируемый коэффициент передачи, который может принимать значения 1, 2, 4, 8, 16. Пара входов с одинаковым адресом образует канал измерения параметров контролируемой цепи (одной фазы трехфазной цепи). *Электрические параметры аналоговых входов:*

- Тип входных сигналов – напряжение.

- Номинальное напряжение на входах трактов измерения напряжения:

$U_{м.ном}=3$  В (амплитудное значение);

$U_{эфф.ном}=2,12$  В (действующее значение для гармонического сигнала).

- Пределы изменения напряжения на входах трактов измерения напряжения, в которых обеспечивается заданная точность, от  $0,81U_{ном}$  до  $1,5U_{ном}$ .

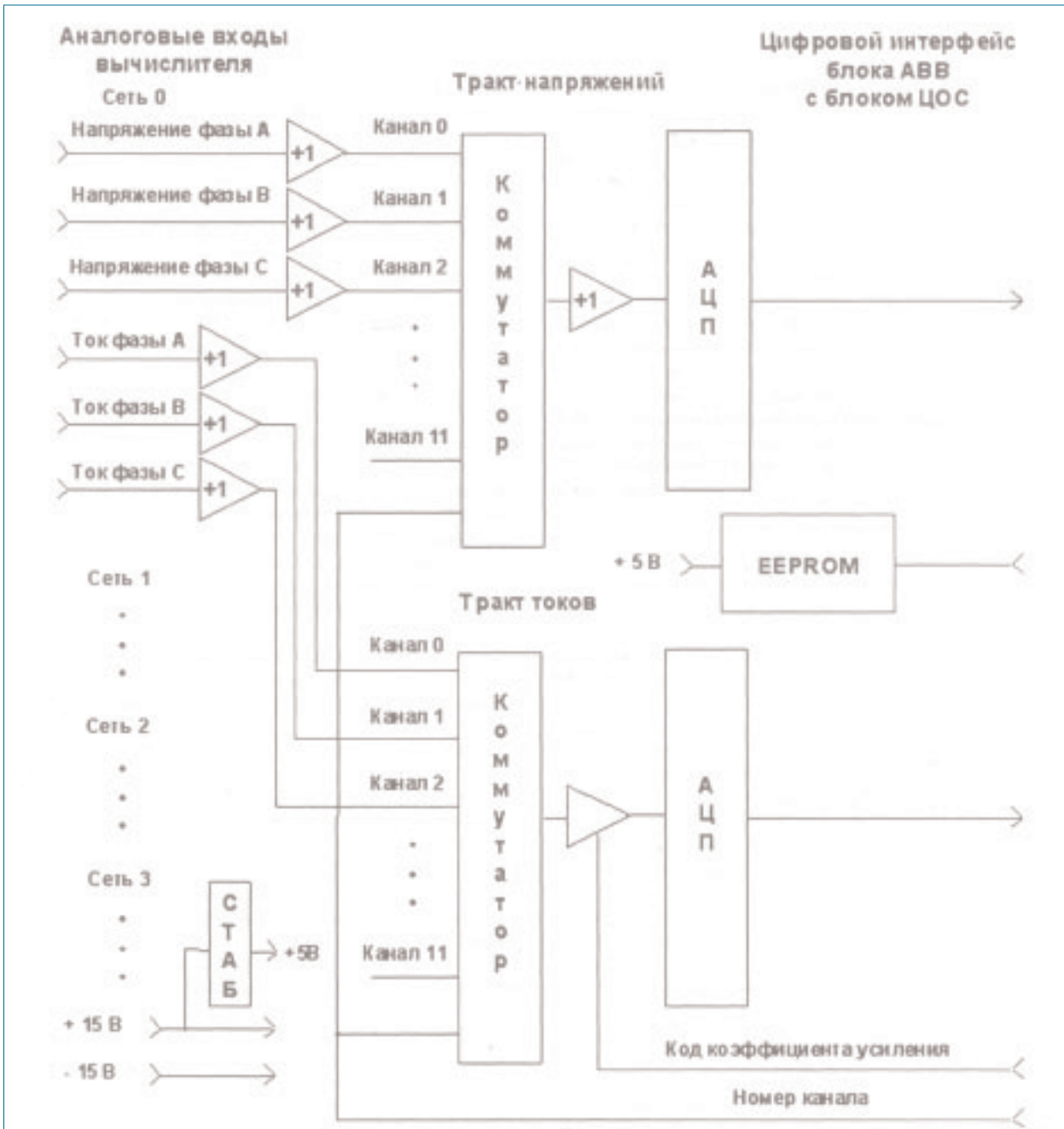
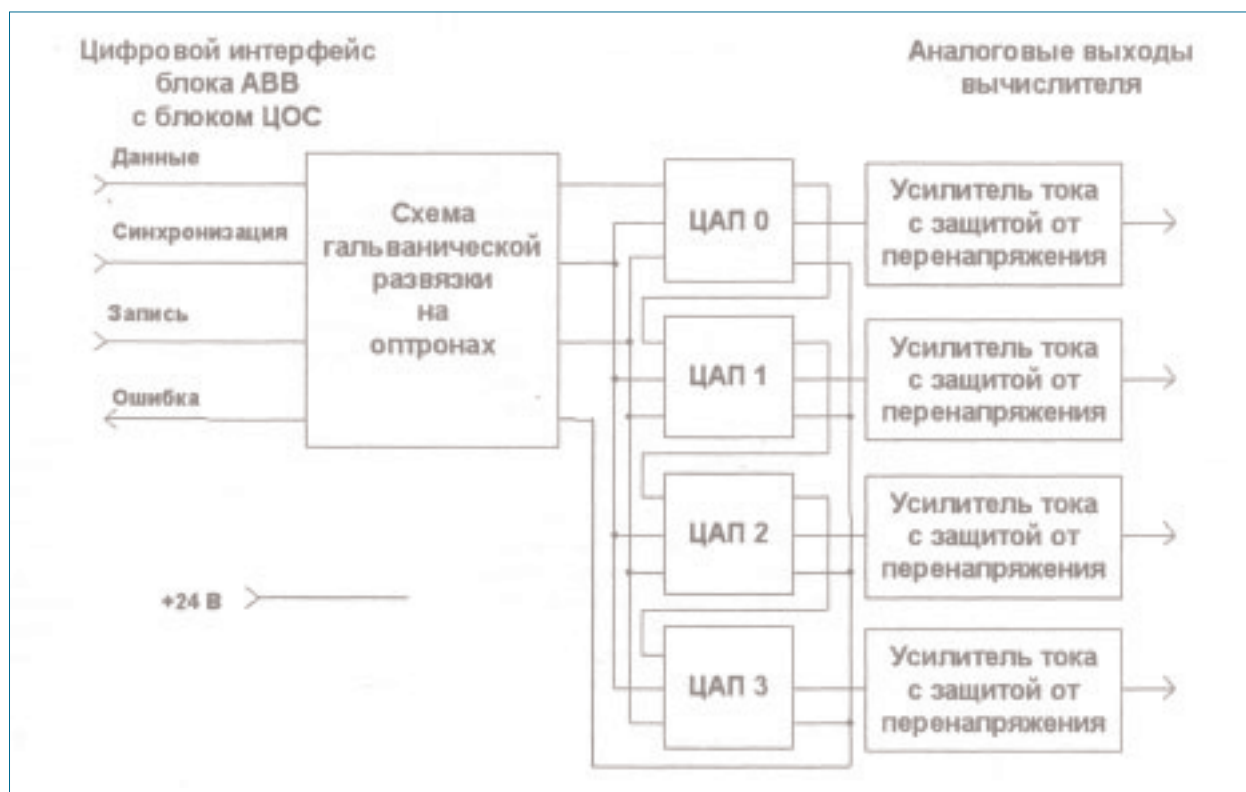


Рис. 1



**Рис. 2**

- Номинальное напряжение на входах трактов измерения тока:

$U_{м.ном} = 3,3$  В (амплитудное значение);

$U_{эфф.ном} = 2,36$  В (действующее значение для гармонического сигнала).

- Пределы изменения напряжения на входах трактов измерения тока, в которых обеспечивается указанная точность, от  $0,01 U_{ном}$  до  $1,2 U_{ном}$ .

- Входное сопротивление  $10,2$  кОм  $\pm 1\%$ .

- Входная емкость  $100$  пФ.

- Допустимый диапазон входных напряжений –  $15...+15$  В.

- Гальваническая развязка и защита от перегрузки отсутствуют.

*Электрические параметры аналоговых выходов:*

- Тип и диапазон выходных сигналов определяются перемычками на плате аналогового ввода-вывода и могут принимать значения:

ток  $4...20$  мА; ток  $0...20$  мА; ток  $0...24$  мА.

- Верхний предел диапазона выходного тока может быть уменьшен программно, путем задания соответствующего масштаба вывода на ЦАП. При изменении диапазона ЦАП с помощью перемычки необходимо изменить константу  $f\_MAKSIMALNIYJOKJ)AC$  в файле `our_hard.h` и перекомпилировать рабочую программу.

- Сопротивление нагрузки, не более  $500$  Ом.

- Выходы защищены от перенапряжения (например, при работе на индуктивную нагрузку). Допускаются кратковременные импульсы напряжения амплитудой до  $100$  В.

- Погрешность преобразования цифровых эквивалентов выводимых параметров в аналоговые выходные сигналы, не более  $0,2\%$ .

*Электрические параметры цифровых выходов:*

- Уровни сигналов - ТТЛ.

- Нагрузочная способность  $\pm 25$  мА.

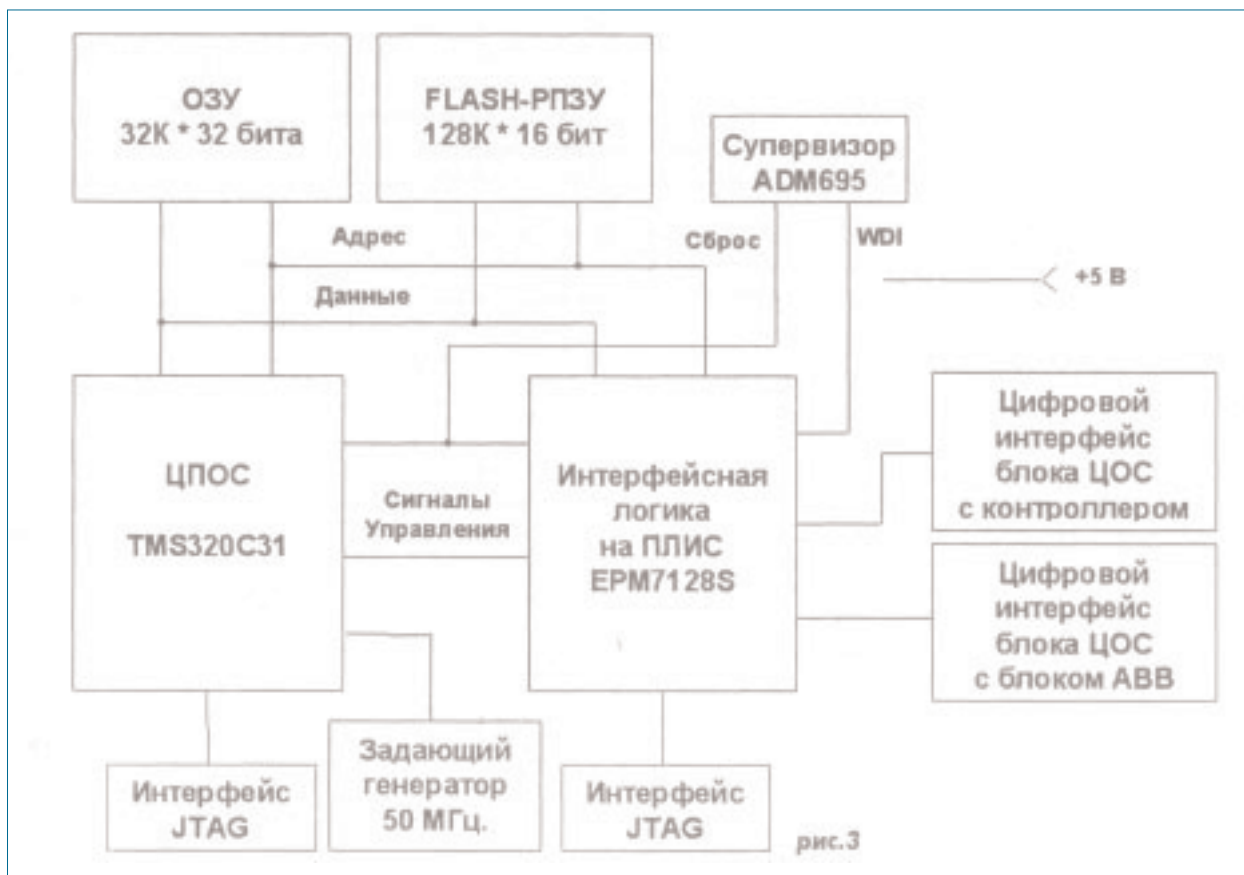
Связь вычислителя с контроллером осуществляется через отдельный разъем. Обмен выполняется 8-битовыми словами (байтами). Если контроллер не подключен к этому разъему, вычислитель после сброса переходит к автономному варианту работы и выполняет измерения, выводя на аналоговые и цифровые выходы эквиваленты величин, заданных в таблице настройки вычислителя, в соответствии с масштабами из той же таблицы настройки. Таблица настройки задается контроллером при настройке вычислителя и сохраняется в ЭСРПЗУ.

При работе под управлением контроллера вычислитель принимает команды контроллера и выполняет их, возвращая контроллеру результаты выполнения команд.

*Интерфейс вычислителя с контроллером содержит четыре 8-битовых регистра:*

входной регистр для передачи данных из контроллера в вычислитель;





**Рис. 2**

выходной регистр для передачи данных из вычислителя в контроллер;

регистр состояния для передачи битов состояния вычислителя в контроллер;

регистр управления для передачи сигналов управления контроллера в вычислитель.

Обмен может выполняться как программно, так и по прерываниям. Программный обмен осуществляется с помощью опроса битов регистра состояния. При обмене по прерываниям вычислитель генерирует контроллеру прерывание **INT1**, а контроллер вычислителю - **INT2**.

Для питания вычислителя используются внешние источники питания:

+5 В/0,6 А - для питания БЦОС, оптронов и ЭСРПЗУ БАВВ.

+ 15 В/0,1 А - для питания БАВВ.

-15 В/0,025 А - для питания БАВВ.

+24 В/0,15 А - для питания цифро-аналоговых преобразователей.

Токи, потребляемые от источников +15 В и -15 В, указаны без учета токов, потребляемых датчиками, питающимися через входные разъемы БАВВ. Все источники должны быть изолированы друг от друга. Необходимые соединения общих проводов выполняют внутри вычислителя.

Вычислитель состоит из двух блоков:

блока аналогового ввода-вывода (БАВВ), блок-схема которого показана на **рис.1** и **рис.2**;

блока цифровой обработки сигналов (БЦОС), блок-схема которого показана на **рис.3**

Каждый блок выполнен на отдельной 4-слойной печатной плате.

На аналоговые входы вычислителя подаются сигналы от датчиков напряжения и тока контролируемых трехфазных сетей. Сигналы от каждой сети собраны в отдельном разьеме. На плате БАВВ имеется 4 разъема для подключения входных аналоговых сигналов. Через каждый разъем подключаются 3 сигнала датчиков напряжения и 3 сигнала датчиков тока (для фаз А, В и С). БАВВ выполняет буферизацию, усиление (если необходимо) и аналого-цифровое преобразование входных сигналов. Кроме того, в БАВВ находится электрически стираемое РПЗУ (ЭСРПЗУ), в котором сохраняются идентификатор БАВВ и таблицы настройки и калибровки БАВВ.

Цифровые эквиваленты входных сигналов через соответствующий интерфейс передаются в БЦОС, который выполняет обработку сигналов, расчет параметров энергопотребления и обеспечивает взаимодействие с контроллером счетчика электроэнергии или с ПЭВМ. Рабочая программа



ванию достигнута высокая точность в раскраивании металла и значительно ускорен выпуск деталей.

В среднем время на производство готовых изделий сокращается на 60% и, благодаря наличию встроенных гильотинных ножниц Shear Genius, экономится одна заготовка с каждых 10. Shear Genius разрешает ускорить процесс обработки, сэкономить листовую материал и использовать более широкий спектр листового материала.

По данным специалистов, срок окупаемости системы, задействованной в подготовительной фазе производства, составляет четыре года. Модернизация предприятия осуществляется в рамках выполнения программы эффективности, которая предусматривает увеличение выпуска контрольно-распределительных устройств, вакуумных и генераторных выключателей, подстанций в диапазоне от десяти до ста киловольт, используемых и российскими акционерными обществами «Газпром», «ЕЭС», в энергетике, машиностроении, металлургии, на железнодорожном транспорте Казахстана, Туркменистана, Беларуси, ряда азиатских стран.

Адаптация изделий к международным стандартам содействует вхождению западноукраинских производителей в «Высоковольтный союз», созданный вместе с Нижнетуринским электроаппаратным заводом России. Кооперация с ним значительно расширила круг потребителей, а также позволила предлагать последним завершенные технические решения как относительно наиболее мощных, так и меньших электроподстанций, выполнять индивидуальные эксклюзивные заказы и разрабатывать нетиповые схемы для специализированных электроэнергетических комплексов. Согласно плану развития, до 2010 года здесь вдвое вырастут объемы выпуска продукции.

*Справка:*

*Международный холдинг ЗАО «Высоковольтный союз» создан в октябре 2004 года путем слияния активов ОАО «Ровенский завод высоковольтной аппаратуры» и ОАО «Нижнетуринский электроаппаратный завод».*

*Предприятия, входящие в ЗАО «Высоковольтный союз» производят коммутационное и распределительное оборудование*



сохраняется в энергонезависимом ЗУ (FLASH-ПЗУ). Предусмотрена также возможность загрузки рабочей программы в ОЗУ от контроллера. Все взаимодействие вычислителя с контроллером осуществляется через интерфейс, содержащий четыре 8-битовых регистра. Обмен данными может выполняться по прерываниям или программно.

*Рабочая программа вычислителя обеспечивает непрерывный расчет следующих параметров энергопотребления:*

- пиковых значений напряжений и токов всех фаз за отсчетный период;
- средних за отсчетный период действующих значения напряжений и токов всех фаз;
- средних за отсчетный период активной и полной мощностей всех фаз;
- активной и полной энергий, потребленных за отсчетный период по каждой фазе.

*Кроме того, по специальным командам контроллера вычислитель выдает:*

- частоту сети;
- массив последовательных отсчетов (реализацию) тока и напряжения указанной в команде фазы с заданной в команде длиной;
- комплексный спектр напряжения или тока указанной фазы.

При этом на каждый числоимпульсный выход непрерывно (независимо от команд контроллера) выдается активная или полная энергии, потребленные по соответствующей трехфазной сети за время от начала измерения до текущего момента. То, какая энергия выводится, и порог переключения выхода задаются индивидуально для каждого число-импульсного выхода при настройке вычислителя.

В то же время на каждый аналоговый выход выдается эквивалент текущей активной или реактивной мощности, потребляемой по соответствующей трехфазной сети. То, какая мощность выводится, и масштаб преобразования в выходной ток задаются

для каждого ЦАП при настройке вычислителя.

Настройка вычислителя заключается в задании коэффициентов передачи от измеряемых сетей до аналоговых входов вычислителя, которые определяются используемыми датчиками напряжений и токов фаз, а также параметров чис-лоимпульсных и аналоговых выходов. Настройка выполняется контроллером или ПЭВМ с помощью команд основного режима. Таблицы настройки сохраняются в ЭСРПЗУ БАРВ.

Для повышения точности измерений вычислитель должен периодически подвергаться калибровке, для чего в рабочей программе предусмотрен специальный режим.

Вновь изготовленный вычислитель не может выполнять измерения, если он не прошел калибровку и настройку. В этом случае, при попытке перевести вычислитель в режим измерения, фиксируется ошибка работы с ЭСРПЗУ.

При включении питания запуск рабочей программы происходит примерно через 0,4 с после установления напряжения +5 В. В течение этого времени супервизор удерживает сигнал аппаратного сброса в активном состоянии. Сброс и запуск рабочей программы могут при необходимости выполняться также и контроллером через запись соответствующего кода в регистр управления БЦОС [4].

Таким образом, создание измерительной информационной системы на базе современных вычислителей, как на рабочем месте оперативного персонала, так и в группе режимов предприятия, дает принципиально новую возможность круглосуточного оперативного контроля электрической сети предприятия, как в нормальных, так и во внеплановых ситуациях.

*«Электрик», №11-12/2005*

**В.Н. Харечко,  
Ю.В. Харечко**

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Во второй статье, посвященной разъяснению терминологии, применяемой в нормативных документах, устанавливающих требования к низковольтным электроустановкам и к низковольтному электрооборудованию, рассматривается понятие «электрооборудование», его виды и классификация по способам защиты от поражения электрическим током. Терминология адаптирована к электроустановкам зданий.

**Электрооборудование** – оборудование, предназначенное для производства, передачи и изменения характеристик электрической энергии, а также для ее преобразования в другой вид энергии.

В Международном электротехническом словаре<sup>1</sup> (МЭС) (в стандарте МЭК 60050-826 «Международный электротехнический словарь. Часть 826. Электрические установки» 2004 г. [1]) термин «электрическое оборудование» определен следующим образом: изделие, используемое для таких целей, как производство, преобразование, передача, распределение или потребление электрической энергии такое, как электрические машины, трансформаторы, коммутационная аппаратура и аппаратура управления, измерительные приборы, защитные устройства, электропроводки, электроприемники.

В ранее действовавшем стандарте МЭК 60050-826 1982 г. [2] рассматриваемый термин был определен похоже: любое изделие, используемое для таких целей, как производство, преобразование, передача, распределение или потребление электрической энергии такое, как машины, трансформаторы, аппаратура, измерительные приборы, устройства, оборудование для электропроводок, приборы.

Представленные определения термина «электрическое оборудование» из МЭС отличаются друг от друга примерами видов электрооборудования. Эти определения целесообразно уточнить следующим образом. Во-первых, следует уточнить, что понимается под преобразованием электроэнергии – преобразование ее в другой вид энергии, например, в тепловую, световую, механическую энергию, или изменение ее характеристик, например, увеличение или уменьшение напряжения, выполняемое с помощью трансформаторов? Во-вторых, необходимо уточнить, что понимается под использованием электроэнергии – здесь речь должна идти именно о преобразовании электроэнергии в другой вид энергии. В-третьих, без какого-либо ухудшения качества, из процитированного определения можно исключить примеры видов электрооборудования, поскольку их многообразие очень велико, а их упоминание или отсутствие такого не влияет на суть рассматриваемого понятия.

<sup>1</sup> В состав Международного электротехнического словаря входит более 70 стандартов комплекса МЭК 60050, в которых даны определения около 20 000 терминов.

Некоторые стандарты МЭК определение рассматриваемого термина осуществляют на основе ранее действовавшего стандарта МЭК 60050-826 1982 г. или стандарта МЭК 60050-826 2004 г., действующего в настоящее время. Например, в стандарте МЭК 60519-1 «Безопасность в электронагревательных установках. Часть 1. Основные требования» 2004 г. [3] термин «электрическое оборудование» определен на основе информации из стандарта МЭК 60050-826 1982 г.: изделие, используемое для таких целей, как производство, преобразование, передача, распределение или потребление электрической энергии такое, как преобразователи, трансформаторы, конденсаторы, коммутационная аппаратура и аппаратура управления, измерительные приборы, защитные устройства, электропроводки, приборы.

В стандарте МЭК 61140 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для установки и оборудования» 2001 г. [4] и в ранее действовавшем стандарте МЭК 61140 1997 г. [5] определение термина «(электрическое) оборудование» также основано на определении этого термина в стандарте МЭК 60050-826 1982 г. – любое изделие, используемое для таких целей, как производство, преобразование, передача, аккумулялирование, распределение или использование электрической энергии такое, как машины, трансформаторы, аппараты, измерительные приборы, защитные устройства, принадлежности для электропроводок, приборы.

ГОСТ Р МЭК 61140 [6], который разработан на основе МЭК 61140 1997 г., термин «электрооборудование» определил так: «Любое оборудование, предназначенное для производства, преобразования, передачи, аккумулялирования, распределения или потребления электрической энергии, например машины, трансформаторы, аппаратура, измерительные приборы, устройства защиты, кабельная продукция, бытовые электроприборы». Это определение следует уточнить так, как это было предложено выше.

Британский стандарт BS 7671 «Требования для электрических установок. Правила электропроводок IEE<sup>2</sup>» 2001 г. [7] определил термин «электрическое оборудование (сокращение: оборудование)» так: любое изделие для таких целей, как производство, преобразование, передача, распределение или потребление электрической энергии такое, как машины, трансформаторы, аппаратура, измерительные приборы, защитные устройства, электропроводки, принадлежности, приборы и светильники. Цитированное определение похоже на определения из МЭС.

В МЭС и стандартах МЭК большее распространение получило краткое наименование рассматриваемого термина – «оборудование», которое употребляют в определениях многих терминов и в нормативных требованиях, подразумеваемая при этом, что речь идет именно об электрическом оборудовании.

Например, в стандарте МЭК 60050-151 «Международный электротехнический словарь. Часть 151. Электрические и магнитные устройства» 2001 г. [8] термин «оборудование» определен так: отдельный аппарат или комплект устройств или аппаратов, или комплект главных устройств установки, или все устройства, необходимые выполнять особую задачу. В примечании к определению термина указано, что примерами оборудования являются силовой трансформатор, оборудование подстанции, измерительное оборудование.

В стандарте МЭК 60204-1 «Безопасность механического оборудования. Электрическое оборудование для механизмов. Часть 1. Основные требования» 2005 г. [9] термин «оборудование» определен следующим образом: материал, арматура, устройства, компоненты, приборы, приспособления, аппаратура и аналогичные, используемые как часть электрооборудования механизмов или в соединении с ним. Другие стандарты МЭК определяют этот термин применительно к объектам, на которые распространяются их требования.

Термин «электрооборудование» или его сокращенное наименование «оборудование» широко используют в требованиях нормативных документов, а также часто применяют для определения других терминов, так как этот термин является основополагающим термином. Конкретные виды электротехнических изделий в нормативных требованиях объединяют общим понятием «электрооборудование» (кратко – «оборудование»).

К электрооборудованию нормативные документы относят электродвигатели, трансформаторы, коммутационную аппаратуру, аппаратуру управления, защитные устройства, измерительные приборы, кабельные изделия, бытовые электрические приборы и другие электротехнические изделия. Электрооборудование используют для производства электрической энергии, изменения ее характеристик (напряжения, частоты, вида электрического тока и др.), передачи, распределения электроэнергии и, в конечном итоге, – для ее преобразования в другой вид энергии. Электрооборудование, применяемое в электроустановках зданий, в подавляющей своей части предназначено именно для преобразования электроэнергии в механическую, тепловую и световую энергию, то есть оно представляет собой разновидность электрооборудования, называемую электроприемником.

В зависимости от вида электроэнергии, требуемой для питания электрооборудования, оно может быть электрооборудованием постоянного или переменного тока. В электроустановках зданий обычно применяют электрооборудование переменного тока, которое, как правило, представляет собой однофазное или трехфазное электрооборудование. В стандарте МЭК 61000-3-12 «Электромагнитная совмести-

<sup>2</sup> The Institution of Electrical Engineers - Общество инженеров-электриков

мость (ЭМС). Часть 3-12. Предельные значения. Предельные значения для токов гармонических составляющих, генерируемых оборудованием, присоединенным к общественным низковольтным системам, с входным током  $>16$  А и  $\leq 75$  А на фазу» 2004 г. [10] определены два термина:

«однофазное оборудование» – оборудование, которое присоединяют между одним линейным проводником и нейтральным проводником. В примечании к определению термина указано, что это включает в себя оборудование, в котором отдельные нагрузки присоединяют от одного или более линейных проводников до нейтрального проводника;

«трехфазное оборудование» – оборудование, которое присоединяют к трем линейным проводникам. Нейтральный проводник не используют в качестве токопроводящего проводника при нормальных условиях оперирования. В примечании к определению термина указано, что оборудование, предназначенное быть присоединенным ко всем фазам и к нейтрали и там, где нейтральный проводник используют в качестве токопроводящего проводника, рассматривают как три отдельных однофазных изделия.

Процитированные определения имеют отдельные погрешности. Во-первых, однофазное электрооборудование может быть присоединено к двум линейным проводникам, например, в низковольтной электроустановке или какой-то ее части, которые соответствуют типу заземления системы IT. В системах IT нейтральные проводники обычно не применяют. Все однофазное электрооборудование подключают к двум линейным проводникам. Во-вторых, трехфазное электрооборудование может требовать для своего нормального оперирования подключения к трем линейным проводникам и к нейтральному проводнику. Нейтральный проводник в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60364-1 «Низковольтные электрические установки. Часть 1. Основные правила, оценка общих характеристик, определения» 2005 г. [11] представляет собой именно токопроводящий проводник.

В стандарте МЭК 61326-1 «Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования ЭМС. Часть 1. Основные требования» 2005 г. [12] определены два термина, которые условно подразделяют все электрооборудование на две группы в соответствии с областью его предпочтительного применения:

«оборудование класса А» – оборудование, пригодное для использования во всех учреждениях иных, чем бытовые, и непосредственно присоединенных к низковольтной

питающей сети, которая питает здания, используемые для бытовых целей;

«оборудование класса В» – оборудование, пригодное для использования в бытовых учреждениях и в учреждениях, непосредственно присоединенных к низковольтной питающей сети, которая питает здания, используемые для бытовых целей.

В электроустановке здания электрооборудование обычно присоединяют к проводникам электрических цепей с помощью различных зажимов и аналогичных соединительных устройств или посредством штепсельных соединителей (штепсельных вилок и розеток). В стандарте МЭК 60950-1 «Информационное оборудование. Безопасность. Часть 1. Основные требования» 2005 г. [13] все информационное оборудование подразделяют на постоянно присоединенное оборудование и оборудование со штепсельным соединением.

Под постоянно присоединенным оборудованием в стандарте понимают оборудование, которое предназначено для присоединения к электропроводке установки здания, используя винтовые зажимы или другие надежные средства. Оборудование со штепсельным соединением представляет собой оборудование, которое является или оборудованием со штепсельным соединением типа А или оборудованием со штепсельным соединением типа В.

Два последних вида электрооборудования определены в стандарте так:

оборудование со штепсельным соединением типа А – оборудование, которое предназначено для присоединения к питающей цепи через непромышленную штепсельную вилку и штепсельную розетку<sup>3</sup> или (и) неиндустриальное соединительное приспособление;

оборудование со штепсельным соединением типа В – оборудование, которое предназначено для присоединения к питающей цепи через промышленную штепсельную вилку и штепсельную розетку или (и) соединительное приспособление, соответствующие МЭК 60309<sup>4</sup> или сопоставимому национальному стандарту<sup>5</sup>.

В зависимости от степени мобильности электрооборудования, которая может быть реализована во время его функционирования, МЭС подразделяет электрооборудование на неподвижно установленное, стационарное, передвижное и переносное электрооборудование (см. ниже). В стандарте МЭК 60950-1 определен еще один вид оборудования – так называемое «перемещаемое оборудование»:

<sup>3</sup> В нашей стране требования к этим изделиям устанавливают ГОСТ Р 51322.1, ГОСТ Р 51322.2.2, ГОСТ Р 51322.2.4, ГОСТ Р 51322.2.5 и ГОСТ Р 51322.2.6, датированные 1999 г., которые имеют общее наименование «Соединители электрические штепсельные бытового и аналогичного назначения».

<sup>4</sup> В состав комплекса МЭК 60309 «Штепсельные вилки, штепсельные розетки и соединители для промышленного назначения» («Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes») входят два стандарта МЭК 60309-1 и МЭК 60309-2, датированные декабрем 2005 г. В настоящее время МЭК разрабатывает два новых стандарта – МЭК 60309-3 и МЭК 60309-4.

<sup>5</sup> В нашей стране действуют ГОСТ Р 51323.1, ГОСТ Р 51323.2 и ГОСТ Р 51323.3, датированные 1999 г., которые имеют общее наименование «Вилки, штепсельные розетки и соединительные устройства промышленного назначения».



передвижное оборудование, которое предназначено быть регулярно транспортируемым пользователем. В примечании к определению термина указано, что примеры включают в себя персональные компьютеры лэптопы и ноутбуки, компьютеры с рукописным вводом и их портативные принадлежности такие, как принтеры и CD-ROM приводы.

Нормативная документация классифицирует электрооборудование по четырем классам: класс 0, класс I, класс II и класс III в зависимости от мер предосторожности, с помощью которых в электрооборудовании осуществляют защиту от поражения электрическим током. В стандарте МЭК 61140 указано, что если нельзя классифицировать оборудование и устройства таким образом, то технические комитеты<sup>6</sup> должны определить соответствующие методы монтажа для своих изделий. Для некоторого оборудования соответствие с классификацией может быть достигнуто только после его монтажа, например, там, где монтаж предотвращает доступ к токоведущим частям. В этом случае производителем или ответственным продавцом должны быть предоставлены подходящие инструкции.

**Электроприемник** – электрооборудование, предназначенное для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

В стандарте МЭК 60050-826 определен термин «оборудование, использующее ток»: электрическое оборудование, предназначенное преобразовывать электрическую энергию в другой вид энергии, например, в световую, тепловую, механическую энергию.

Британский стандарт BS 7671 определил термин «оборудование, использующее ток» так: оборудование, которое преобразует электрическую энергию в другой вид энергии такую, как свет, тепло или кинетическая энергия. Цитированное определение по своей сути подобно определению из МЭС.

В ГОСТ 19431 [14] определен термин «приемник электрической энергии» – «устройство, в котором происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии для ее использования».

Правила устройства электроустановок седьмого издания [15] используют термин «приемник электрической энергии (электроприемник)», который определен следующим образом: «аппарат, агрегат, и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии».

Определения рассматриваемого термина, приведенные в ГОСТ 19431 и в ПУЭ, в целом соответствуют определению, которое дано этому термину в МЭС. Однако определение термина в МЭС является более правильным с методологической точки зрения, так как электроприемник представляет собой частный случай электрооборудования. Этот факт должен быть учтен при определении термина.

Кроме того, в требованиях национальных нормативных документов целесообразно использовать краткое наименование рассматриваемого термина – «электроприемник».

Электроприемники представляют собой преобладающую часть электрооборудования, которую применяют для преобразования электрической энергии в механическую, тепловую, световую и другие виды энергии. К электроприемникам относят такое электрооборудование, как электродвигатели, электронагреватели, электрические светильники, подавляющую часть бытового электрооборудования (электрические плиты, фены, утюги, стиральные машины, пылесосы, холодильники и др.).

Генераторы, преобразователи характеристик электроэнергии (например, частоты), трансформаторы, зажимы, штепсельные соединители, шины, защитные устройства, измерительные приборы, распределительные устройства и, как правило, кабельная продукция не являются электроприемниками, так как их применяют для производства, изменения характеристик, передачи и распределения электроэнергии, а не для ее преобразования в другой вид энергии.

**Неподвижно установленное электрооборудование** – электрооборудование, закрепленное неподвижно в определенном месте.

В стандарте МЭК 60050-826 определен термин «неподвижно установленное оборудование» – электрическое оборудование, прикрепленное к основанию или закрепленное иным способом в определенном месте.

В стандарте МЭК 60335-1 «Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования» 2004 г. [16] термин «неподвижно установленный прибор» определен следующим образом: прибор, который предназначен быть использованным пока прикреплен к основанию или пока закреплен в определенном месте.

Британский стандарт BS 7671 определил термин «неподвижно установленное оборудование» так: оборудование, разработанное быть прикрепленным к основанию или закрепленным иным способом в определенном месте. Цитированное определение фактически эквивалентно определению из МЭС.

В электроустановках зданий применяют различное электрооборудование, которое во время своей работы должно быть установлено неподвижно в определенном месте. Неподвижно установленное электрооборудование обычно прикрепляют к фундаментам, полам, стенам и потолкам здания. Оно также может быть размещено внутри полов, стен, потолков и других строительных конструкций здания. К неподвижно установленному электрооборудованию относят низковольтные распределительные устройства, электродвигатели систем водоснабжения, отопления, пожаротушения, дымоудаления, смонтированных в здании,

<sup>6</sup> Речь идет о технических комитетах МЭК, в которых разрабатывают стандарты МЭК на различные виды электроустановок и электрооборудования. Стандарт МЭК 61140 содержит требования, которыми должны руководствоваться технические комитеты МЭК.

провода и кабели стационарных электропроводок, большинство светильников, стиральных машин, кондиционеров, электрических водонагревателей, нагревательных кабелей и др. Неподвижно установленное электрооборудование обычно подключают к стационарным электропроводкам с помощью зажимов или эквивалентных им соединителей, однако его могут подключать и к штепсельным розеткам.

**Стационарное электрооборудование** – неподвижно установленное электрооборудование или электрооборудование, не имеющее рукоятки для переноса, масса которого такова, что его трудно перемещать.

В стандарте МЭК 60050-826 термин «стационарное оборудование» определен так: неподвижно установленное оборудование или электрическое оборудование, не снабженное рукояткой для его перемещения, и имеющее такую массу, что его невозможно легко перемещать. В примечании к определению термина сказано, что в стандартах МЭК, относящихся к бытовым приборам, значение этой массы равно 18 кг.

Приложение В стандарта МЭК 60364-1 содержит ссылку к процитированному определению рассматриваемого термина из МЭС. В разъяснении дополнительно указано, что в стандартах МЭК, относящихся к бытовым приборам, значение этой массы равно 18 кг.

В стандарте МЭК 61140 рассматриваемый термин определен так: неподвижно установленное оборудование, или постоянно присоединенное оборудование, или оборудование, которое, вследствие своих физических характеристик, обычно не перемещают и обычно включают в штепсельную розетку.

В стандарте МЭК 60950-1 также определен термин «стационарное оборудование»: оборудование, которое не является подвижным оборудованием. Процитированное определение целесообразно сформулировать более определенно, указав в нем, что стационарное оборудование не является ни подвижным оборудованием, ни переносным оборудованием.

В стандарте МЭК 60335-1 термин «стационарный прибор» определен следующим образом: неподвижно установленный прибор или прибор, который не является портативным прибором. В приведенном определении термин «портативный прибор» следует заменить термином «передвижной прибор», так как в МЭС (в стандарте МЭК 60050-826) термин «портативное оборудование» признан недопустимым. Следовательно, недопустимыми являются все производные от него термины. В определении термина следовало бы также указать, что стационарный прибор не является переносным прибором.

Британский стандарт BS 7671 определил термин «стационарное оборудование» так: электрическое оборудование, которое или прикрепляют, или оборудование, имеющее массу, превышающую 18 кг, и не обеспеченное рукояткой для его перемещения. Процитированное определение похоже на определение из МЭС.

К стационарному электрооборудованию, прежде всего, относят все неподвижно установленное электрооборудование, которое закреплено в определенном месте и которое нельзя перемещать во время его работы. Таким оборудованием являются светильники, встроенные в подвесные потолки, стиральные машины, подключенные к системам водоснабжения и канализации здания, нагревательные кабели, вмонтированные в полы.

Некоторые виды электрооборудования специально не закрепляют в определенных местах, но их размеры и значительная масса, превышающая, например, 18 кг, не позволяют перемещать электрооборудование без приложения значительных усилий, например, холодильники и электроплиты. Подобное электрооборудование также является стационарным электрооборудованием. Стационарное электрооборудование обычно подключают к стационарным электропроводкам с помощью зажимов или эквивалентных им соединителей, но его могут подключать и к штепсельным розеткам.

**Передвижное электрооборудование** – электрооборудование, которое во время работы перемещают или оно может быть легко перемещено.

В стандарте МЭК 60050-826 определен термин «передвижное оборудование» – электрическое оборудование, которое перемещают во время оперирования или которое может быть легко перемещено с одного места на другое в то время, когда оно присоединено к источнику питания. Термин «портативное оборудование», который использовался в предыдущей редакции стандарта МЭК 60050-826 1982 г., признан недопустимым.

В стандарте МЭК 60950-1 определен похожий термин – «подвижное оборудование»: оборудование, которое представляет собой или по массе 18 кг или меньше и не закрепленное, или оборудование с колесами, роликами или другими средствами для облегчения перемещения оператором как требуется для выполнения его предназначенного использования.

Некоторые стандарты МЭК термин «портативное оборудование» употребляют в качестве эквивалента термину «передвижное оборудование». Однако термин «портативное оборудование» и производные от него термины целесообразно заменить термином «передвижное оборудование» и производными от него терминами для того, чтобы терминология стандартов МЭК точнее соответствовала терминологии МЭС.

Например, в стандарте МЭК 60335-1 определен термин «портативный прибор»: прибор, который предназначен быть перемещаемым во время оперирования, или прибор иной, чем неподвижно установленный прибор, имеющий массу менее чем 18 кг. В процитированном определении термин «портативный прибор» целесообразно заменить термином «передвижной прибор».

Британский стандарт BS 7671 также использует термин «портативное оборудование», определенный так: электри-

ческое оборудование, которое перемещают во время оперирования или которое может быть легко перемещено с одного места на другое в то время, когда оно присоединено к источнику питания. Прочитанное определение идентично определению, приведенному в стандарте МЭК 60050-826. Отличаются только наименования терминов.

Помимо стационарного и переносного электрооборудования в электроустановках зданий используют передвижное электрооборудование. К передвижному электрооборудованию относят такое электрооборудование, которое обычно перемещают во время его работы, например, электропылесосы, электрокосилки, электрокультиваторы и др., или могут перемещать, например, настольные электросветильники, настольные и напольные электровентиляторы, электрочайники и др. Передвижное электрооборудование, как правило, подключают к стационарным электропроводам с помощью штепсельных розеток. В некоторых случаях передвижное электрооборудование с помощью гибких соединительных кабелей может быть подключено к низковольтным распределительным устройствам, например, при использовании передвижного электрооборудования во время выполнения ремонтных работ в здании.

**Переносное электрооборудование** – электрооборудование, предназначенное находиться в руках при его нормальном использовании.

В стандарте МЭК 60050-826 термин «переносное оборудование» определен так: электрическое оборудование, предназначенное быть удерживаемым в руках во время нормального использования.

Приложение В стандарта МЭК 60364-1 содержит ссылку к прочитанному определению рассматриваемого термина из МЭС. При этом определение термина дополнено следующим разъяснением: это подразумевает оборудование, чье функционирование рассчитано на постоянную поддержку или управление руками.

В стандарте МЭК 60950-1 также определен термин «переносное оборудование»: подвижное оборудование или часть какой-нибудь разновидности оборудования, которое предназначено быть удерживаемым в руках во время нормального использования.

В стандарте МЭК 60335-1 определен термин «переносной прибор»: портативный прибор, предназначенный быть удерживаемым в руках во время нормального использования. В прочитанном определении использован термин «портативный прибор», который представляет собой термин, производный от термина «портативное оборудование», признанного недопустимым в МЭС (в стандарте МЭК 60050-826). Поэтому термин «портативный прибор» целесообразно заменить термином «прибор» или «электрический прибор» для того, чтобы рассматриваемое определение больше соответствовало определению термина «переносное оборудование» из МЭС.

Большое число электрооборудования, применяемого в электроустановках зданий, представляет собой перенос-

ное электрооборудование. Переносное электрооборудование во время работы находится в руках человека. Переносное электрооборудование значительно меньше и легче передвижного. Его обычно подключают к стационарным электропроводам с помощью штепсельных розеток, однако оно может быть подключено и к низковольтным распределительным устройствам с помощью гибких соединительных кабелей.

К переносному электрооборудованию относят повсеместно используемое бытовое электрооборудование такое, например, как электроутюги, электрофены, электромассажеры, электробритвы, электрический инструмент (электропаяльники, электродрели, электрорубанки, электропилы) и др. В нормативной документации переносное электрооборудование рассматривают в качестве источника более высокой опасности поражения электрическим током, чем стационарное электрооборудование. Поэтому в особо опасных условиях нормативные документы запрещают использовать переносное электрооборудование (за исключением переносного электрооборудования класса III), а в опасных условиях – требуют применения дополнительных мер защиты от поражения электрическим током, например, использование устройств защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током не более 0,03 А.

**Электрооборудование класса 0** – электрооборудование, в котором основная изоляция используется в качестве меры предосторожности для основной защиты, а защита при повреждении не предусмотрена.

В стандартах МЭК 61140 2001 г. и 1997 г. термин «оборудование класса 0» определен так: оборудование с основной изоляцией в качестве меры предосторожности для основной защиты и без мер предосторожности для защиты при повреждении. Вместе с тем, в этих стандартах указано, что рекомендуется исключить оборудование класса 0 из международной стандартизации. Однако класс 0 был включен сюда, поскольку этот класс по-прежнему упоминают в некоторых стандартах на изделия.

Требования к оборудованию класса 0 изложены в п. 7.1 стандарта МЭК 61140 2001 г. В них указано, что все проводящие части, которые не отделены от опасных токоведущих частей посредством, по крайней мере, основной изоляции, следует рассматривать, как будто они являются опасными токоведущими частями.

Таблица 1 стандарта МЭК 61140 предписывает применять оборудование класса 0 только в непроводящей среде или защищать его электрическим разделением. Причем электрическое разделение предусмотрено индивидуально для каждого оборудования.

В стандарте МЭК 60335-1 определен термин «прибор класса 0»: прибор, в котором защита от поражения электрическим током зависит только от основной изоляции; там нет средств для присоединения доступных проводящих частей, если это имеет место, к защитному проводнику в стационарной электропроводке установки; надежду, в слу-

чае повреждения основной изоляции, возлагают на окружающую среду. Примечание к определению термина разъясняет, что приборы класса 0 имеют или оболочку из изоляционного материала, которая может составлять часть или всю основную изоляцию, или металлическую оболочку, которую отделяют от токоведущих частей посредством соответствующей изоляции. Если прибор с оболочкой изоляционного материала имеет меру предосторожности для заземления внутренних частей, его рассматривают прибором класса I или прибором класса 0I<sup>7</sup>.

В ГОСТ Р МЭК 61140, который разработан на основе ранее действовавшего стандарта МЭК 61140 1997 г., определен термин «электрооборудование класса защиты 0»: «Электрооборудование с основной изоляцией в качестве меры для основной защиты, не предусматривающее меры защиты при наличии неисправности». Это определение имеет терминологические ошибки. Во-первых, рассматриваемый термин следует поименовать следующим образом – «электрооборудование класса 0», поскольку в первоисточнике (стандарте МЭК 61140) в наименовании термина отсутствует слово «защита». Во-вторых, термин «защита при наличии неисправности» более правильно назвать так – «защита при повреждении». В-третьих, в процитированном определении сказано о мерах защиты, а в первоисточнике речь идет о мерах предосторожности, которые представляют собой какой-то из элементов защитной меры. В ГОСТ Р МЭК 61140, также как в стандарте МЭК 61140, указано: «Рекомендуется в будущем исключить электрооборудование класса защиты 0 из международной стандартизации. Однако класс защиты 0 был включен в настоящий стандарт, поскольку он по-прежнему упоминается в стандартах на изделия».

ГОСТ Р МЭК 536 [17] содержит следующее определение термина «оборудование класса 0»: «Оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией; при этом отсутствует электрическое соединение открытых проводящих частей, если таковые имеются, с защитным проводником стационарной проводки. При пробое основной изоляции защита должна обеспечиваться окружающей средой (воздух, изоляция пола и т. п.)». Это определение существенно отличается от определения рассматриваемого термина, приведенного в стандарте МЭК 61140 и в ГОСТ Р МЭК 61140.

Причина отличия заключается в том, что стандарты МЭК 60536 и МЭК 60536-2, на основе которых были разработаны ГОСТ Р МЭК 536 и ГОСТ Р МЭК 60536-2 [18], в 1999 г. были заменены Международной электротехнической комиссией стандартом МЭК 61140 1997 г. Требования этого стандарта были построены на новых понятиях, которые не применялись в стандартах МЭК 60536 и МЭК 60536-2. Поэтому в стандарте МЭК 61140 1997 г. было дано иное определение оборудованию класса 0.

<sup>7</sup> Термин «прибор класса 0I» определен в стандарте МЭК 60335-1 так: прибор, повсюду имеющий, по крайней мере, основную изоляцию и встроенный заземляющий зажим, но имеющий шнур питания без заземляющего проводника и штепсельную вилку без заземляющего контакта.

В настоящее время международные требования к электрооборудованию класса 0 изложены в стандарте МЭК 61140 2001 г., а национальные требования приведены, с одной стороны, в ГОСТ Р МЭК 536 и ГОСТ Р МЭК 60536-2, которые нужно аннулировать, и, с другой стороны, в ГОСТ Р МЭК 61140, который следует обновить. Более того, до сих пор не отменен ГОСТ 12.2.007.0 [19], который был введен в действие в 1978 г. Этот стандарт указывает, что «К классу 0 должны относиться изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классу II или III».

У электрооборудования класса 0 защита от поражения электрическим током предусматривает использование мер предосторожности, применяемых только для обеспечения основной защиты. Электрооборудование класса 0 имеет основную изоляцию своих опасных токоведущих частей. Открытые проводящие части данного электрооборудования, если таковые имеются, не присоединяют к защитным проводникам. Если произошло повреждение основной изоляции какой-либо опасной токоведущей части, результатом которого стало возникновение электрической связи между этой токоведущей частью и открытой проводящей частью, то на открытой проводящей части может появиться опасное напряжение. В этих условиях защита человека или животного от поражения электрическим током обеспечивается только окружающей средой.

Если человек (животное), имеющий электрическую связь с землей или проводящими частями, соединенными с землей, прикоснется к находящейся под напряжением открытой проводящей части электрооборудования класса 0, он может быть поражен электрическим током. Поэтому в электроустановках зданий следует избегать применения электрооборудования класса 0, так как при его использовании нельзя достигнуть такого же уровня электробезопасности, который возможен при использовании электрооборудования класса I.

Однако в некоторых случаях использование в электроустановках зданий электрооборудования класса 0 не влечет за собой снижения уровня электробезопасности. Например, когда для защиты от поражения электрическим током применяют электрическое разделение, при котором ко вторичной обмотке разделительного трансформатора подключают только один электроприемник класса 0, или когда электрооборудование класса 0 применяют в изолирующих (непроводящих) помещениях, зонах и площадках (в непроводящей среде).

**Электрооборудование класса I** – электрооборудование, в котором основная изоляция используется в качестве меры предосторожности для основной защиты, а защитное соединение – в качестве меры предосторожности для защиты при повреждении.



В стандартах МЭК 61140 2001 г. и 1997 г. термин «оборудование класса I» определен так: оборудование с основной изоляцией в качестве меры предосторожности для основной защиты и защитным соединением в качестве меры предосторожности для защиты при повреждении.

Требования к оборудованию класса I изложены в п. 7.2 стандарта МЭК 61140 2001 г. В требованиях к изоляции указано, что все проводящие части, которые не отделены от опасных токоведущих частей посредством, по крайней мере, основной изоляции, следует рассматривать, как будто они являются опасными токоведущими частями. Это также применяется к проводящим частям, которые отделены основной изоляцией, но которые присоединены к опасным токоведущим частям через компоненты, которые не разработаны для таких же самых напряжений, как определено для основной изоляции.

Требования стандарта к защитному уравниванию потенциалов предписывают, чтобы открытые проводящие части оборудования были присоединены к зажиму защитного уравнивания потенциалов<sup>8</sup>. При этом разъясняется, что открытые проводящие части включают в себя те части, которые защищены только красками, олифами, лаками и подобными покрытиями. Проводящие части, которых можно коснуться, не являются открытыми проводящими частями, если они отделены от опасных токоведущих частей посредством защитного разделения<sup>9</sup>.

В стандарте также установлены требования к выполнению доступных поверхностей из изоляционного материала в том случае, если оборудование не полностью покрыто проводящими материалами. Доступные поверхности частей из изоляционного материала, которые: разработаны, чтобы быть захваченными руками, или вероятно, войдут в контакт с проводящими поверхностями, которые могли распространять опасный потенциал, или могут войти в значительный контакт (поверхность более чем 50×50 мм) с частью тела человека, или части, используемые в зонах, где загрязнение является высоко проводящим, должны быть отделены от опасных токоведущих частей посредством двойной или усиленной изоляции, или основной изоляции и защитным экранированием, или комбинацией этих мер предосторожности. Все другие доступные поверхности частей из изоляционного материала должны быть отделены от опасных токоведущих частей посредством, по крайней мере, основной изоляции. Для оборудования, предназначенного быть частью неподвижной установки, основная изоляция должна быть обеспечена или производителем, или во время монтажа, как определено производителем,

или ответственным продавцом в соответствии с его инструкциями. Считают, что эти требования выполнены, если доступные части из изоляционного материала обеспечивают требуемую изоляцию. Однако технические комитеты могут установить более жесткие требования, чем основная изоляция, для некоторых доступных частей из изоляционного материала (например, которых необходимо часто касаться таких, как средства оперирования), принимая во внимание площадь поверхности контакта с телом человека.

Требования стандарта МЭК 61140 к присоединению защитного проводника предусматривают идентификацию средств присоединения, за исключением штепсельных соединений, или символом № 5019 МЭК 60417-2<sup>10</sup> (☞), или буквами «PE», или двухцветной комбинацией желтого и зеленого цветов. Знак не должен быть размещен на винтах, шайбах или других частях, которые могут быть сняты, когда присоединяют проводники, или закреплен посредством их. Для оборудования, присоединяемого с помощью шнура, меры предосторожности должны быть выполнены так, чтобы защитный проводник в шнуре, в случае повреждения механизма снятия натяжения, был бы последним проводником, который рассоединяют.

Таблица 1 стандарта МЭК 61140 предписывает маркировать зажим защитного уравнивания потенциалов указанными выше способами и присоединять этот зажим к системе защитного уравнивания потенциалов установки.

В стандарте МЭК 60974-1 «Оборудование электродуговой сварки. Часть 1. Сварочные источники питания» 2005 г. [20] термин «оборудование класса I» определен следующим образом: оборудование с основной изоляцией в качестве меры предосторожности для основной защиты и защитным соединением в качестве меры предосторожности для защиты при повреждении в соответствии с МЭК 61140.

В стандарте МЭК 60950-1 также определен термин «оборудование класса I»: оборудование, где защита от поражения электрическим током достигается посредством использования основной изоляции и обеспечения средствами присоединения к защитному заземляющему проводнику в электропроводке здания тех проводящих частей, которые в противном случае являются способными к приобретению опасных напряжений, если повреждается основная изоляция. В примечании к определению термина уточняется, что оборудование класса I может иметь части с двойной или усиленной изоляцией.

В стандарте МЭК 60335-1 определен термин «прибор класса I»: прибор, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоля-

<sup>8</sup> Зажим защитного уравнивания потенциалов определен в стандарте так: зажим, предназначенный для целей защитного уравнивания потенциалов.

<sup>9</sup> Под защитным разделением в стандарте понимают (электрическое) защитное разделение - разделение одной электрической цепи от другой посредством двойной изоляции или основной изоляции и электрического защитного экранирования, или усиленной изоляции.

<sup>10</sup> В настоящее время действует стандарт МЭК 60417 (База данных) «Графические символы для использования на оборудовании» (IEC 60417-DB «Graphical symbols for use on equipment»), датированный октябрём 2002 г.



ции, но которая включает дополнительную меру предосторожности, в которой доступные проводящие части присоединяют к защитному заземляющему проводнику стационарной электропроводки установки таким образом, что доступные проводящие части не могут оказаться под напряжением в случае повреждения основной изоляции. Примечание к определению термина разъясняет, что эта мера предосторожности включает в себя защитный заземляющий проводник в шнуре питания.

В стандарте МЭК 60745-1 «Ручной электрический инструмент с приводом от двигателя. Безопасность. Часть 1. Общие требования» 2006 г. [21] определен термин «инструмент класса I»: инструмент, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной, двойной или усиленной изоляции, но которая включает дополнительную меру предосторожности, в которой доступные проводящие части присоединяют к защитному заземляющему проводнику стационарной электропроводки установки таким образом, что доступные проводящие части не могут оказаться под напряжением в случае повреждения основной изоляции. Также рассматривают как инструменты класса I инструменты повсюду с двойной изоляцией и (или) усиленной изоляцией, имеющие заземляющий зажим или заземляющий контакт.

В стандарте МЭК 60065 «Аудио-, видео и аналоговая электронная аппаратура. Требования безопасности» 2005 г. [22] использован термин «класс I», который определен следующим образом: конструкция, в которой защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но которая включает в себя дополнительную меру предосторожности **таким образом, что** предусмотрены средства для присоединения доступных проводящих частей к защитному (заземляющему) проводнику в стационарной электропроводке установки **таким образом, что** доступные проводящие части не могут оказаться под опасным напряжением в случае повреждения основной изоляции. Примечание к определению содержит разъяснение о том, что такая конструкция может иметь части класса II.

В стандарте МЭК 60601-1 «Медицинское электрическое оборудование. Часть 1. Основные требования для базовой безопасности и важнейшие характеристики» 2005 г. [23] также определен термин «класс I»: термин, относящийся к электрическому оборудованию, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но которая включает в себя дополнительную меру предосторожности, в которой предусмотрены средства для доступных частей из металла или внутренних частей из металла, чтобы выполнить защитное заземление.

Британский стандарт BS 7671 использует термин «оборудование класса I», определенный так: оборудование, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но которая включает средство для присоединения открытых проводящих

частей к защитному проводнику в стационарной электропроводке установки.

В ГОСТ Р МЭК 61140, который разработан на основе стандарта МЭК 61140 1997 г., определен термин «электрооборудование класса защиты I»: «Электрооборудование с основной изоляцией в качестве меры основной защиты и выравнивание потенциалов в качестве защиты при наличии неисправности». Процитированное определение имеет терминологические ошибки. Во-первых, рассматриваемый термин следует поименовать так – «электрооборудование класса I». Во-вторых, термин «защита при наличии неисправности» более правильно назвать следующим образом – «защита при повреждении». В-третьих, в процитированном определении необходимо говорить о мерах предосторожности, которые представляют собой какой-то из элементов меры защиты.

ГОСТ Р МЭК 536 содержит следующее определение термина «оборудование класса I»: «Оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией и соединением открытых проводящих частей, доступных прикосновению, с защитным проводником стационарной проводки. В этом случае открытые проводящие части, доступные прикосновению, не могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции после срабатывания соответствующей защиты». Это устаревшее определение существенно отличается от соответствующих определений, приведенных в стандарте МЭК 61140 и в ГОСТ Р МЭК 61140.

ГОСТ 12.2.007.0 указывает, что «К классу I должны относиться изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и элемент для заземления. В случае, если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом».

У электрооборудования класса I защита от поражения электрическим током предусматривает использование мер предосторожности, применяемых для обеспечения основной защиты и защиты при повреждении. Электрооборудование класса I имеет основную изоляцию своих опасных токоведущих частей. Открытые проводящие части этого электрооборудования должны быть присоединены к системе защитного уравнивания потенциалов, смонтированной в здании. С этой целью их соединяют с защитными проводниками стационарных электропроводок.

Если произошло повреждение основной изоляции какой-либо опасной токоведущей части, результатом которого стало возникновение электрической связи между этой токоведущей частью и открытой проводящей частью, то на открытой проводящей части может появиться опасное напряжение. Аналогичное напряжение появится на открытых проводящих частях и сторонних проводящих частях, включенных в систему защитного уравнивания потенциалов. Кроме того, при появлении опасного напряжения на открытой проводящей части электрооборудования класса I за-

щитное устройство должно отключать электрическую цепь с аварийным электрооборудованием.

Указанную меру защиты называют автоматическим отключением питания. Ее применяют в электроустановках зданий для защиты от косвенного прикосновения (по классификации ГОСТ Р 50571.3 [24]) и для обеспечения защиты при повреждении (по классификации ГОСТ Р МЭК 61140). Автоматическое отключение питания ориентировано на упреждающее отключение электрической цепи, в которой появилось электрооборудование класса I с поврежденной основной изоляцией какой-либо опасной токоведущей части для того, чтобы человек (животное) в большинстве случаев не мог прикоснуться к открытой проводящей части, оказавшейся под опасным напряжением. Автоматическое отключение питания в некоторых случаях позволяет сократить продолжительность прикосновения человека (животного) к находящейся под напряжением открытой проводящей части, если таковое произошло. Использование в электроустановках зданий электрооборудования класса I вместо электрооборудования класса 0 позволяет существенно повысить уровень электробезопасности особенно в тех случаях, когда с этим электрооборудованием контактируют обычные лица.

**Электрооборудование класса II** – электрооборудование, в котором основная изоляция используется в качестве меры предосторожности для основной защиты, а дополнительная изоляция – в качестве меры предосторожности для защиты при повреждении, или в котором основная защита и защита при повреждении обеспечиваются усиленной изоляцией.

В стандартах МЭК 61140 2001 г. и 1997 г. термин «оборудование класса II» определен так: оборудование с основной изоляцией в качестве меры предосторожности для основной защиты и дополнительной изоляцией в качестве меры предосторожности для защиты при повреждении, или в котором основная защита и защита при повреждении обеспечиваются посредством усиленной изоляцией.

Требования к оборудованию класса II изложены в п. 7.3 стандарта МЭК 61140 2001 г. В требованиях к изоляции указано, что доступные проводящие части и доступные поверхности частей из изоляционного материала должны быть: или отделены от опасных токоведущих частей посредством двойной или усиленной изоляцией, или разработаны с конструктивными средствами, предусматривающими эквивалентную защиту, например, устройство защитного сопротивления<sup>11</sup>. Для оборудования, предназначенного быть частью стационарной установки, это требование должно быть выполнено, когда должным образом монтируют оборудование. Это означает, что изоляция (основная, дополнительная или усиленная) или защитное сопротивление, если имеет отношение к делу, должны быть преду-

смотрены или изготовителем, или во время монтажа, как определено производителем или ответственным продавцом в его инструкциях. Средства, обеспечивающие эквивалентную защиту при повреждении, могут быть определены техническими комитетами наряду с требованиями, соответствующими характеру оборудования и его применению.

Все проводящие части, которые отделены от опасных токоведущих частей посредством только основной изоляции или конструктивных средств, обеспечивающих эквивалентную защиту, должны быть отделены от доступной поверхности посредством дополнительной изоляции или конструктивных средств, обеспечивающих эквивалентную защиту. Все проводящие части, которые не отделены от опасных токоведущих частей посредством, по крайней мере, основной изоляции, следует рассматривать как будто они являются опасными токоведущими частями, то есть они должны быть отделены от доступных поверхностей с соответствии с требованиями, указанными выше.

Оболочка не должна содержать в себе каких-либо винтов или крепежных средств из изоляционного материала в тех случаях, когда эти винты или другие крепежные средства необходимо снимать или существует вероятность того, что их будут снимать во время монтажа и технического обслуживания и в тех случаях, когда их замена металлическими винтами или другими крепежными средствами может ухудшить требуемую изоляцию.

Стандарт МЭК 61140 устанавливает также следующие требования к защитному присоединению. Проводящие части, к которым можно прикоснуться, и промежуточные части не должны быть преднамеренно присоединены к каким-либо средствам соединения для защитного проводника. Если оборудование обеспечено средствами для поддержания непрерывности защитного уравнивания потенциалов, но во всех других отношениях сконструировано как оборудование класса II, такие средства должны быть изолированы от токоведущих частей и доступных проводящих частей оборудования посредством основной изоляции и маркированы так, как требуется для оборудования класса I. Оборудование не должно быть маркировано символом, указанным ниже. Оборудование класса II может быть обеспечено средствами для присоединения к земле для функциональных (отличных от защитных) целей только там, где такую необходимость признают в уместном стандарте МЭК. Такие средства должны быть изолированы от токоведущих частей посредством двойной или усиленной изоляции.

Оборудование класса II должно быть маркировано графическим символом № 5172 МЭК 60417-2 (□), размещенном рядом с информацией об источнике питания, например, на табличке с техническими данными, таким образом, чтобы было ясно, что символ является частью технической информации и никоим образом не может быть перепутан с

<sup>11</sup> Термин «устройство защитного сопротивления» определен в стандарте так: компонент или совокупность компонентов, полное сопротивление и конструкция которых такие, что гарантируют ограничение установившегося тока прикосновения и заряда до безопасных значений.

именем изготовителя или другими идентификационными обозначениями.

Таблица 1 стандарта МЭК 61140 предписывает маркировать оборудование класса II указанным выше способом (двойным квадратом). Условия по присоединению электрооборудования класса II к низковольтной электроустановке, как указано в этой таблице, не зависят от применяемых в электроустановке защитных мер.

В стандарте МЭК 60974-1 термин «оборудование класса II» определен следующим образом: оборудование с основной изоляцией в качестве меры предосторожности для основной защиты и дополнительной изоляцией в качестве меры предосторожности для защиты при повреждении или в котором основная защита и защита при повреждении обеспечиваются усиленной изоляцией в соответствии с МЭК 61140.

В стандарте МЭК 60950-1 также определен термин «оборудование класса II»: оборудование, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но в которой предусмотрены дополнительные меры предосторожности такие, как двойная изоляция или усиленная изоляция; там нет зависимости от защитного заземления.

В стандарте МЭК 60335-1 определен термин «прибор класса II»: прибор, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но в которой предусмотрены дополнительные меры предосторожности такие, как двойная изоляция или усиленная изоляция; там нет меры предосторожности для защитного заземления или зависимости от условий монтажа. Примечания к определению термина разъясняют, что такой прибор может быть одним из следующих типов:

прибором, имеющим прочную и, большей частью, непрерывную оболочку из изоляционного материала, которая охватывает все металлические части, за исключением маленьких частей таких, как фирменные таблички, винты и заклепки, которые изолированы от токоведущих частей посредством изоляции, по крайней мере, эквивалентной усиленной изоляции; такой прибор называют прибором класса II с изолированным корпусом;

прибором, имеющим, большей частью, непрерывную металлическую оболочку, в котором повсюду используют двойную изоляцию или усиленную изоляцию; такой прибор называют прибором класса II с металлическим корпусом;

прибором, который представляет собой комбинацию прибора класса II с изолированным корпусом и прибора класса II с металлическим корпусом.

Оболочка прибора класса II с изолированным корпусом может включать в себя часть или всю дополнительную изоляцию или усиленную изоляцию. Если прибор повсюду с двойной изоляцией или усиленной изоляцией имеет меру предосторожности для заземления, его рассматривают прибором класса I или прибором класса 0I.

В стандарте МЭК 60745-1 определен термин «инструмент класса II»: инструмент, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но в которой предусмотрены дополнительные меры предосторожности такие, как двойная изоляция или усиленная изоляция; там нет меры предосторожности для защитного заземления или зависимости от условий монтажа.

В стандарте МЭК 60065 использован термин «класс II», который определен следующим образом: конструкция, в которой защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но в которой предусмотрены дополнительные меры предосторожности такие, как двойная изоляция или усиленная изоляция; там нет меры предосторожности для защитного заземления или зависимости от условий монтажа.

В стандарте МЭК 60601-1 также определен термин «класс II»: термин, относящийся к электрическому оборудованию, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но в которой предусмотрены дополнительные меры предосторожности такие, как двойная изоляция или усиленная изоляция; там нет меры предосторожности для защитного заземления или зависимости от условий монтажа. В примечании к определению термина указано, что оборудование класса II может быть обеспечено функциональным заземляющим зажимом или функциональным заземляющим проводником.

Британский стандарт BS 7671 использует термин «оборудование класса II», определенный так: оборудование, в котором защита от поражения электрическим током не основывается только на основной изоляции, но в которой предусмотрены дополнительные меры предосторожности такие, как дополнительная изоляция; там нет меры предосторожности для присоединения открытой металлоконструкции оборудования к защитному проводнику и нет зависимости от мер предосторожности, предпринимаемых в стационарной электропроводке установки.

В ГОСТ Р МЭК 61140, который разработан на основе стандарта МЭК 61140 1997 г., определен термин «электрооборудование класса защиты II»: «Электрооборудование с использованием: основной изоляцией в качестве меры основной защиты и дополнительной изоляцией в качестве меры защиты при наличии неисправности, или в котором: основная защита и защита при наличии неисправности обеспечиваются усиленной изоляцией». Это определение имеет терминологические ошибки. Во-первых, рассматриваемый термин следует поименовать следующим образом – «электрооборудование класса II». Во-вторых, термин «защита при наличии неисправности» более правильно называть так – «защита при повреждении». В-третьих, в процитированном определении следует указать меры предосторожности, а не меры защиты.

ГОСТ Р МЭК 536 содержит следующее определение термина «оборудование класса II»: «Оборудование, в котором

защита от поражения электрическим током обеспечивается применением двойной или усиленной изоляции. В оборудовании класса II отсутствуют средства защитного заземления и защитные свойства окружающей среды не используются в качестве меры обеспечения безопасности». Определение существенно отличается от определений, приведенных в стандарте МЭК 61140 и в ГОСТ Р МЭК 61140.

ГОСТ 12.2.007.0 указывает, что «К классу II должны относиться изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления».

У электрооборудования класса II защита от поражения электрическим током предусматривает использование мер предосторожности, применяемых для обеспечения основной защиты и защиты при повреждении. Электрооборудование класса II имеет основную и дополнительную изоляцию (то есть – двойную изоляцию) или усиленную изоляцию своих опасных токоведущих частей. Доступные прикосновению проводящие части указанного электрооборудования, если таковые имеются, не присоединяют к защитным проводникам электроустановки здания с целью обеспечения защитного заземления. При повреждении основной изоляции какой-либо опасной токоведущей части ее дополнительная изоляция препятствует появлению напряжения на доступной прикосновению проводящей части электрооборудования класса II. Усиленная изоляция опасных токоведущих частей электрооборудования класса II обеспечивает аналогичную двойной изоляции степень защиты от поражения электрическим током.

Применение в электроустановках зданий электрооборудования класса II рассматривают в ГОСТ Р 50571.3 и в главе 1.7 ПУЭ в качестве меры защиты от косвенного прикосновения.

Электрооборудование класса II широко применяют в электроустановках зданий, особенно в тех помещениях, которые характеризуются повышенной опасностью поражения электрическим током. Применение в подобных условиях электрооборудования класса II позволяет обеспечить более высокий уровень электробезопасности, чем при использовании электрооборудования класса I. Широкое распространение получило переносное электрооборудование класса II, например, электрический инструмент.

**Электрооборудование класса III** – электрооборудование, в котором ограничение напряжения значением сверхнизкого напряжения используется в качестве меры предосторожности для основной защиты, а защита при повреждении не предусмотрена.

В стандартах МЭК 61140 2001 г. и 1997 г. термин «оборудование класса III» определен так: оборудование, основанное на ограничении напряжения до значения сверхнизкого напряжения в качестве меры предосторожности для

основной защиты и без меры предосторожности для защиты при повреждении.

Требования к оборудованию класса III изложены в п. 7.4 стандарта МЭК 61140 2001 г. В требованиях к напряжению указано, что оборудование должно быть разработано для максимального номинального напряжения, не превышающего 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока. В соответствии с п. 411 МЭК 60364-4-41<sup>12</sup>, оборудование класса III допускают для присоединения только к системам БСНН и ЗСНН. Технические комитеты должны устанавливать максимально допустимое номинальное напряжение своих изделий в соответствии с МЭК 61201<sup>13</sup> и определенными условиями использования этих изделий.

Внутренние цепи могут оперировать при любом номинальном напряжении, которое не превышает пределы, указанные выше. В случае единичного повреждения внутри оборудования установившееся напряжение прикосновения, которое может появиться или быть генерированным, не должно превысить указанные выше пределы.

Оборудование класса III не должно быть обеспечено средствами присоединения для защитного проводника. Оборудование, тем не менее, может быть обеспечено средствами для присоединения к земле для функциональных (отличных от защитных) целей там, где такую необходимость признают в уместном стандарте МЭК. В любом случае мера предосторожности для присоединения токоведущих частей к земле не должна быть выполнена в оборудовании.

Оборудование класса II должно быть маркировано графическим символом № 5180 МЭК 60417-2 (⚡). Это требование не применяют там, где средству присоединения к источнику питания придают такую форму, что его можно только соединить исключительно с устройством питания, разработанным сугубо для систем БСНН или ЗСНН.

Таблица 1 стандарта МЭК 61140 предписывает маркировать указанным выше способом (римской цифрой III в ромбе). Условия по применению электрооборудования класса III в низковольтной электроустановке, как указано в этой таблице, допускают его присоединение только к системам БСНН или ЗСНН.

В стандарте МЭК 60950-1 также определен термин «оборудование класса III»: оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основывается только на питании от цепей БСНН и в котором не генерируются опасные напряжения.

В стандарте МЭК 60335-1 определен термин «прибор класса III»: прибор, в котором защита от поражения электрическим током основывается на питании безопасным сверхнизким напряжением и в котором не генерируются напряжения более чем безопасное сверхнизкое напряжение.

<sup>12</sup> На основе стандарта МЭК 60364-4-41 1992 г. был разработан ГОСТ Р 50571.3. В настоящее время действует стандарт МЭК 60364-1 «Низковольтные электрические установки. Часть 1. Основные правила, оценка общих характеристик, определения» 2005 г. [25].

<sup>13</sup> Технический отчет МЭК 61201 «Сверхнизкое напряжение (СНН). Предельные значения» 1992 г. [26].

В стандарте МЭК 60745-1 определен термин «инструмент класса III»: инструмент, в котором защита от поражения электрическим током основывается на питании безопасным сверхнизким напряжением и в котором не генерируются напряжения более чем безопасное сверхнизкое напряжение.

Британский стандарт BS 7671 использует термин «оборудование класса III», определенный так: оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основывается на питании безопасным сверхнизким напряжением и в котором не генерируются напряжения более чем безопасное сверхнизкое напряжение.

В ГОСТ Р МЭК 61140, который разработан на основе стандарта МЭК 61140 1997 г., определен термин «электрооборудование класса защиты III»: «Электрооборудование, в основе которого лежит ограничение напряжения сверхнизкими значениями в качестве меры основной защиты, а не меры защиты при наличии неисправности». Это определение содержит терминологические ошибки. Во-первых, рассматриваемый термин следует поименовать следующим образом – «электрооборудование класса III». Во-вторых, термин «защита при наличии неисправности» более правильно назвать так – «защита при повреждении». В-третьих, в процитированном определении речь должна идти о мерах предосторожности, а не о мерах защиты.

ГОСТ Р МЭК 536 содержит следующее определение термина «оборудование класса III»: «Оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основана на питании от источника безопасного сверхнизкого напряжения и в котором не возникают напряжения выше безопасного сверхнизкого напряжения». Это устаревшее определение существенно отличается от определений, приведенных в стандарте МЭК 61140 и в ГОСТ Р МЭК 61140.

ГОСТ 12.2.007.0 указывает, что «К классу III должны относиться изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением свыше 42 В. Изделия, получающие питание от внешнего источника, могут быть отнесены к классу III только в том случае, если они предназначены для присоединения непосредственно к источнику питания с напряжением не выше 42 В, у которого при холостом ходе оно не превышает 50 В. При использовании в качестве источника питания трансформатора или преобразователя его входная и выходная обмотки не должны быть электрически связаны и между ними должна быть двойная или усиленная изоляция».

## ЛИТЕРАТУРА

1. *International standard IEC 60050-826. International Electrotechnical Vocabulary. Part 826: Electrical installations. Second edition.* – Geneva: IEC, 2004-08.
2. *Публикация МЭК 60050 (826). Международный электротехнический словарь. Гл. 826: Электрические установки зданий.* – Женева: МЭК, 1982.
3. *International standard IEC 60519-1. Safety in electroheat installations. Part 1: General requirements. Third edition.* – Geneva: IEC, 2004-05.

У электрооборудования класса III защита от поражения электрическим током предусматривает использование мер предосторожности, применяемых для обеспечения основной защиты. Электрооборудование класса III имеет напряжение, значение которого не превышает сверхнизкого напряжения – 50 В в электрических цепях переменного тока и 120 В в электрических цепях постоянного тока. Доступные прикосновению проводящие части данного электрооборудования не присоединяют к защитным проводникам. Если произошло повреждение основной изоляции какой-либо токоведущей части, результатом которого стало возникновение электрической связи между этой токоведущей частью и доступной проводящей частью, то на доступной проводящей части электрооборудования класса III не может появиться опасное напряжение, превышающее сверхнизкое напряжение. Такое напряжение обычно не представляет опасности для человека и животных. Поэтому у электрооборудования класса III не предусмотрены меры предосторожности для защиты при повреждении.

Использование в электроустановках зданий электрооборудования класса III рассматривают в ГОСТ Р 50571.3 и в главе 1.7 ПУЭ в качестве меры защиты от прямого и косвенного прикосновений. Электрооборудование класса III применяют в особо опасных условиях, когда чрезвычайно велика вероятность поражения электрическим током. Например, переносные светильники, применяемые в стесненных помещениях с проводящими полами и стенами, светильники, установленные в фонтанах и бассейнах, и другое электрооборудование, предназначенное для функционирования в аналогичных условиях, должно быть электрооборудованием класса III.

Высокие электрозащитные свойства электрооборудования класса III в большой степени обусловлены его источником питания. Это электрооборудование обычно подключают ко вторичным обмоткам безопасных разделительных трансформаторов, которые представляют собой источники безопасного сверхнизкого напряжения. Безопасные разделительные трансформаторы надежно (с помощью двойной или усиленной изоляции) отделяют проводящие части электрооборудования класса III от электрических цепей электроустановки здания, которые имеют соединенные с землей проводящие части.



4. *International standard IEC 61140. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment. Third edition.* – Geneva: IEC, 2001-10.
5. *International standard IEC 61140. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment. Second edition.* – Geneva: IEC, 1997-11.
6. ГОСТ Р МЭК 61140–2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
7. *British Standard BS 7671–2001. Requirements for Electrical Installations. IEE Wiring Regulations. Sixteenth edition.* – London: BSI and IEE, 2001.
8. *International standard IEC 60050-151. International Electrotechnical Vocabulary. Part 151: Electrical and magnetic devices.* – Geneva: IEC, 2001-07.
9. *International standard IEC 60204-1. Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements. Fifth edition.* – Geneva: IEC, 2005-10.
10. *International standard IEC 61000-3-12. Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-12: Limits. Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current >16 A and ?75 A per phase. First edition.* – Geneva: IEC, 2004-11.
11. *International standard IEC 60364-1. Low-voltage electrical installations. Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. Fifth edition.* – Geneva: IEC, 2005-11.
12. *International standard IEC 61326-1. Electrical equipment for measurement, control and laboratory use. EMC requirements. Part 1: General requirements. First edition.* – Geneva: IEC, 2005-12.
13. *International standard IEC 60950-1. Information technology equipment. Safety. Part 1: General requirements. Second edition.* – Geneva: IEC, 2005-12.
14. ГОСТ 19431–84. Энергетика и электрификация. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
15. 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.
16. *International standard IEC 60335-1. Household and similar electrical appliances. Safety. Part 1: General requirements. Edition 4.1.* – Geneva: IEC, 2004-07.
17. ГОСТ Р МЭК 536–94. Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током. – М.: Изд-во стандартов, 1994.
18. ГОСТ Р МЭК 60536-2–2001. Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током. Часть 2. Руководство для пользователей по защите от поражения электрическим током. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.
19. ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
20. *International standard IEC 60974-1. Arc welding equipment. Part 1: Welding power sources. Third edition.* – Geneva: IEC, 2005-07.
21. *International standard IEC 60745-1. Hand-held motor-operated electric tools. Safety. Part 1: General requirements. Fourth edition.* – Geneva: IEC, 2006-04.
22. *International standard IEC 60065. Audio, video and similar electronic apparatus. Safety requirements. Edition 7.1.* – Geneva: IEC, 2005-12.
23. *International standard IEC 60601-1. Medical electrical equipment. Part 1: General requirements for basic safety and essential performance. Third edition.* – Geneva: IEC, 2005-12.
24. ГОСТ Р 50571.3–94 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
25. *International standard IEC 60364-4-41. Low-voltage electrical installations. Part 4-41: Protection for safety. Protection against electric shock. Fifth edition.* – Geneva: IEC, 2005-12.
26. *Technical report IEC/TR 61201. Extra-low voltage (ELV). Limit values. First edition.* – Geneva: IEC, 1992-08.

# УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АППАРАТ УПА-2М ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ С РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛОАГРЕГАТОВ.

**В** процессе эксплуатации теплоагрегатов их теплопередающая поверхность часто подвергается загрязнению. Для борьбы с этими загрязнениями обычно применяют дорогостоящие реагенты водоподготовки. Однако из-за высокой стоимости реагентных методов и трудозатрат их применение в малой теплоэнергетике часто бывает не целесообразно. В этом случае альтернативой является применение безреагентных методов, в частности ультразвукового метода, который заключается в обработке воды и стенок теплоагрегата механическими колебаниями ультразвуковой частоты. Этот метод реализован в аппарате УПА-2М, выпускаемый нашим предприятием.

Аппарат состоит из генератора и ультразвукового преобразователя. Преобразователь соединён с генератором кабелем достаточной длины. Генератор вырабатывает электрические импульсы заданной частоты, которые видоизменяются в преобразователе в импульсы механических колебаний ультразвуковой частоты, которые передаются в теплоагрегат. Ультразвуковая частота определяется характеристикой преобразователя.

Прибор УПА-2М имеет следующие технические данные:

- ✓ питание от сети 220 В, 50-60 Гц.
- ✓ максимальная потребляемая электрическая мощность – 12 Вт.
- ✓ число режимов работы – 3.
- ✓ частота посылок электрических импульсов:
  - 1 режим – ~ 10 Гц,
  - 2 режим – ~ 30 Гц,
  - 3 режим – ~ 100 Гц.
- ✓ амплитуда колебаний торца преобразователя – 2,5-4,0 мкм.
- ✓ собственная частота колебаний сердечника преобразователя 22 кГц.
- ✓ масса прибора с преобразователем ~ 4 кг.

Монтаж на объекте заключается в приварке преобразователя к внешней поверхности котла. Как правило, монтаж осуществляется за полчаса, и согласовано с Бийским Котельным Заводом.

В паспорте на аппарат даётся информация о способе установки преобразователей на наиболее распространённые типы теплоагрегатов.

В эксплуатации прибор неприхотлив, он не требует проведения каких-либо специальных мероприятий. Требуется периодически убирать пыль и грязь с корпуса прибора.

По безопасности прибор соответствует ГОСТам. Практически производимый им шум теряется на фоне обычного шума котельной. Сан-Эпид заключение от 21.02.2001 г.

У эксплуатирующих организаций часто возникает вопрос: не вредит ли ультразвук на прочность сварных швов и вальцованных соединений теплоагрегатов? Нет, ультразвук производимый аппаратом абсолютно не опасен для теплоагрегатов. Уровни механических напряжений от рабо-



**УПА-2М**

ты преобразователя прибора УПА-2М возникающие в теплоагрегатах на 2 порядка меньше предела прочности этих соединений, что подтверждено испытаниями на Бийском Котельном Заводе.

Прибор может работать как в режиме очистки теплоагрегатов от уже отложившейся накипи, так и в режиме предотвращения накипеобразования.

Обычно, для того, чтобы очистить теплоагрегат, прибор включают в режим повышенной мощности на 5-10 суток. В результате накипь разрыхляется и отпадает в виде корок на дно теплоагрегата, откуда удаляется.

Для предотвращения накипеобразования прибор включается в режим пониженной мощности и работает круглосуточно в течении сезона.

Применение аппарата УПА-2М приносит существенный экономический эффект за счёт экономии топлива, увеличения срока службы теплоагрегатов. Как правило, прибор окупается в первый сезон. Высокая технико-экономическая эффективность подтверждается следующим примером: на паровом котле ДКВР-10 оснащённом 4 аппаратами УПА-2М, с условной среднегодовой толщиной накипи в 1 мм и использующим мазут в качестве топлива, срок окупаемости составит не более 40 дней.

На нашем сайте [http:// www.energoserbis.ru](http://www.energoserbis.ru) можно ознакомиться со статьёй о методике расчета экономической эффективности применения аппаратов УПА-2М.

Назначенный срок службы аппарата не менее 5 лет. Фактически приборы работают более 7-10 лет.

Приборы нашей фирмы успешно работают более чем на 1000 различных предприятий в регионах России, Прибалтики, Казахстана и Вьетнама. Накоплено более 100 положительных отзывов об их работе.

**E-MAIL: OOO\_ENERGOSERVIS@INBOX.RU**  
**644029, Г. ОМСК, ПР. МИРА 69Г, А/Я 150,**  
**ТЕЛ: (3812) 64-61-10, 22-55-40,**  
**Т/ФАКС: (3812) 22-68-64.**



# ЭлектроТехноЭкспо

Москва, ВВЦ, павильон 57, 17-20 октября 2006

Электрические машины и аппараты

Электроэнергетические  
и энергосберегающие технологии

Высоковольтное оборудование

Низковольтная аппаратура

Электроустановочные изделия,  
электротехнические аксессуары

Кабельно-проводниковые изделия  
и изоляционные материалы

Светотехника

Автономные источники питания

Сварка, электротермия и родственные технологии

Электроника и электронные компоненты

Полупроводниковые силовые приборы.  
Интегральные микросхемы.  
Преобразовательная техника. Конденсаторы

Электромонтажное оборудование  
и инструмент

Измерительная техника, метрология и автоматика

Возобновляемая и малая энергетика

Электробезопасность

Научно-практические мероприятия по актуальным  
проблемам электротехники, электроэнергетики  
и энергосбережению

Бизнес-программа ДЕЛОВОЙ КЛУБ: тематические  
семинары, коммерческие мероприятия

Презентации современных технологий,  
инновационных проектов

**Организаторы:** ООО «Майер Джей Экспо», ЗАО «Экспоцентр»  
**Под патронажем:** Торгово-промышленной палаты РФ  
**При поддержке:** Министерства промышленности и энергетики РФ  
Российской инженерной академии  
Международной организации «Интерэлектро»



ТПП РФ



ЭКСПОЦЕНТР

**Дирекция:**

ООО «Майер Джей Экспо», 115093 Москва,  
ул. Люсиновская, д. 36, стр. 1  
тел./факс: +7 (495) 363-5032, 363-5033  
<http://www.mayer.ru/electro>  
e-mail: [electro@mayer.ru](mailto:electro@mayer.ru)

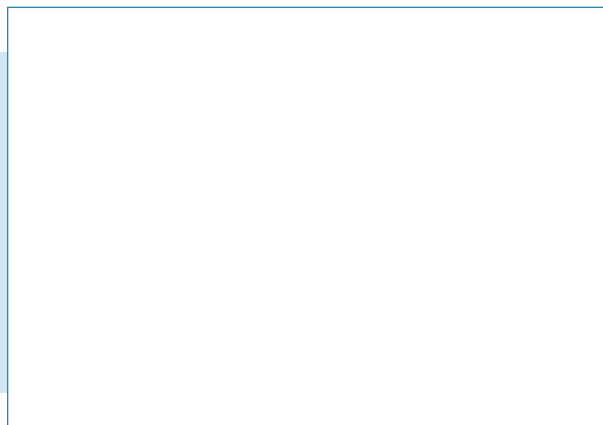
**Генеральный информационный спонсор:**

**ЭЛЕКТРО**  
Info

**Генеральный Интернет-спонсор:**

**RusCable.Ru**  
Интернет-спонсор  
Русский Кабель  
[www.ruscable.ru](http://www.ruscable.ru)

**Углов А.Л., д.т.н.,  
Хлыбов А.А., к.т.н.,  
Н.Новгород**



# **СПЕКТРАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «АСТРОН». ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

В статье приведены примеры практического использования спектрально – акустической системы «АСТРОН», разработанной ООО «ИНТЕЛЛЕКТ – НН» (Н. Новгород) в задачах контроля физико-механических характеристик и напряженного состояния материала некоторых опасных производственных объектов – элементов оборудования ядерных энергетических установок, линейной части магистральных газопроводов и др.

Многочисленные технические устройства опасных производственных объектов работают в сложных условиях: высокие и низкие температуры, высокий уровень напряжений и давлений, динамические нагрузки, присутствие агрессивных сред, радиация и т.д. Анализ причин технических аварий и даже техногенных катастроф показывает, что значительного их числа можно было бы избежать при наличии необходимых средств неразрушающего контроля. Современные методы и средства неразрушающего контроля нацелены главным образом на выявление уже существующих дефектов, преимущественно макродефектов.

Ключевым вопросом в проблеме мониторинга технического состояния объекта часто является вопрос выбора физического метода контроля. В этом случае следует отдать предпочтение акустическим методам. Это вполне естественно. Подобно тому, как электрические параметры материалов точнее всего можно измерить с помощью электроизмерительной аппаратуры, магнитные – с помощью магнитометрической, физико – механические характеристики и напряженно – деформированное состояние естественно контролировать аппаратурой, базирующейся на методах, использующей в качестве тестовых механические воздействия.

Разработки технических средств определения физико - механических характеристик материалов, влияющих на параметры прочности и надежности машин и конструкций, в настоящее время ведутся достаточно интенсивно, однако, до надежных инженерных решений не доведены, имеются отдельные разработки направленные на решение конкретных задач.



Одна из основных причин этого заключается в том, что разработанные к настоящему времени методы и средства акустического контроля прочностного состояния материала недостаточно интеллектуализированы. Это можно понимать следующим образом: оценка состояния материала производится на основе анализа ограниченного числа акустических параметров, аппаратно или программно выделенных из всего массива первичной акустической информации.

В зависимости от конкретной инженерной ситуации результаты таких экспериментов могут представлять собой соответствующие функциональные или регрессионные связи, базы данных, элементы экспертных систем и т.д. В связи со сказанным особое значение приобретает разработка современных многофункциональных систем неразрушающего контроля состояния конструкционных материалов, использующих в своих алгоритмах всю исходную акустическую информацию.

Задачи контроля физико – механических характеристик и определения напряженно – деформированного состояния – тесно переплетаются с проблемой оценки остаточного ресурса ответственных технических объектов. В таких отраслях как атомной энергетике, транспорте (авиационный – в особенности), нефтяной и газовой промышленности проблема определения индивидуального остаточного ресурса агрегатов, отдельных ответственных узлов приобретает особое значение. Поскольку их преждевременный выход из строя может привести к недопустимым экологическим последствиям и огромным материальным потерям, но в тоже время снятие с эксплуатации объектов, формально выработавших свой назначенный ресурс, но не исчерпавших свою фактическую долговечность, приводит к неоправданным дополнительным затратам.

В предлагаемой статье описан комплекс аппаратно – программных средств в виде многофункциональной измерительной системы, обеспечивающей высокоточное измерение и обработку в реальном масштабе времени информативных акустических параметров. Описаны результаты практической апробации ряда конкретных инженерных методик, обеспечивающих экспресс – контроль ряда важнейших физико – механических характеристик, определяющих возможность безопасной эксплуатации (в том числе за пределами назначенного ресурса) ответственных объектов ядерной энергетики.

## Аппаратно-программные средства и измерительная концепция

К настоящему времени разработаны и находятся в опытной эксплуатации несколько конфигураций автоматизированной акустической системы «АСТРОН». [1 - 6]. Одна из модификаций системы представлена на рис. 1

Конструктивно система состоит из:

- Х оригинального измерительного модуля, предназначенного для - излучения и приема зондирующих акустических импульсов, преобразования в цифровой код,

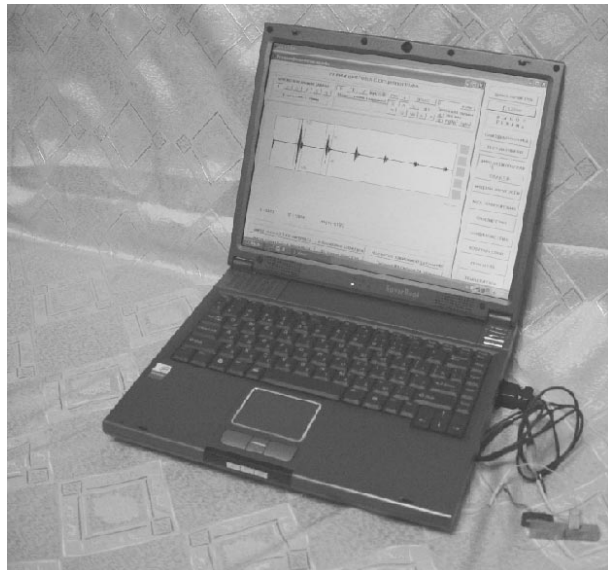


Рис. 1

записи в устройство хранения и передачи в модуль обработки;

- Х компьютера типа NOTEBOOK;
- Х комплект оригинальных акустических датчиков;
- Х программного обеспечения, обеспечивающего функционирование и взаимодействие всех компонентов системы в реальном масштабе времени;

Основные характеристики измерительного модуля:

- Х диапазон частот 0.5-25 МГц;
- Х относительная погрешность определения временных интервалов не превышает значения 10-5 ;
- Х диапазон измеряемых временных интервалов – от 100 нс до 400 мкс;
- Х связь измерительного модуля с процессорным осуществляется через порт USB.

Измерительный модуль, пьезоэлектрические преобразователи и цепи их питания изготовлены для работы в жестких условиях эксплуатации и выполнены во взрывобезопасном исполнении по группе IIA в соответствии с ГОСТ 51330.10-99.

В основу работы аппаратной части системы положен способ подробной регистрации всей серии отраженных акустических импульсов для ее последующей обработки средствами программной части системы.

- 1 Безобразцовый спектрально-акустический контроль прочностных характеристик металла корпусов ядерных реакторов типа ВВЭР

Исследования проводились на образцах, вырезанных из обечайки активной зоны корпуса реактора ВВЭР -1000 (сталь 15Х2НМФАА).

Оценивались следующие физико-механические характеристики: твердость НВ, предел текучести  $\sigma_{02}$ , предел прочности  $\sigma_B$ , относительное равномерное удлинение  $\delta_p$ ,



относительное сужение поперечного сечения  $\Psi$ , вязкость разрушения K1C.

На основании результатов обучающих экспериментов для всех четырех информативных акустических параметров построены линейные регрессионные связи типа:

$$M = a + b \times A,$$

где  $M$  – механическая характеристика;

$A$  – информативный акустический параметр

Эксперименты показывают, что существует, по крайней мере, два безразмерных информативных акустических параметра:

$$\delta_1 = \frac{V_3}{V_1}, \quad \delta_2 = \frac{V_3}{V_2},$$

Важнейшим достоинством данных параметров является их независимость от толщины материала в зоне контроля (которая в реальных условиях, как правило, с необходимой точностью неизвестна). Кроме того, часто более устойчивую связь с механическими характеристиками обнаруживает усредненный параметр  $\bar{\delta}$ :

$$\bar{\delta} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2},$$

Результаты измерения информативных акустических параметров для второй группы образцов приведены в таблице 1

Результаты, приведенные в таблице, дают основание надеяться на возможность применения системы «АСТРОН»

**Таблица № 1 Результаты измерения акустических параметров на образцах**

Образцы	V1,	V2,	V3,	TR,нс	$\delta_1$	$\delta_2$	$\bar{\delta}$
Исходные	3238	3243	5924	1013	1.8296	1.8268	1.8282
Охрупченные	3232	3233	5904	1044	1.8268	1.8263	1.8266

в задачах контроля важнейших прочностных характеристик металла корпусов ядерных реакторов типа ВВЭР.

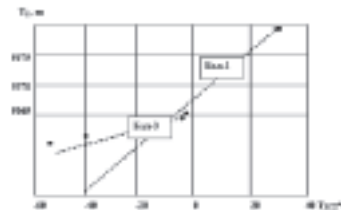
② Оценка степени радиационного охрупчивания материала корпуса реактора

Исследовалось изменение критической температуры охрупчивания сталей корпуса реакторов типа ВВЭР-1000 в зависимости от облучения на их акустические характеристики.

Данные получены на основании результатов испытаний образцов-свидетелей (образцов Шарпи), облученных в 2-х реакторах на Балаковской АЭС, а именно: Блок 1 Балаковской АЭС (Балаково-1) и Блок 3 Балаковской АЭС (Балаково-3). Образцы-свидетели для установки в реакторы Балаково - 1 и Балаково -3 изготавливались в соответствии с техническими условиями «Образцы-свидетели 1152.75.00.000. ТУ 108-11-414-79».

В качестве измеряемых акустических характеристик использовались времена распространения импульсов релеевских волн TR.

На рис. 2 приведен график зависимости величины TR от величины температуры вязко-хрупкого перехода.



**Рис. 2 Влияние температуры вязко-хрупкого перехода на величину TR**

Статистическая обработка полученных результатов показала, что полученные кривые хорошо аппроксимируются полиномом второй степени:

$$T_{BXP} = A_0 + A_1(T_R - T_R^0) + A_2(T_R - T_R^0)^2,$$

где:  $A_0, A_1, A_2, T_R^0$  - экспериментальные коэффициенты

Анализ показывает, что при погрешности измерения величины TR, обеспечиваемой системой «АСТРОН» в пределах  $\pm 1$  нс, погрешность определения величины температуры вязко-хрупкого перехода не превышает величины  $\pm 5^\circ\text{C}$  в области низких температур (при величинах ТВХП в диапазоне от  $-50$  до  $-30^\circ\text{C}$ ) и постепенно увеличивается до величины  $\pm(2 - 3^\circ\text{C})$  по мере приближения ТВХП к значению, близкому к  $+30^\circ\text{C}$ .

③ Исследования накопленной повреждаемости на вырезанных образцах водяного тракта системы компенсации давления стенда КВ - 1

С использованием системы «АСТРОН» проводились исследования по определению накопленной эксплуатационной повреждаемости околосшовных зон и сварных швов следующих образцов, представляющих собой сварное соединение трубы с трубой: труба  $\varnothing 75 \times 7.5$  мм, сталь 0X18N10T, труба  $\varnothing 75 \times 7.5$  мм, сталь 0X18N10T, ТУ 143-197-73, сварочная проволока 04X19N11M3, ГОСТ 2246-70, электрод ЭА 400/10У, ОСТ5.9370-81;

Параметр повреждаемости  $\omega$  определялся по формуле:

$$\omega(i) = \frac{1}{2} \times \left( \frac{T_R^p(i) - T_{Rs}^{p0}}{T_{Rs}^{p0}} + \frac{T_R^v(i) - T_{Rs}^{v0}}{T_{Rs}^{v0}} \right) / \delta\tau^*$$

где  $i$  – номер зоны измерений,

$\delta\tau^*$  – максимальная величина относительного приращение задержки импульсов релеевских волн, достигаемая к моменту разрушения материала, подвергаемого усталостным воздействиям, которая в соответствии с результатами предварительных экспериментов оказалась близка к значению 0.02.

4 Проведение исследований по определению накопленной эксплуатационной повреждаемости в конструктивных элементах трубопроводов систем компенсации давления и очистки и расхолаживания энергетических установок атомного ледокола «Арктика».

Объектом исследований являлись околошовные зоны сварных соединений наиболее нагруженных трубопроводов следующих систем АППУ-1,2 ОК-900А а/л «АРКТИКА»:

- X компенсации давления, расположенные в подблочном помещении;
- X очистки и расхолаживания, расположенные в подблочном помещении (неотсекаемые трубопроводы без теплоизоляции).

Исследованные элементы трубопроводов выбраны на основании результатов прочностных расчетов, опыта эксплуатации и анализа причин имевших место отказов.

Материалы контролируемых узлов: сталь 08X18H10T ТУ 14-3-197-73; сварочная проволока св. – 04X19H11M3 ГОСТ 2246-70; – электрод ЭА-400/10У ОСТ 5.9370-81.

Использовались те же методика проведения измерений и расчетные алгоритмы, что и в предыдущем случае.

Обработка результатов измерений для исследованных зон дала значения степени повреждаемости в диапазоне от 0,0 до 0,6.

Расчетное определение повреждаемости проводилось путем численных исследований напряженно-деформированного состояния и циклической прочности рассматриваемых трубопроводов с учетом всех нагружающих факторов с использованием методики и программ, базирующихся как на уравнениях, описывающих линейную модель деформаций криволинейных стержней, в основе которой лежит гипотеза плоских сечений, так и на аналитических и численных методах механики деформируемых тел, а также уравнений малоциклового усталости типа Коффина-Мэнсона.

Сопоставление расчетных и экспериментальных данных показало достаточно хорошее их совпадение для наружной поверхности исследуемых сварных соединений. В среднем расхождение экспериментально полученных и расчетных значений поврежденности не превышало величины 0.1.

- 5 Опыт использования системы «АСТРОН» в задачах контроля напряжений трубопроводов Ду-100, Ду-300

Практика эксплуатации трубопроводов Ду-100, Ду-300 контура многократной принудительной циркуляции атомных станций показала, что имеют место повреждения вследствие коррозионного межкристаллитного растрескивания под напряжением. В конечном итоге такие повреждения приводят к появлению трещин. Конструктивно трубопровод представляет собой сварную конструкцию, выполненную из труб 325х16 мм, 105х6 мм (сталь 08X18H10T, Ст20). Работы проводились на Калининской, Смоленской и Курской атомных станциях. Исследовалось распределение остаточных напряжений в районе сварных соединений. Контролировались напряжения вдоль сварного шва (Ду-300) на расстоя-

нии 5 – 10 мм, вдоль оси трубы на расстояние 100 мм от сварного шва с шагом 5 мм. В качестве объектов исследований были взяты сварные соединения, подвергнутые пластической деформацией, с целью снижения остаточных напряжений. Результаты сравнивались с данными, полученными на трубах без пластических деформаций. Проведенные измерения показали значительное снижение остаточных напряжений после воздействия на сварное соединение деформаций, приводящих к пластическим деформациям.

- 6 Опыт использования системы «АСТРОН» в задачах контроля напряжений

Для контроля напряжений в газопроводах АСТРОН наиболее широко используется следующими предприятиями Газпрома:

X «Волготрансгаз» - установлены и эксплуатируются около сотни датчиков для контроля напряжений. Проведены специальные сравнительные испытания.

X «Пермьтрансгаз» - на опасных участках газопроводов проводятся регулярные измерения напряжений как с помощью постоянно установленных датчиков (сейчас их более тысячи), так и путем сканирования. Разработана и инсталлирована в локальной сети управления «Пермьтрансгаза» база данных, содержащая большое число данных (в базе более 20 полей), в том числе результаты регулярных измерений напряжений.

Распоряжением № 460 от 01.11.2000 г. введены в действие ведомственные нормы «Методика оценки работоспособности балочных переходов магистральных газопроводов через малые реки, ручьи и другие препятствия». В методике указана необходимость иметь в качестве средств контроля напряженного состояния материала газопровода систему «АСТРОН».

В настоящее время ООО «Интеллект – НН» разработана автоматизированная система акустического мониторинга напряженного состояния материала трубопроводов на подводных переходах. Такие переходы опасны для экологии.

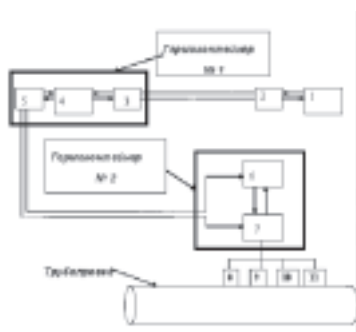
Автоматизированная система акустического мониторинга напряженного состояния трубопроводов представляет собой комплекс технических устройств и программное обеспечение, обеспечивающие непрерывный контроль (мониторинг) напряженного состояния материала газопроводов на подводных переходах. Структурная схема фрагмента системы изображена на рис. 3

В разработанной системе реализована программная поддержка трех основных режимов функционирования системы:

- X режим самодиагностики;
- X режим настройки;
- X рабочий режим;

В режиме самодиагностики система проверяет свою готовность к реализации алгоритма расчета напряжений.

В режиме настройки предусмотрена возможность ручного сканирования всех измерительных каналов с визуализацией принятой акустической информации. В случае выхо-



**Рис. 3 Структурная схема системы**

да из строя одного или двух рабочих элементов комплексного датчика система автоматически включает режим расчета (с пониженной точностью) действующих напряжений по двум или даже одному рабочему датчику.

В рабочем режиме программно поддерживается возможность автоматического сканирования всех измерительных каналов, вычисления действующих в каждой зоне напряжений, динамического обновления банка данных, и формирования диагностического сигнала для его передачи в канал связи с оператором.

После полного цикла опроса формируется протокол, содержащий информацию о величине напряжений, действующих в каждой зоне.

Протокол отображается на дисплее компьютера, кроме того его содержание ежедневно фиксируется в специальном файле, что обеспечивает возможность слежения за динамикой изменения напряжений в процессе эксплуатации газопровода.

На программном уровне реализуется проверка правильности выбора каналов.

#### Выводы

Полученные экспериментальные результаты показывают высокую информативность спектрально-акустического метода в задачах оценки целого ряда физико-механических характеристик и напряженного состояния металлических материалов

Многофункциональная спектрально-акустическая система «АСТРОН» после формирования в ходе комплекса обучающих экспериментов соответ-

ствующей базы данных может быть широко использована при обследовании ответственных технических объектов в рамках задач экспертизы их безопасности и оценки возможности дальнейшей эксплуатации, в том числе за пределами назначенного ресурса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Углов А.Л., Попцов В.М. Новая автоматизированная система неразрушающего контроля прочности и надежности элементов машин и конструкций. // *Машиностроитель* 1993, № 11, С.2-4.
2. Митенков Ф.М., Углов А.Л., Городов Г.Ф., Пичков С.Н., Панов В.А., Коротких Ю.Г. «Спектрально-акустический метод и измерительная система для контроля повреждаемости материала оборудования ЯЭУ» // *Краткое сообщение на сессии АН РФ 25.06. 1996.*
3. Ф.М. Митенков, А.Л. Углов, С.Н. Пичков, В.М. Попцов. О новом методе контроля повреждаемости материала оборудования ЯЭУ и аппаратно-программных средствах для ее реализации // *Проблемы машиноведения и надежности машин*, 1998, № 3, С. 3-9.
4. Митенков Ф.М., Углов А.Л., Городов Г.Ф., Панов В.А., Пичков С.Н., Коротких Ю.Г. Диагностика повреждаемости материала оборудования машиностроительных конструкций. // *В сб.: Тезисы докладов научно-технической конференции «Ядерные технологии для неядерного рынка»*. Н.Новгород. 1999. - С. 61.
5. Фесенко С.С., Хасанов Р.Н., Углов А.Л., Попцов В.М. Ультразвуковой способ контроля напряженного состояния газопроводов. // *Газовая промышленность*. – 2001. – С. 34-35
6. Старостин В.Н., Одинцов М.М., Углов А.Л., Попцов В.М. Спектрально – акустический метод контроля деталей. // *Автомобильная промышленность*, 1997, с. 28 - 31

для промышленного потребителя: вакуумные и маломасляные выключатели, комплектные распределительные устройства, комплектные трансформаторные подстанции, комплектующие и запасные части.

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

### «ЮЖКАБЕЛЬ» НАЧАЛ ВЫПУСК СТОЙКИХ К ОБЛЕДЕНЕНИЮ ПРОВОДОВ ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛЭП

Стойкостью к обледенению обладают провода для высоковольтных линий электропередачи, промышленный выпуск которых начат в Харькове. Наладить изготовление новой для Украины продукции заводу «Южкабель» позволил ввод в эксплуатацию оборудования от ведущих мировых производителей «NIEHOF», «CABALLE», «ROSENDANL». Этот провод относится к числу самонесущих, что существенно упрощает строительство ЛЭП. Завод «Южкабель» наладил выпуск нескольких видов самонесущих проводов. В их числе - изолированные провода с алюминиевыми токопроводящими жилами с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена. Применение таких проводов сводит к минимуму вероятность короткого замыкания за счет исключения случайных контактов с заземленными предметами.

[www.ukrindustrial.com](http://www.ukrindustrial.com)

### БУДУЩЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Результаты анализа, проведенного компанией NanoMarkets, свидетельствуют о том, что основным препятствием, тормозящим развитие рынка сверхярких светодиодов, является отсутствие понимания между их производителями и потенциальными покупателями. В докладе NanoMarkets, подготовленном аналитиками компании, делается вывод о быстром росте в будущем рынка светодиодов вообще и сверхярких светодиодов – в частности.

Этот рост воплотится в реальность лишь в том случае, если отрасль твердотельных источников света сможет разрешить противоречия, препятству-



Мария Петрова,  
«Снабжение и сбыт»

## МНОГОДИСКОВОЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО: НОВАЯ РАЗРАБОТКА ИТПМ СО РАН

В Институте теоретической и прикладной механики СО РАН разработано многодисковое вентиляционное устройство для очистки воздуха (МВУ), которое принципиально отличается по своим конструктивным особенностям, затратам энергии и общему принципу действия от стандартных вентиляционных систем и кондиционеров, устанавливаемых в производственных и промышленных помещениях. Новый тип воздухоочистительных установок, совмещающих функции перекачки, конденсации и вывода влаги и растворения газов в конденсате. Это достигается использованием в качестве основного элемента дискового вентилятора. Установка может использоваться в цехах с влажными технологиями, в животноводческих помещениях, а также в угольных шахтах, в деревообрабатывающих цехах, на цементных заводах и в любых помещениях, требующих очистки воздуха от мелкодисперсных частиц. Разработка ИТПМ не имеет аналогов. В настоящее время она запатентована и находится в стадии технологической проработки к серийному выпуску, который планируется осуществлять силами Новосибирского Опытного завода. Как и многие другие научные разработки СО РАН, она находится в стадии ожидания инвестирования. Руководитель этого направления - зав. сектором, ведущий научный сотрудник лаборатории физики быстропротекающих процессов Владислав Павлович Фомичев.

МВУ предназначено для высококачественной очистки воздуха и других газов без использования каких-либо фильтров. При этом сепарируются как твердые частицы, так и жидкие аэрозоли, уменьшается содержание влаги, происходит очистка воздуха от водорастворимых газов. Существенным преимуществом МВУ является возможность отвода отделенной мелкодисперсной пыли с помощью вихревого пылепровода в специальные бункеры-накопители. Коэффициент очистки для легкой и мелкой пыли (10-100 мкм) составляет 0,98-0,99. Это дает возможность использования МВУ в некоторых видах производств в качестве уловителя дорогостоящих мелкодисперсных фракций. Такая потребность существует, например, при производстве цемента, где самые мелкие дорогостоящие фракции цемента выбрасываются в атмосферу. Использование МВУ с охлаждаемым многодисковым ротором позволяет проводить конденсацию влаги и улавливать конденсат. МВУ успешно прошло испытания по очистке воздушной среды от аммиака и других водорастворимых газов в животноводческих комплексах.

Развитая поверхность многодискового ротора и особенности течения газа в междисковом пространстве обеспечивают эффективный теплообмен в перекачиваемом воздухе и позволяют использовать МВУ в качестве теплоventильаторов и создавать «тепловую завесу».

Отсутствие пассивных средств очистки воздуха, имеющих большое гидравлическое сопротивление, значительно снижает энергоемкость системы пылеподавления. Простая, компактная конструкция устройства технологична в изготовлении и монтаже. Устройство может быть быстро смонтировано параллельно существующим аспирационным системам, что обеспечивает низкую стоимость новой системы вентиляции на действующих объектах.

Отличительной особенностью многодискового вентиляционного устройства является низкий уровень шума, который определяется главным образом соответствующими характеристиками привода и двигателя МВУ.

Работы по созданию установки для очистки помещений от газов и загрязнений начали проводиться еще в 70-х годах. Предназначением разработки была очистка воздуха от аммиачных испарений на животноводческих предприятиях. Схема разработки проста: влага конденсируется на охлаждаемых дисках ротора, вращающегося внутри кожуха, затем отбрасывается на кожух и стекает через отверстия в специальную емкость.

Количество оборотов МВУ - от 1500 до 3000 об/мин. Это стандартная частота для выпускаемых промышленностью двигателей. Одновременно через форсунку при надобности впрыскивается вода, в которой растворяется аммиак. В основной массе помещений, в которых содержатся животные, влажность высокая и впрыскивания не требуется, поскольку при работе МВУ частицы влаги осаждаются на стенках обечайки. Водный раствор аммиака стекает по трубопроводу и удаляется из помещения через трубу выброса, а очищенный воздух снова подается в помещение. Такой принцип очистки позволяет значительно сократить затраты на отопление помещений, поскольку нет необходимости выбрасывать теплый воздух на улицу. Этот подход в прежние годы был слишком прогрессивным для общества, в котором затраты тепла и электричества оплачивались государством, и экономить его задача не стояла. В настоящее время проблема экономии теплоснабжения и электроэнергии стоит достаточно остро. Но в силу различных причин - от финансовых до условных (неготовность внедрять инновации) - животноводческие фермы продолжают пользоваться стандартными вентиляторами, циклонами (вертикальными воздухопроводами) или просто проветривать помещения стандартным способом. При таком решении проблемы потери тепла в зимний период составляют значительные суммы.

Поскольку МВУ достаточно универсально в применении и просто в конструкции, область его реализации может варьироваться в зависимости от поставленных для лаборатории задач. Сейчас основным направлением реализации разработчики видят очищение воздуха от мелких фракций пыли. Так, на вентиляцию и отопление электродного завода уходит около миллиона долларов в год. Поскольку пыль при таком производстве составляет микроны, без электрофильтра в процессе очистки не обойтись. Электрофильтры - это огромные по площади агрегаты, которые потребляют

большое количество энергии. Вредность фракций при обработке электродов не подлежит сомнению, поэтому степень очистки воздуха в таких помещениях - это здоровье людей, экономить на котором не представляется возможным. Новосибирский электродный завод предполагается одним из первых заказчиков на уникальную разработку ИТПМ. Совсем недавно в состав института вошел Опытный завод, готовый при чуткой консультации научных сотрудников лаборатории проводить технологическую подготовку всех разрабатываемых в институте инноваций.

Еще одна наиболее важная задача в области реализации возможностей МВУ - очистка угольных шахт. Проблема с условиями работы в угольных шахтах Кузбасса перешла за грань возможного. Люди отказываются работать в таких условиях за предложенные деньги, поскольку реабилитация после нескольких лет работы в шахте стоит значительно больше, иногда - жизни. Среди рабочих на шахтах есть одинокие женщины, мужья которых уже положили свои жизни на благо угледобывающей промышленности. МВУ, установленные в шахтах, может радикально изменить условия труда, осажая угольную пыль непосредственно в месте работы шахтера. Обычный способ вентиляции в шахтах, когда пыль входит в трубопровод и выводится на поверхность, создает дополнительные вихревые потоки мелких частиц угля, которые в результате не входят в трубу, а отталкиваются от ее неподвижных стенок, двигаются собственными вихревыми потоками в обратном направлении, в конце концов возвращаясь обратно в помещение. Огромное количество наиболее опасной для организма мелкой пыли осажается в легких рабочих, и ее невозможно удалить с помощью обычной несовершенной вентиляции шахт.

ГМК «Норильский никель» - еще один потенциальный заказчик МВУ. Его проблема состоит в том, что в массах выброса в процессе обработки редких металлов в печах содержатся мелкодисперсные фракции золота и платины, осаждение и концентрация которых с помощью имеющегося оборудования не представляется возможным. Потеря таких металлов - это прямой выброс денег. Гигантские электрофильтры, которые используются для задержания фракций, потребляют настолько много энергии, что процесс фильтрации завод отдает другому предприятию, с которым расплачивается полученными материалами. Тем не менее, полного осаждения не происходит - такие фильтры способны задержать частицы размером не менее 2 мкм.

Очистка воздуха на деревообрабатывающих предприятиях имеет особое значение, поскольку древесная пыль накапливается в вентиляционных отсеках и обладает очень высокой взрывоопасностью. Эту проблему решает МВУ благодаря полному освобождению от накопившейся древесной массы и возможности подведения водопровода с целью влажного осаждения фракций на стенках обечайки. Конструктивно МВУ для легких фракций отличается от МВУ для металлических фракций углом наклона обечайки,





**Фото 1 Вентиляционная очистительная установка МВУ-1000**

количеством оборотов дисков в минуту и мощностью агрегата. Все особенности конструкции требуют непосредственных испытаний на предприятиях и внедрения полностью рабочей установки. К сожалению, ни одно из предприятий не готово к опытному внедрению инновации, что, в свою очередь, отрицательно влияет на скорость технологической проработки изобретения. Тем не менее, проект имеет уникальное стратегическое значение для экономии энергии и решения целого ряда производственных проблем. И некоторые производства прекрасно понимают эту ситуацию. Так, например, многие угледобывающие предприятия Кузбасса выразили готовность купить около тысячи МВУ, но инвестировать серийное производство и рассчитывать на определенный срок, пока разработка пройдет технологическую подготовку, не входит в их коммерческие планы. А это может попросту означать, что им придется ждать несколько лет, пока самостоятельный поиск инвесторов самими разработчиками увенчается успехом. Эта проблема, в большем или меньшем приближении и вероятностью счастливого конца, - общее место для большинства разработок СО РАН.

## **Технологические и конструктивные характеристики изобретения**

На основе МВУ запатентовано два изобретения - устройство для осушения газа, очистки и теплообмена, а также устройство для очистки газа, которые различаются по цели использования и по внутренним характеристикам.

### **1 Устройство для осушения газа, очистки и теплообмена**

Изобретение может использоваться в жилых и общественных зданиях, в животноводческих помещениях для осушения газа с его одновременной очисткой, а также для теплообмена. Выходной патрубок устройства выполнен криволинейным и снабжен основным и дополнительным окнами вывода конденсата, размещенными на противоположных стенках патрубка, ниже касательной, проходящей через точку сопряжения патрубка и корпуса. Канал охлаждения выполнен в виде кольцевой щели, образованной внутренней стенкой полого вала, и коаксиально расположенным с ним полым цилиндром, в торцевых стенках которого выполнены каналы, связывающие кольцевую щель с по-

лостью вала. Каналы могут быть любой формы - прямолинейной и криволинейной - и выполнены тангенциально, либо радиально, либо под прямым углом к внутренней полости вала.

### **Принцип работы устройства**

Обрабатываемый газ (воздух) через входной патрубок поступает в пространство между дисками ротора. На поверхности охлаждаемых дисков происходит конденсация паров жидкости, находящихся в газе (например, воды), и растворение в конденсате воды аммиака, сероводорода и других водорастворимых газов. Под действием центробежных сил конденсат стекает с дисков на стенки корпуса и выходного патрубка. Затем через окна вывода конденсат поступает в накопительную емкость. Очищенный газ (воздух) через криволинейный патрубок выходит из устройства. Охлаждающая среда поступает во входную полость и в кольцевую щелевую канал охлаждения. Далее охлаждающая среда поступает в полость и в теплообменник.

### **2 Устройство для очистки газа**

Устройство может использоваться для обработки воздуха в промышленных помещениях и организации вентиляции по замкнутому циклу. Корпус имеет входной и выходной патрубки и окна для отвода отделяемых частиц и конденсата, а также многодисковый ротор. Криволинейный входной патрубок устройства выполнен таким образом, что вместе с выходным патрубком они занимают сектор на корпусе под прямым углом. Дисковый ротор помещен в дополнительную обечайку, образующую с корпусом канал для отвода газа и отделяемых частиц через окна, выполненные в дополнительной обечайке и размещенные последовательно, начиная от входного патрубка к выходному с последовательным увеличением размеров окон. Соотношение большого и малого диаметров дисков ротора и числа его оборотов связаны с параметрами отделяемых частиц. В результате такой конструкции происходит повышение производительности и качества очистки воздуха от твердых частиц сухим способом.

### **Принцип работы устройства**

Действие аппарата основано на использовании центробежного ускорения, которое воздействует на поток. При вращении ротора между дисками под действием силы трения возникает круговое движение газа и твердых частиц. Частицы перемещаются к обечайке корпуса и скользят по ней до окон. Через окна отделенные частицы с небольшим количеством газа поступают в канал и затем в бункер для сбора частиц. Очищенный газ выходит через выходной патрубок обратно в помещение.

**Янсюкевич  
Виктор Александрович**

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВСЕХ НАПРЯЖЕНИЙ И МОЩНОСТЕЙ

### ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

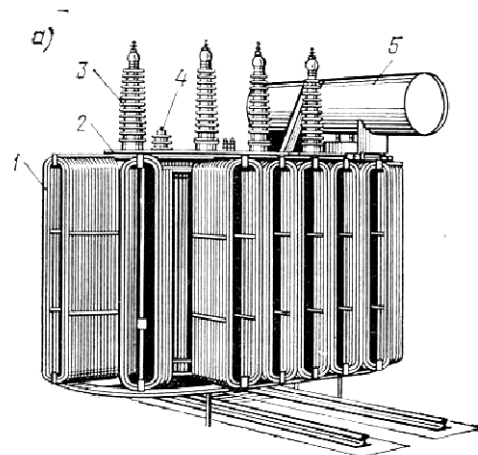
Рекомендации настоящей методики распространяются на проведение испытаний силовых трансформаторов всех напряжений и мощностей.

Испытания силовых трансформаторов проводятся для оценки состояния изоляции и выявления образующихся в ней дефектов.

Для изоляции обмоток электрических машин применяется большое количество разнообразных электроизоляционных материалов, выбор которых определяется условиями работы машины и характеризуется нагревостойкостью, относительной влажностью окружающей среды, механической прочностью, озоностойкостью и другими критериями.

Наиболее характерными видами дефектов изоляции обмоток электрических машин являются местные дефекты (трещины, расслоения, воздушные включения, местные перегревы и т.п.), охватывающие незначительную часть площади изоляции.

Внутренняя изоляция силового трансформатора представляет собой сложное сочетание твёрдого (бумага, картон и т.п.) и жидкого диэлектриков, изменение физико – химических свойств которых происходит неодинаково. Чтобы своевременно выявить ухудшение состояния отдельных компонентов изоляции, производится измерение характеристик изоляции (сопротивление изоляции и тангенс угла диэлектрических потерь и ёмкость) отдельных зон обмоток силового трансформатора.



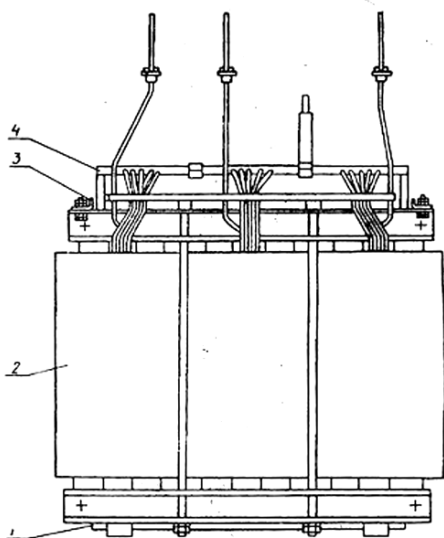
**Рис. 1 Трансформатор большой мощности с навесными радиаторами. 1 – навесной радиатор, 2 – бак трансформатора, 3 – вывод обмотки ВН, 4 – вывод обмотки НН, 5 – расширитель**

На рисунке 1 представлен общий вид силового трансформатора большой мощности. Так как в процессе работы в трансформаторе большой мощности выделяется большое количество тепла, к баку пристраиваются радиаторы, у трансформаторов мощностью свыше 10000кВА радиаторы выполняются с устройствами дополнительного охлаждения (вентиляторами).

## ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЯ

Объектом испытания в силовых трансформаторах являются, прежде всего, активная часть трансформатора, жидкий диэлектрик (для маслонаполненных трансформаторов), изоляция вводов, целостность бака, состояние средств защиты и предохранительные устройства.

Активная часть трансформатора представлена на рисунке 2. Магнитопровод стержневого типа собирается из холоднокатаной электротехнической стали. На магнитопроводе намотаны обмотки НН и ВН. Обмотка НН наматывается ближе к железу трансформатора. Отводы обмоток выполняются с усиленной бумажной изоляцией, если обмотка НН имеет напряжение 0,4кВ, то её отводы выполняются обычно алюминиевой шиной.



**Рис. 2 Активная часть трансформатора. 1 - магнитопровод, 2 - обмотки НН и ВН, 3 - уголок, 4- переключатель**

Активная часть трансформатора помещена в бак. На крышке бака смонтированы привод переключателя ответвлений обмотки ВН, съёмные выводы НН и ВН, допускающие замену без подъёма активной части, расширитель с маслоуказателем и воздухоочистителем.

Бак трансформатора заполнен жидким диэлектриком (трансформаторным маслом).

## ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сопротивление изоляции  $R_{из}$  является основным показателем состояния изоляции обмоток трансформатора и состояния жидкого диэлектрика.

Одновременно с измерением сопротивления изоляции обмоток трансформатора определяют коэффициент абсорбции.

Коэффициент абсорбции трансформаторов не нормируется, но для неувлажненной изоляции трансформаторов значение этого коэффициента должно быть не менее 1,3.

Сопротивление изоляции каждой обмотки вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформато-

ров, прошедших капитальный ремонт, приведённое к температуре испытаний, при которых определялись исходные значения, должно быть не менее 50% исходных значений.

Для трансформаторов на напряжение до 35кВ включительно мощностью до 10МВА и дугогасящих реакторов сопротивление изоляции обмоток должно быть не ниже следующих значений:

Температура обмоток:	10	20	30	40	50	60	70
$R_{60}$ , (МОм)	450	300	200	130	90	60	40

Сопротивление изоляции сухих трансформаторов при температуре обмоток 20-30 градусов должно быть для трансформаторов с номинальным напряжением:

До 1кВ включительно	- не менее 100 МОм
Более 1кВ до 6кВ включительно	- не менее 300 МОм
Более 6кВ	- не менее 500 МОм.

Измерения в процессе эксплуатации производят при неудовлетворительных результатах испытаний масла и (или) хроматографического анализа газов, растворённых в масле, а также в объёме комплексных испытаний.

При вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации сопротивление изоляции измеряется по схемам, применяемым на заводе - изготовителе, и дополнительно по зонам изоляции (например, ВН - корпус, НН - корпус, ВН - НН).

Измерение сопротивления изоляции доступных стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной стали и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали и электрических экранов относительно обмоток и магнитопровода. Измерения производятся в случае осмотра активной части трансформатора. Измеренные значения должны быть не менее 2 МОм, а сопротивление изоляции ярмовых балок не менее 0,5 МОм.

Хроматографический анализ газов, растворённых в масле. Производится у трансформаторов напряжением 110 кВ и выше, а также блочных трансформаторов собственных нужд.

Хроматографический анализ должен осуществляться в следующие сроки:

- ▼ Трансформаторы напряжением 110 кВ мощностью менее 60 МВА и блочные трансформаторы собственных нужд - через 6 месяцев после включения и далее не реже 1 раза в 6 месяцев.
- ▼ Трансформаторы напряжением 110 кВ мощностью 60 МВА и более, а также все трансформаторы 220-500 кВ в течение первых трёх суток, через 1, 3 и 6 месяцев после включения и далее - не реже 1 раза в 6 месяцев.
- ▼ Трансформаторы напряжением 750 кВ - в течение 3 суток, через 2 недели, 1, 3 и 6 месяцев после включения и далее - не реже 1 раза в 6 месяцев.

Оценка влажности твёрдой изоляции. Производится у трансформаторов напряжением 110 кВ и выше мощностью 60 МВА и более.

Допустимое значение влагосодержания твёрдой изоляции вновь вводимых трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт - не выше 4% по массе. Влагосодержание твёрдой изоляции в процессе

эксплуатации допускается не определять, если влагосодержание масла не превышает 10г/т.

Влагосодержание твёрдой изоляции перед вводом в эксплуатацию и при капитальном ремонте определяется по влагосодержанию заложенных в бак образцов изоляции. В процессе эксплуатации трансформатора допускается оценка влагосодержания твёрдой изоляции расчетным путём.

Периодичность контроля в процессе эксплуатации: первый раз – через 10-12 лет после включения и в дальнейшем – 1 раз в 4-6 лет.

**Измерение тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg } \delta$ ) изоляции обмоток.** Измерение производится у трансформаторов напряжением 110кВ и выше.

Значение  $\text{tg } \delta$  изоляции обмоток вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, приведённых к температуре испытаний, при которых определялись исходные значений, с учётом влияния  $\text{tg } \delta$  масла не должно отличаться от исходных значений в сторону ухудшения более чем на 50%.

Измеренные значения  $\text{tg } \delta$  изоляции при температуре изоляции 20 градусов и выше не превышающие 1%, считаются удовлетворительными и их сравнение с исходными данными не требуется.

Измерение в процессе эксплуатации производится при неудовлетворительных результатах испытания масла и (или) хроматографического анализа газов, растворённых в масле, а также в объёме комплексных испытаний.

Результаты измерений  $\text{tg } \delta$  изоляции обмоток в процессе эксплуатации, включая динамику их изменений, должны учитываться при комплексном рассмотрении данных всех испытаний.

## Оценка состояния бумажной изоляции обмоток.

*Оценка по наличию фурановых соединений в масле.*

Оценка производится у трансформаторов 110 кВ и выше. Оценка производится хроматографическим методом.

Периодичность контроля наличия фурановых соединений составляет 1 раз в 12 лет, а после 24 лет эксплуатации – 1 раз в 4 года.

Допустимое содержание фурановых соединений, в том числе фурфурола, приведено в методике по испытанию трансформаторного масла..

*Оценка степени полимеризации.*

Оценка производится у трансформаторов 110 кВ и выше.

Ресурс бумажной изоляции считается исчерпанным при снижении степени полимеризации бумаги до 250 единиц.

**Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.**

*Испытание изоляции обмоток вместе с вводами.*

Испытание изоляции обмоток маслonaполненных трансформаторов при вводе их в эксплуатацию и капитальных ремонтах без смены обмоток и изоляции необязательно. Испытание сухих трансформаторов обязательно.

При капитальном ремонте с полной сменой обмоток и изоляции испытание повышенным напряжением обязательно для всех типов трансформаторов. При капитальном ремонте с частичной сменой изоляции или при реконструкции трансформатора значение испытательного напряжения равно 0,9 заводского.

Значения испытательных напряжений приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Значения испытательного напряжения частоты 50 Гц.**

Класс напряжения трансформатора (кВ)	Испытательное напряжение (кВ) (в знаменателе указано напряжение для облегчённой изоляции)		
	Силовые трансформаторы, шунтирующие и дугогасящие реакторы.		
	На заводе	При вводе	В эксплуатации
До 0,69	5,0/3,0	4,5/2,7	4,3/2,6
3	18,0/10,0	16,2/9,0	15,3/8,5
6	25,0/16,0	22,5/14,4	21,3/13,6
10	35,0/24,0	31,5/21,6	29,8/20,4
15	45,0/37,0	40,5/33,3	38,3/31,5
20	55,0/50,0	49,5/45,0	46,8/42,5
35	85,0	76,5	72,3
3 6 10 15 20	Испытательное напряжение (кВ) для герметизированных трансформаторов		
	На заводе	При вводе	В эксплуатации
	10	9,0	8,5
	20	18,0	17,0
	28	25,2	23,8
	38	34,2	32,3
50	45,0	42,5	

**Примечание:** если оборудование на заводе – изготовителе было испытано напряжением, отличающимся от указанного в таблице 1, испытательное напряжение при вводе в эксплуатацию и в эксплуатации должно быть скорректировано.

Сухие трансформаторы испытываются по нормам таблицы 1 для облегчённой изоляции.

Продолжительность испытания – 1 минута.

*Испытание доступных стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной части и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали и электрических экранов относительно обмоток и магнитопровода.*

Испытание при вводе в эксплуатацию производится в случае вскрытия трансформатора для осмотра активной части.

Значение испытательного напряжения – 1кВ. продолжительность – 1 минута.

*Испытание изоляции цепей защитной и контрольно – измерительной аппаратуры, установленной на трансформаторе.*

Испытание производится на полностью собранных трансформаторах. Испытывается изоляция (относительно заземлённых частей и конструкций) цепей с присоединёнными трансформаторами тока, газовыми и защитными реле, маслоуказателями, отсечным клапаном и датчиками температуры при отсоединённых разъёмах манометрических термометров, цепи которых испытываются отдельно.

Значение испытательного напряжения – 1кВ. продолжительность испытания – 1 минута.

Значение испытательного напряжения при испытаниях манометрических термометров – 750В. Продолжительность испытания – 1 минута.

**Измерение сопротивления обмоток постоянному току** производится на всех ответвлениях, если в паспорте трансформатора нет других указаний.

Сопротивление обмоток трёхфазных трансформаторов, измеренные на одинаковых ответвлениях разных фаз при одинаковой температуре, не должно отличаться более чем на 2%. Если из-за конструктивных особенностей трансформатора это расхождение может быть большим и об этом указано в заводском паспорте, следует руководствоваться нормой на допустимое расхождение, приведённой в паспорте трансформатора.

Значение сопротивления обмоток однофазных трансформаторов после температурного пересчёта не должны отличаться более чем на 5% от исходных значений.

Измерения в процессе эксплуатации производятся при комплексных испытаниях трансформатора.

Перед измерением сопротивления обмоток трансформатора, снабжённых устройствами регулирования напряжения, следует произвести не менее трёх полных циклов переключения.

**Проверка коэффициента трансформации.**

Проверка производится при всех положениях переключателя ответвлений. Коэффициент трансформации, измеренный при вводе трансформатора в эксплуатацию, не должен отличаться более чем на 2% от значений, измеренных на соответствующих ответвлениях других фаз, и от исходных значений, а измеренный при капитальном ремонте не должен отличаться более чем на 2% от коэффи-

циента трансформации, рассчитанного по напряжениям ответвлений.

**Проверка группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов.**

Группа соединений должна соответствовать указанной в паспорте трансформатора, а полярность выводов – обозначениям на крышке трансформатора.

**Измерение потерь холостого хода.**

Измерение производится у трансформаторов мощностью 1000кВА и более при напряжении, подводимом к обмотке низшего напряжения, равном указанному в протоколе заводских испытаний (паспорте). Измерения потерь холостого хода трансформаторов мощностью до 1000кВА производятся после капитального ремонта с полной или частичной расшивкой магнитопровода. У трёхфазных трансформаторов потери холостого хода измеряются при однофазном возбуждении по схемам, применяемым на заводе – изготовителе.

У трёхфазных трансформаторов при вводе в эксплуатацию и при капитальном ремонте соотношение потерь на разных фазах не должно отличаться от соотношений, приведённых в протоколе заводских испытаний (паспорте), более чем на 5%.

У однофазных трансформаторов при вводе в эксплуатацию отличие измеренных значений потерь от исходных не должно превышать 10%.

Измерения в процессе эксплуатации производятся по решению технического руководителя предприятия исходя из результатов хроматографического анализа растворённых в масле газов. Отличие измеренных значений от исходных данных не должно превышать 30%.

**Измерение сопротивления короткого замыкания трансформатора.**

Измерение производится у трансформаторов 125 МВА и более.

Для трансформаторов с устройством регулирования напряжения под нагрузкой  $Z_k$  измеряется на основном и обоих крайних ответвлениях.

Значения  $Z_k$  при вводе трансформатора в эксплуатацию не должно превышать значения, определённого по значению КЗ ( $U_k$ ) трансформатора, на основном ответвлении более чем на 5%.

Значения  $Z_k$  при измерениях в процессе эксплуатации и при капитальном ремонте не должны превышать исходные более чем на 3%. У трёхфазных трансформаторов дополнительно нормируется различие значений  $Z_k$  по фазам на основном и крайних ответвлениях. Оно не должно превышать 3%.

В процессе эксплуатации измерения  $Z_k$  производятся после возведения на трансформатор тока КЗ, превышающего 70% расчётного значения, а также в объёме комплексных испытаний.

**Оценка состояния переключающих устройств.**

*Переключающие устройства с ПБВ (переключение без возбуждения).*



Оценка состояния переключающих устройств производится в соответствии с требованиями документа, указанного в соответствии с требованиями РДИ 34-38-058-91 «Типовая технологическая инструкция. Трансформаторы напряжением 110-1150 кВ мощностью 80 МВА и более. Капитальный ремонт».

#### Испытание бака на плотность.

Испытаниям подвергаются все трансформаторы, кроме герметизированных и не имеющих расширителя.

Испытание производится:

- ▼ У трансформаторов напряжением до 35кВ включительно – гидравлическим давлением столба масла, высота которого над уровнем заполненного расширителя составляет 0,6 метра, за исключением трансформаторов с волнистыми баками и пластинчатыми радиаторами, для которых высота столба масла принимается равной 0,3 метра;
- ▼ У трансформаторов с плёночной защитой масла – созданием внутри гибкой оболочки избыточного давления воздуха 10кПа;
- ▼ У остальных трансформаторов – созданием избыточного давления азота или сухого воздуха 10кПа в надмасляном пространстве расширителя.

Продолжительность испытания во всех случаях – не менее 3 часов.

Температура масла в баке при испытаниях трансформаторов напряжением до 150кВ включительно – не ниже 10°C, остальных – не ниже 20°C.

Трансформатор считается маслостойким, если осмотром после испытания течь масла не обнаружена.

#### Проверка устройств охлаждения.

Проверка устройств охлаждения при вводе в эксплуатацию и текущем ремонте трансформаторов производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации системы охлаждения, входящей в комплект заводской технической документации на данный трансформатор, а при капитальном ремонте – в соответствии с требованиями документа, указанного выше (РДИ 34-38-058-91).

#### Проверка предохранительных устройств.

Проверка и испытания производятся в соответствии с инструкциями по эксплуатации соответствующего типа реле.

#### Проверка средств защиты масла от воздействия окружающего воздуха.

Проверка воздухоосушителя, установок азотной и плёночной защиты масла, термосифонного или адсорбирующего фильтра при вводе трансформатора в эксплуатацию и капитальном ремонте производится в соответствии с требованиями документов по эксплуатации трансформатора.

#### Тепловизионный контроль состояния трансформаторов.

Тепловизионный контроль производится у трансформаторов напряжением 110кВ и выше в соответствии с указаниями приложения 1.

#### Испытание трансформаторного масла.

Испытание остатков масла в баке трансформаторов, поставляемых без масла.

При испытаниях проверяется пробивное напряжение и влагосодержание остатков масла. пробивное напряжение должно быть не ниже 50кВ, а влагосодержание не выше:

- ▼ У трансформаторов напряжением 110-330кВ – 0,0025%
- ▼ У трансформаторов напряжением 500-750кВ – 0,002%

Результаты испытаний учитываются при комплексной оценке состояния трансформатора после транспортировки.

#### Испытание масла в процессе хранения трансформатора.

У трансформаторов напряжением до 35кВ включительно проба масла испытывается в соответствии с требованиями методики по испытанию трансформаторного масла не реже 1 раза в год.

У трансформаторов напряжением 110кВ и выше масло испытывается в соответствии с требованиями вышеозначенной методики (далее «Методика на масло») не реже 1 раза в 2 месяца.

#### Испытание масла перед вводом трансформатора в эксплуатацию.

У трансформаторов напряжением до 35кВ включительно масло испытывается согласно требованиям «Методики на масло». По решению технического руководителя предприятия испытания масла могут не производиться.

У трансформаторов напряжением 110кВ и выше масло испытывается согласно требованиям «Методики на масло», а у трансформаторов с плёночной защитой масла – дополнительно – по пункту 10 таблицы данной методики.

У трансформаторов всех напряжений масло из бака контактора устройства регулирования напряжения под нагрузкой испытывается в соответствии с инструкцией завода – изготовителя.

#### Испытание масла в процессе эксплуатации трансформаторов.

У трансформаторов напряжением до 35кВ включительно масло испытывается по требованиям «Методики на масло» в течение первого месяца эксплуатации – 3 раза в первой половине и 2 раза во второй половине месяца. В дальнейшем масло испытывается по требованиям «Методики на масло» не реже 1 раза в 4 года с учётом требований.

У трансформаторов напряжением 110кВ и выше масло испытывается по требованиям «Методики на масло», а у трансформаторов с плёночной защитой масла – дополнительно, в следующие сроки: трансформаторы 110 – 220кВ – через 10 дней и 1 месяц, трансформаторы 330-750кВ – через 10 дней, 1 и 3 месяца.

В дальнейшем масло из трансформаторов напряжением 110кВ и выше испытывается не реже 1 раза в 2 года согласно требованиям «Методики на масло» и не реже 1 раза в 4 года по требованиям п.

#### Испытание трансформаторов включением на номинальное напряжение.

Включение трансформаторов производится на время не менее 30 минут. В течение этого времени осуществляется прослушивание и наблюдение за состоянием трансформатора. В процессе испытаний не должно иметь место яв-

ления, указывающие на неудовлетворительное состояние трансформатора.

Испытание вводов и встроенных трансформаторов тока производится в соответствии с соответствующими методиками.

## УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Испытание силовых трансформаторов производят при температуре окружающей среды не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ , с контролем температуры обмоток. При проведении испытаний следует помнить, что температура обмоток силового трансформатора может быть выше температуры окружающей среды, поэтому контроль температуры обмоток осуществляют непосредственно внутри корпуса трансформатора или по температуре масла.

Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний обмоток, т.к. конденсат на изоляторах вводов может привести к пробоем изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытуемого). Оценку увлажнения обмоток трансформатора проводят при измерении коэффициента абсорбции, при этом сам коэффициент абсорбции для занесения в протокол не фиксируется, или может быть внесён в протокол в качестве оценочного показателя.

Перед проведением высоковольтных испытаний изоляторы вводов следует протереть от пыли, грязи и влаги.

Атмосферное давление особого влияние на качество проводимых испытаний не оказывает, но фиксируется для занесения данных в протокол.

## СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Трансформаторы подвергаются испытаниям в собранном виде, с установленными на них всеми деталями и узлами, которые могут повлиять на результат испытаний. Особое внимание следует обращать на переключатель ответвлений силового трансформатора – если испытание проводится до полной сборки, то после проведения испытаний и полной сборки контакты переключателя могут ухудшиться.

Перед испытанием производится внешний осмотр, проверка целостности изоляторов, отсутствие течи масла.

Измерение сопротивления изоляции производят мегаомметрами на соответствующее напряжение: для обмотки НН (напряжением ниже 1000В) используют мегаомметры на 500В при номинальном напряжении трансформатора до 0,5кВ включительно, мегаомметры с рабочим напряжением 1000В используют для трансформаторов с рабочим напряжением свыше 0,5 до 1кВ включительно, а мегаомметры на напряжение 2500В – для обмоток ВН и НН напряжением выше 1кВ.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току производят мостами постоянного тока (например Р 333, Р4833), которые позволяют произвести замеры с точностью до 0,001 Ом. При отсутствии данных приборов возможно использовать метод амперметра – вольтметра с источником постоянного тока, который может обеспечить достаточный ток для проведения данных испытаний.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью различных установок, ко-

торые состоят из следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры. К таким аппаратам можно отнести установку АИИ – 70, АИД – 70, а также различные высоковольтные испытательные трансформаторы, которые обладают достаточным уровнем защиты и надлежащим уровнем подготовлены для проведения испытаний.

Перед проведением испытаний силовых трансформаторов необходимо, чтобы обмотки трансформатора были заземлены в течение 1 часа.

При проведении испытаний трансформаторов на потери холостого хода и потери короткого замыкания применяют измерительные мосты и комплекты (типа К-50) при измерениях на напряжениях 0,4кВ или трансформаторы тока и напряжения при измерениях на напряжениях выше 1000В.

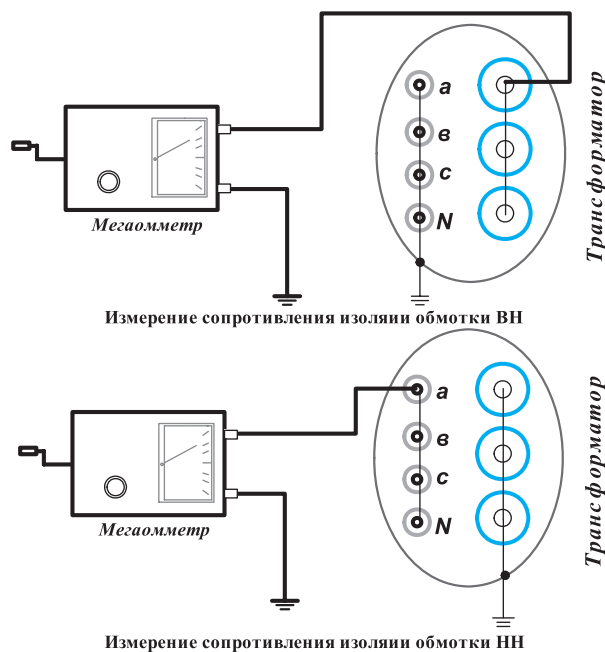
Для измерения тангенса диэлектрических потерь применяются мосты переменного тока Р5026 и новые приборы «Вектор».

*Все приборы должны быть поверены, а испытательные установки аттестованы в соответствующих государственных органах (ЦСМ).*

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Измерение сопротивления изоляции.

Схема измерения сопротивления изоляции силовых трансформаторов представлена на рисунке 3.



**Рис.3** Измерение сопротивления изоляции обмоток.

Перед проведением измерения необходимо протереть от пыли и грязи ввода трансформатора, отсоединить (при необходимости) провода и шинные мосты от трансформа-

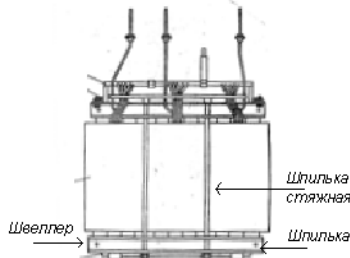
тора (оставить трансформатор без дополнительных устройств) и провести заземление обмоток на оговоренное выше время.

При измерении сопротивления изоляции отсчёт показаний мегаомметра производят каждые 15 секунд и результатом считается сопротивление, отсчитанное через 60 секунд после начала измерения, а отношение показаний  $R_{60}/R_{15}$  считается коэффициентом абсорбции.

Испытуемую обмотку трансформатора закорачивают, а свободную обмотку закорачивают и дополнительно подключают к заземлению для избежания обратной трансформации испытательного напряжения от мегаомметра.

**Измерение сопротивления изоляции доступных стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной стали и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали и электрических экранов относительно обмоток и магнитопровода.**

Схема для проведения измерений данного вида в данной методике не приводится, на *рисунке 4* представлена активная часть магнитопровода и стрелочками показаны предполагаемые участки измерений. Измерения проводят по принципу измерения сопротивления изоляции обмоток силовых трансформаторов, при этом показания мегаомметра снимают после установившихся значений у какого – либо значения. Мегаомметр, при этом, подключают линейным зажимом к объекту испытаний (например - к шпильке), а зажимом «земля» к активной стали трансформатора.

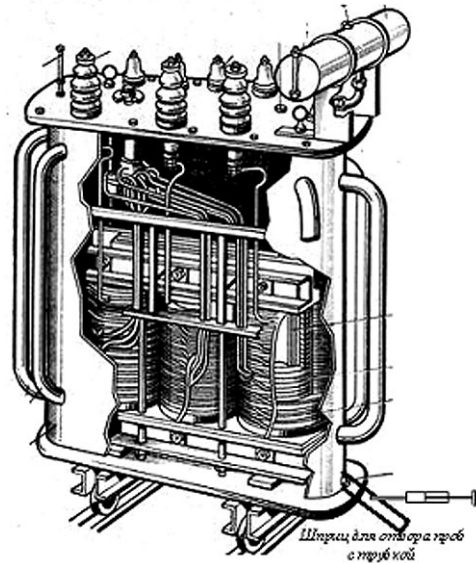


**Рисунок 4. Активная часть трансформатора с указанием стяжных шпилек и балок**

**Хроматографический анализ газов, растворённых в масле.**

Пробу масла для проведения хроматографического анализа следует отбирать в соответствии с *рисунком 5*. При этом в пробу масла не должен попадать наружный воздух.

Производится это следующим образом: к сливной отверстии трансформатора присоединяется резиновый шланг соответствующего диаметра. Шланг заполняется маслом с трансформатора (при этом некоторая часть масла должна быть слита через шланг – для сброса загрязнённого масла, очистки самого шланга) и затем пережимается у основания.



**Рис.5 Трансформатор с устройством отбора проб**

Специально приготовленным шприцом (шприц должен быть стеклянный большой ёмкости) шланг прокалывается и в шприц набирается масло.

Затем шприц герметично закупоривается и отправляется на анализ.

**Измерение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции обмоток.**

Схема для измерения тангенса с применением моста P5026 представлена на *рисунке 6*.

При измерении тангенса может иметь сильное влияние подключение приборов к питающей сети. При невозможности произвести измерение можно попробовать переключить вилку на ЛАТРе – поменять фазу.

Эти помехи не отражаются при измерении прибором «ВЕКТОР».

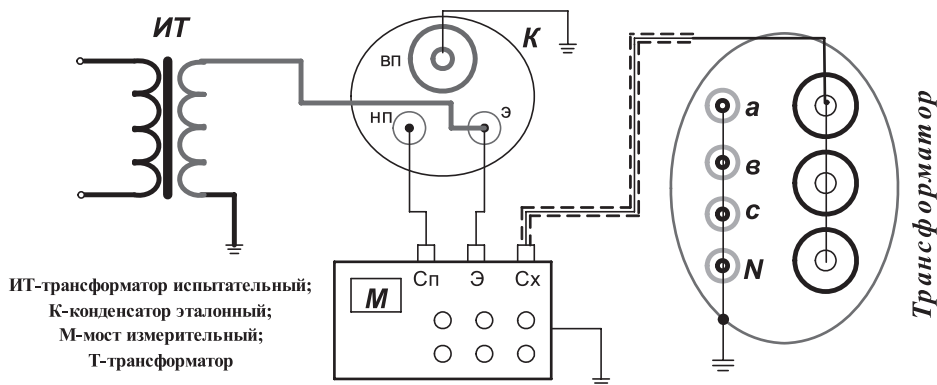
**Испытание изоляции повышенным напряжением.**

Испытание изоляции трансформатора повышенным напряжением проводится по схеме, представленной на *рисунке 3*, только вместо мегаомметра подключается испытательная установка. Обязательно закорачивание и заземление свободных обмоток трансформатора, которая в данное время не подвергается испытанию.

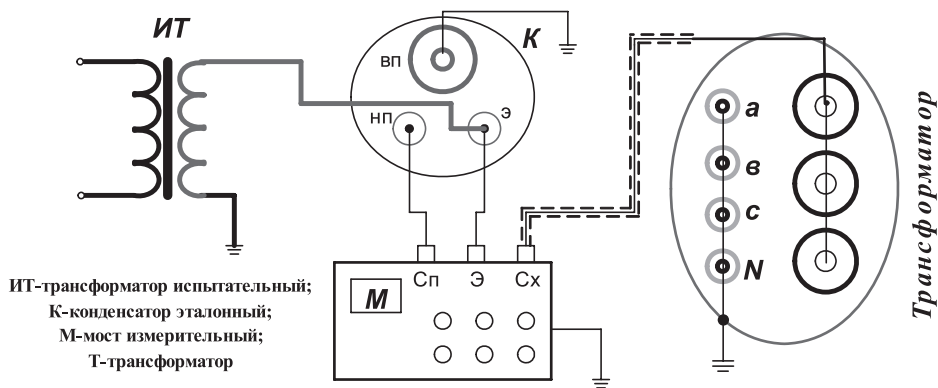
Испытательное напряжение поднимается постепенно. После установки испытательного напряжения начинается отсчёт времени испытания. После испытания напряжение снимается, и испытуемые обмотки заземляются.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец производится при ремонте активной части трансформатора, когда есть доступ к испытуемым частям.

Испытание цепей защитной и контрольно – измерительной аппаратуры, установленной на трансформаторе



**Рисунок 6** Схема измерения  $\operatorname{tg}$  угла диэлектрических потерь трансформатора по «перевёрнутой схеме»



**Рисунок 6.1.** Схема измерение  $\operatorname{tg}$  угла диэлектрических потерь с помощью «ВЕКТОРА» по обатной (инверсная) схеме

производится с подключением вывода испытательного аппарата к зажимам испытуемых цепей с заземлением второго вывода аппарата. При испытании все цепи, которые не связаны с землёй могут быть объединены для проведения одного общего испытания.

#### Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

Измерение проводится либо с помощью моста постоянного тока, либо с помощью амперметра и вольтметра, ориентируясь в дальнейшем на падение напряжения на обмотке.

Величина тока, при измерении методом падения напряжения, не должна превышать  $1/5$  номинального тока обмотки трансформатора. При измерениях этим методом выбирают схему в соответствии с величиной измеряемого сопротивления (рисунок 7).

При измерении сопротивления мостом постоянного тока (например Р333) зажимы моста подключают к зажимам силового трансформатора и в дальнейшем производят измерения в соответствии с инструкцией на мост.

Измерение следует производить на всех положениях переключателя регулирования напряжения трансформатора. При этом для удобства и скорости измерения производят следующим образом: прибор подключают например к

фазам А и В, производят измерение, не отключая прибор переключают положение трансформатора и производят измерение на этом положении и так далее до последнего положения. Затем переключают прибор на другие фазы и аналогичным образом переключают переключатель, производя замеры.

Таким образом, можно быстро произвести замеры избежав долгого насыщения трансформатора.

#### Проверка коэффициента трансформации.

Коэффициентом трансформации трансформаторов называется отношение напряжения обмотки ВН к напряжению обмотки НН при холостом ходе, т.е.

$$Kл = U_{ВН}/U_{НН}$$

Проверка коэффициента трансформации производится по схеме представленной на рисунке 8.

Проверка производится на всех ответвлениях трансформатора:

$$Kл = K1 = K2 = K3,$$

$$\text{где } K1 = U1/U4; K2 = U2/U5; K3 = U3/U6.$$

Коэффициент трансформации не должен отличаться более чем на 2% от значений, полученных на соответствующих ответвлениях других фаз, или от заводских значений. Кроме того, для трансформаторов с РПН разница ко-

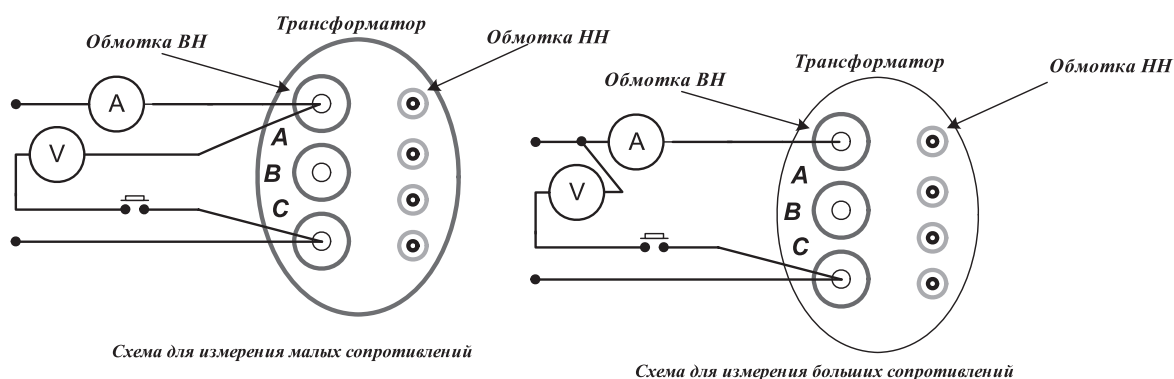


Схема для измерения малых сопротивлений

Схема для измерения больших сопротивлений

**Рис. 7** Схема измерений сопротивления обмоток постоянному току

эффицентентов трансформации не должна превышать значения ступени регулирования.

**Определение группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов.**

Проверку группы соединения обмоток трансформатора проверяют методом двух вольтметров. Для проверки группы соединяют зажимы фаз А и а испытуемого трансформатора. К обмотке ВН подводят напряжение и измеряют последовательно напряжения между зажимами фаз в – В, в – С, с – В. (рисунки 9) Измеренные напряжения  $U_{в-В}$ ,  $U_{в-С}$ ,  $U_{с-В}$  сравнивают с соответствующими расчётными напряжениями, вычисленными по формулам таблицы 2 (где К – линейный коэффициент трансформации трансформатора).

Если измеренные и расчётные значения указанных напряжений соответственно равны в пределах допуска на коэффициент трансформации и точности измерений, то группу соединений считают правильной. Для исключения ошибок при испытании трёхфазных трансформаторов необходимо обращать внимание на симметрию трёхфазного напряжения питания.

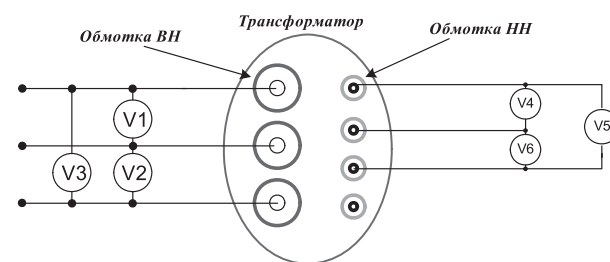
**Измерение потерь холостого хода трансформаторов.**

Потери и ток холостого хода измеряют при номинальном напряжении, кроме того, если это указано в соответствующих стандартах или технических условиях на трансформатор, дополнительно измеряют потери холостого хода при пониженном напряжении.

Потери холостого хода при номинальном напряжении для трансформаторов с напряжением вторичной обмотки 0,4кВ, измеряются по схеме на рисунке 10.

**Таблица 2**

Группа соединения	Угловое смещение ЭДС	Возможное соединение обмоток	$U_{в-В}$	$U_{в-С}$	$U_{с-В}$
0	0	Y/Y, Д/Д	$U_{Л}(K_{Л} - 1)$	$U_{Л} \sqrt{1 - K_{Л} + K_{Л}^2}$	
6	180	Y/Y, Д/Д	$U_{Л}(K_{Л} + 1)$	$U_{Л} \sqrt{1 + K_{Л} + K_{Л}^2}$	
11	330	Y/Д, Д/Y	$U_{Л} \sqrt{1 - \sqrt{3}K_{Л} + K_{Л}^2}$	$U_{Л} \sqrt{1 + K_{Л}^2}$	$U_{Л} \sqrt{1 - \sqrt{3}K_{Л} + K_{Л}^2}$



**Рис. 8** Схема измерения Коэффициента трансформации

Напряжение подаётся на обмотку НН, обмотка ВН остаётся разомкнутой.

За подводимое напряжение допускается принимать линейное напряжение на зажимах а – с. При этом измеряется величина тока холостого хода  $I_{хх}$  и мощность  $P_{хх}$ .

Для определения тока холостого хода и потерь необходимо произвести расчет по формулам:

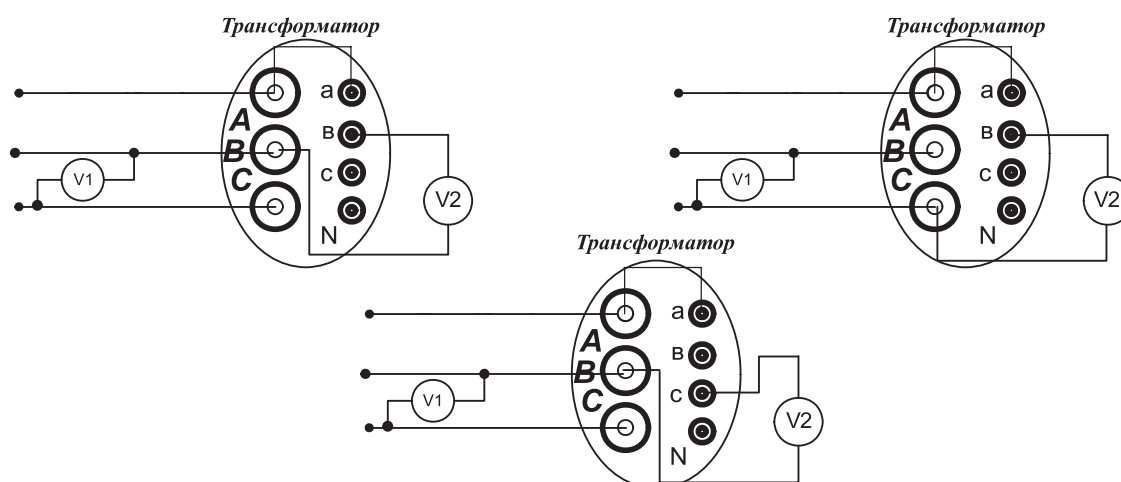
$$I_{хх} = (I_a + I_b + I_c)/3; \quad P_{хх} = P_{ав} + P_{вс}.$$

Полученные при измерениях данные сравнивают с данными заводских испытаний. Они не должны отличаться более чем на 10%. В противном случае необходимо выяснить и устранить причину отклонения потерь и вновь произвести измерения.

Для проведения данных измерений удобно использовать измерительный комплект К – 50, при этом соединения необходимо производить в соответствии с инструкцией прибора.

Потери холостого хода при пониженном напряжении для трансформаторов с вторичным напряжением 6 – 10кВ





**Рис. 9** Схема проверки группы соединения обмоток

измеряются по схеме приведённой на *рисунке 2*. На обмотке ВН высокое напряжение!

## ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

- ▼ дату измерений.
- ▼ температуру, влажность и давление
- ▼ температуру изоляции электродвигателя
- ▼ наименование, тип, заводской номер электродвигателя
- ▼ номинальные данные объекта испытаний
- ▼ результаты испытаний
- ▼ результаты внешнего осмотра
- ▼ используемую схему

Данные полученные при измерении сопротивления изоляции обмоток и сопротивлении обмоток постоянному току следует сравнивать с заводскими данными на данный трансформатор, с учётом температуры. Кроме того данные по сопротивлению фаз не должны отличаться друг от друга не более чем на 2%.

Для перерасчёта полученных данных и приведение их к данным, полученным при другой температуре испытаний, используют формулы приведённые ниже. Такой перерасчёт необходим для результатов измерения тангенса угла диэлектрических потерь, так как нормирование величины тангенса в НТД ведётся при температуре 20°C. Поэтому полученные при испытаниях величины необходимо привести к температуре 20 оС для проведения сравнения с нормами.

Для приведения используют следующую формулу:

$$X = X_1(t_2 + 235)/(t_1 + 235)$$

где: X – значение параметра (тангенса);

X<sub>1</sub> – значение измеренного параметра (тангенса) при t<sub>2</sub>;

t<sub>1</sub> – температура в 20°C;

t<sub>2</sub> – температура при испытании (°C) при которой было проведено испытание.

Кроме того, перерасчёт необходимо производить с данными измерения сопротивления обмоток постоянному току.

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД и на основании сравнения выдаётся заключение о пригодности электродвигателя к эксплуатации.

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

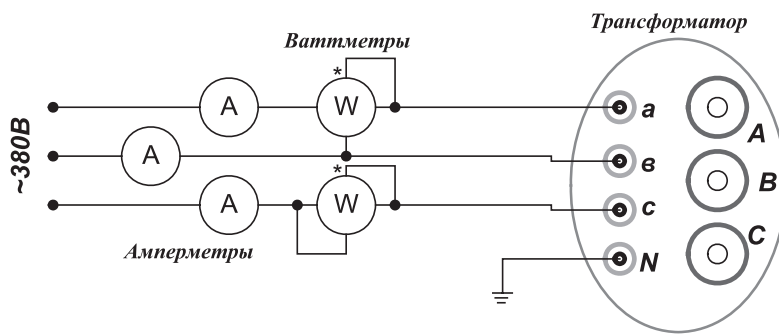
Перед началом работ необходимо:

- ▼ 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.

По окончании работ:

- ▼ При окончании работ на электрооборудовании убрать рабочее место восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).
- ▼ Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).
- ▼ Сделать запись в кабельный журнал о проведённых испытаниях (при испытании кабеля), либо сделать запись в черновик для последующей работы с полученными данными.
- ▼ Оформить протокол на проведённые работы

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



**Рис. 10** Схема измерения потерь и тока холостого хода трансформатора при номинальном напряжении

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

Измерять сопротивление изоляции мегаомметром может работник, имеющий группу III.

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

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

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

*Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании.*

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 ис-

питаниям 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 1000В. Дверь, ведущая в часть установки, имеющую напряжение выше 1000В, должна быть снабжена блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открытия двери и невозможность подачи напряжения при открытых дверях. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена отдельная световая, извещающая о

ющие широкому использованию сверх-ярких светодиодов в наиболее распространенных приложениях. Среди них – обеспечение большей прозрачности и взаимодействия между различными уровнями производственных цепочек, пропаганда преимуществ использования сверхярких светодиодов, а также выработка соответствующих стандартов.

Необходимо выработать новые стандарты измерения характеристик таких светодиодов, которые отличаются от ламп накаливания. Необходимо также учесть особенности восприятия человеком излучаемого ими света и определить продолжительность их работы.

Как сообщает журнал Optics, в настоящее время принято относить к категории сверхярких светодиодов устройства, световой поток которых превышает 50 люмен. Их рынок в 2005 году превысил \$4,1 млрд. Массовое появление в 2006 году устройств с потоком свыше 250 люмен будет способствовать бурному росту рынка, доведя его объем до \$10,8 млрд. К этому времени твердотельные излучатели света широко и прочно войдут в нашу жизнь.

Прогресс в области твердотельных источников света уже привел к тому, что их характеристики перекрыли практически весь диапазон используемых в быту и в промышленности обычных источников. Год назад американская компания Lamina Ceramics создала белый светодиодный источник света с беспрецедентной яркостью, пригодный для освещения больших зданий, архитектурных ансамблей и огромных выставочных площадей. В Южной Корее создается «Светодиодная долина» (LED Valley) — технопарк, в котором будет размещено самое совершенное на сегодняшний день производство светодиодов. На его создание только до 2008 г. будет затрачено \$100 млн.

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



включении напряжения до и выше 1000В, и звуковая сигнализация, извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем ковре.

Передвижные испытательные установки должны быть оснащены наружной световой и звуковой сигнализацией, автоматически включающейся при наличии напряжения на выводе испытательной установки.

Допуск по нарядам, выданным на проведение испытаний и подготовительных работ к ним, должен быть выполнен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов допускающему. В электроустановках, не имеющих местного дежурного персонала, производителю работ разрешается после удаления бригады оставить наряд у себя, оформив перерыв в работе.

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу 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 устанавливая их вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытанием, 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 заземлён отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм<sup>2</sup>. Перед испытанием следует проверить надёжность заземления корпуса.

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

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

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

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижным и неподвижным контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети напряжением 380/220В, должен быть защищён установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. Подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующие эти сети.

Соединительный провод между испытательной установкой и испытываемым оборудованием сначала должен быть присоединён к её заземлённому выводу высокого напряжения.

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

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

Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

- ▼ Проверить правильность сборки схемы и надёжность 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 неё напряжение 380/220В.

С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением и проводить какие – либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании не допускается.

Не допускается с момента подачи напряжения на вывод установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить её от сети напряжением 380/220В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Дата проведения испытания:  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г.

## ПРОТОКОЛ №\_\_ испытания силового трансформатора с ПБВ напряжением до 35 кВ и мощностью до 6300 кВА включительно

### 1. Основные данные

Тип	Завод - изготовитель	Зав №	Год изготовления	Номин. напряж. обмоток, кВ		U кз., %	Группа соедин.
				ВН	НН		

### 2. Результаты испытаний.

2.1. Сопротивление обмоток постоянному току при температуре \_\_\_\_ °С.

Наименование обмоток			ВН					НН	
Положение переключателя			I	II	III	IV	V	a - 0	
Сопротивл. Ом	Фазы	A-B						в - 0	
		B-C						с - 0	
		C-A							
Максимальное расхождение между фазами, %									

2.2. Проверка коэффициента трансформации.

Наибольшее отличие коэффициента трансформации от расчетного значения составляет \_\_\_\_\_ %  
на \_\_\_\_\_ положении переключателя для фаз \_\_\_\_\_.

2.3. Испытание изоляции.

2.3.1. Сопротивление изоляции.

Схема измерений	Результаты измерений при темп. ____ °С		Результаты измерений R <sup>60</sup> МОМ, приведенные к заводской темп. = ____ °С	Заводские данные R <sup>60</sup> ,МОМ
	R <sup>15</sup> ,МОМ	R <sup>60</sup> ,МОМ		
ВН - НН + бак				
НН - ВН + бак				

2.3.2. Обмотка ВН трансформатора испытана повышенным напряжением частоты 50 Гц \_\_\_\_ кВ в течении \_\_\_\_ мин.

2.3.3. Обмотка НН трансформатора испытана повышенным напряжением частоты 50 Гц \_\_\_\_ кВ в течении \_\_\_\_ мин.

2.4. Ревизия трансформатора \_\_\_\_\_ (проводилась, не проводилась)

2.5. Результаты испытания трансформаторного масла даны в отдельных протоколах

2.6. Дополнительные испытания и проверки \_\_\_\_\_

### 3. Условия окружающей среды при проведении измерений:

3.1. Температура воздуха \_\_\_\_ °С

3.2. Влажность \_\_\_\_ %

3.3. Атмосферное давление \_\_\_\_ мм. рт. Ст

### 4. Измерительные приборы:

Наименование	Тип	Зав.№	Характеристики		Дата Проверки
			Напряжение, В	Погрешность	
Мост					
Мегомметр					

Нормативно-технический документ: Объемы и нормы испытаний электрооборудования РД 34.45-51.300-97

5. Заключение: Данные измерений и испытаний соответствуют нормам НТД. Годно к эксплуатации.

Испытания произвели:

«\_\_\_\_\_»

«\_\_\_\_\_»

Начальник электролаборатории

«\_\_\_\_\_»

«\_\_\_\_\_»

(подпись)

(фамилия)

Отчёт №	Протокол №	Страница протокола	Страниц протокола	Страница отчёта
		1	1	

Касьянов К. Г.,  
Смирнов А.И.,  
Щугорев В.Н.  
(г. Москва,  
Московский энергетический  
институт)

## ВЛИЯНИЕ НИЗКОСКОРОСТНОГО УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ НА БАЛОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И АППАРАТОВ

На основе теории динамического разрушения [1] рассмотрено поведение балочных элементов электрических машин из слоистых композитных материалов с дефектами типа расслоений. Исследуемые балочные элементы представлены на *рис.1*.

Стержневые конструктивные элементы широко используются в электротехнике и энергомашиностроении. При эксплуатации эти элементы работают в широком диапазоне механических, тепловых и химических воздействий. В

связи с этим, появление и развитие любого типа дефектов может значительно влиять на параметры безопасности, надёжности и долговечности [2].

В окрестности вершины трещины всегда имеется область, в которой возникают пластические деформации и напряжения не могут быть сингулярными. Возникает задача об определении влияния пластических деформаций на рост отслоения. В рассматриваемой схеме разрушение происходит по типу поперечного сдвига. Известна поправ-

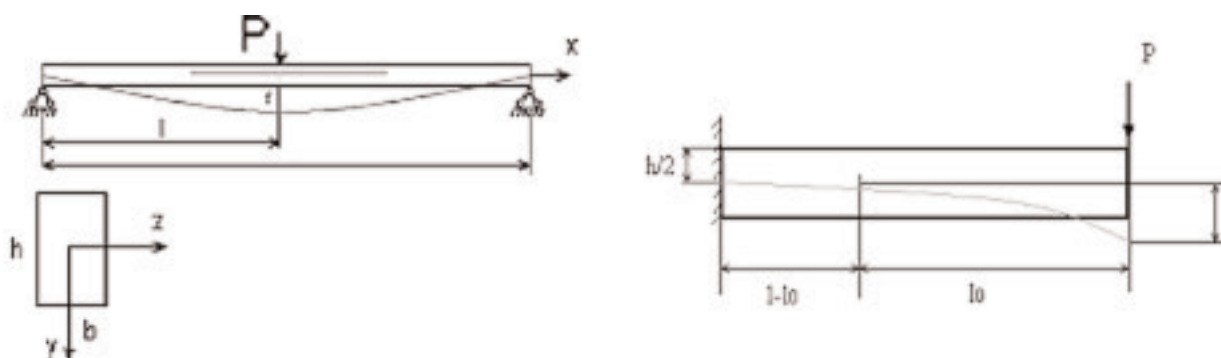
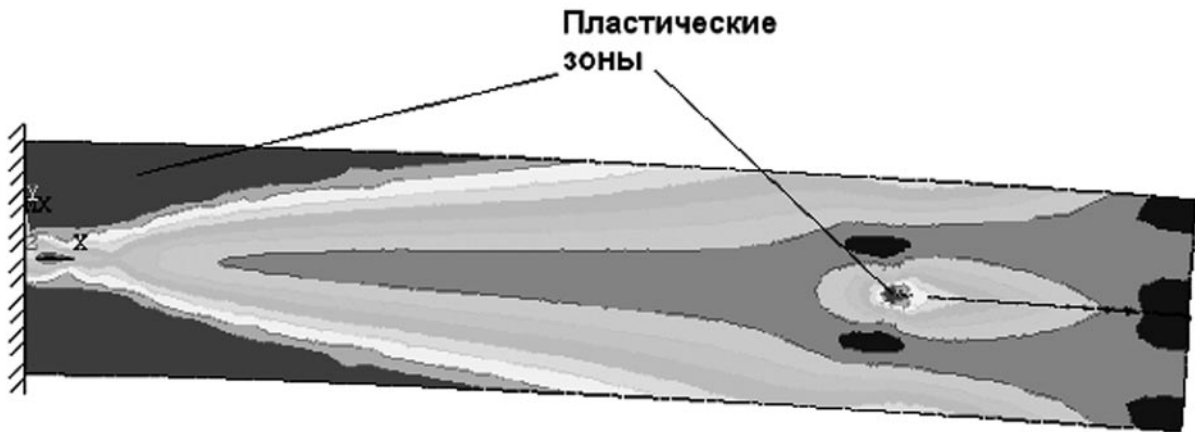


Рис.1 Расчетные схемы балочных элементов с трещинами.





**Рис. 2 Эквивалентные напряжения по Мизесу. Длина отслоения равна четверти длины балки.**

ка Ирвина на величину пластической зоны, которая введена для случая нормального отрыва.

$$l_{0эфф} = l_0 + \delta, (1)$$

где  $l_0$  - физический размер трещины,  $\delta$  - поправка.

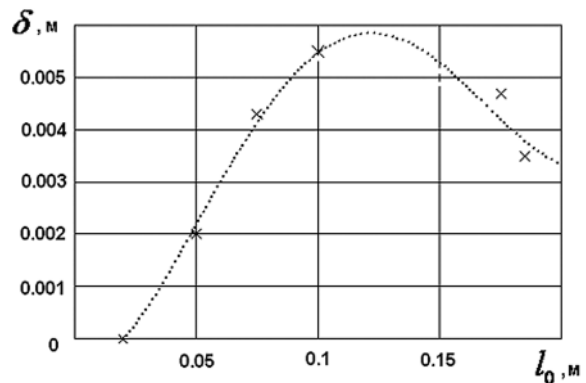
$$\delta = \frac{K_I^2}{2\pi\sigma_m^2} = \frac{\sigma \cdot l_0}{2\pi\sigma_m^2}, (2)$$

где  $\sigma$  - номинальное растягивающее напряжение.  $\sigma_m$  - предел текучести материала.  $K_I$  - коэффициент интенсивности напряжений для разрушения, происходящего по типу нормального отрыва.

Если разрушение происходит по типу поперечного сдвига, поправку на пластическую зону можно ввести по аналогии с поправкой Ирвина для нормального отрыва [5]. Но такая поправка для балочных элементов с соотношением длины к высоте порядка 5 и модулем Юнга материала порядка 10 мПа при расположении дефекта, показанном на рис. 1 имеет размер пренебрежимо малый по сравнению с длиной отслоения. А для консольной балки при небольших длинах трещины разрушение произойдет в месте закрепления, так как в этой части конструкции текучесть раньше охватит всё сечение, чем размер трещины достигнет равновесного по Гриффитсу.

Расчёт НДС консольно закреплённого балочного элемента (модуль Юнга материала 50 мПа), содержащего отслоение, методом конечных элементов показывает, что размер пластической зоны может быть оценен поправкой Ирвина по аналогии с нормальным отрывом. Размер пластической зоны оказывается несущественным, а форма зоны перед фронтом трещины, как и предполагалось при введении поправки Ирвина, близка к полукруглой. Также расчёт по МКЭ показал, что зависимость размера пластической зоны от длины отслоения немонотонна (рис. 3).

Динамический рост трещин может являться результатом потери устойчивости (по Гриффитсу) как при квазиста-



**Рис 3 Зависимость размера пластической зоны от длины отслоения в состоянии равновесия по Гриффитсу**

тическом нагружении, так и при динамическом, таком, как удар. Типичный пример – окончательное разрушение образца или структурного компонента, когда трещина достигает критического размера. С практической точки зрения, наиболее интересные проблемы связаны с условиями страгивания и остановки трещины, распространяющейся динамически.

Графики зависимости роста длины трещины от времени представлены на рис. 4. На рис. 5. представлена зависимость конечной длины трещины от начальной при различных скоростях ударника. Также было также показано, что с увеличением продольного модуля упругости материала и массы конструкции, конечный размер дефекта становится меньше. Рост расслоений в элементах конструкций значительно снижается с ростом удельной работы разрушения, обусловленной технологией производства слоистых материалов.

Проведенные исследования позволяют прогнозировать поведение балочных элементов конструкций с трещиноподобными дефектами как при статическом так и при динамическом нагружении.



**КОНТАКТОР ПРИСТУПИЛ К ПРОИЗВОДСТВУ НОВЫХ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Ульяновский завод Контакттор объявляет о начале производства двух новых серий электронных счетчиков электрической энергии – СОЭ и СТЭ. Первая партия счетчиков СОЭ-04 и СТЭ-01 из новых серий поступит в продажу уже в июле этого года.

«Запуск производства новых счетчиков СОЭ-04 и СТЭ-01 является частью стратегии компании по развитию направления «измерительные устройства». Отличительной особенностью новых серий счетчиков является наличие многотарифных исполнений и использование новых пожаробезопасных материалов в корпусных деталях», - отметил Дмитрий Орлов, руководитель направления измерительных устройств компании Контакттор.

Счетчики соответствуют новому ГОСТ 52320-2005. Производство их будет базироваться на существующих мощностях ульяновского завода Контакттор.

Новые счетчики серии СТЭ предназначены для измерения и учета активной энергии в трехфазной сети по четырехпроводной схеме включения в промышленном и бытовом секторе, серии СОЭ - в однофазных цепях переменного тока. Счетчики обеих серий оснащены интерфейсами для передачи телеметрической информации о расходуемой электроэнергии при использовании в автоматизированных системах контроля и учета электроэнергии.

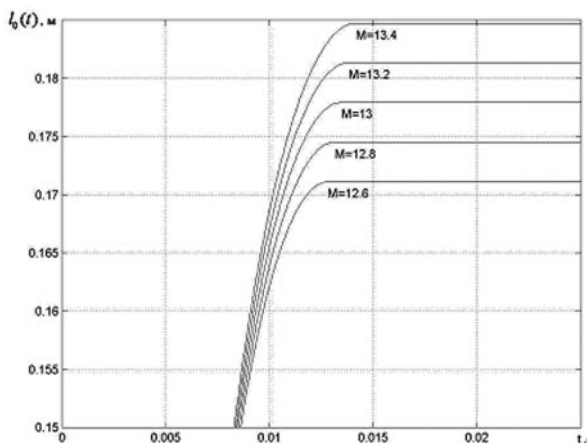
Завод «Контакттор»

**ЛИСИН МОНОПОЛИЗИРУЕТ ТРАНСФОРМАТОРЫ**

Федеральная антимонопольная служба (ФАС) дала добро на появление на российском рынке трансформаторной стали монополиста.

Произойдет это в ходе покупки ООО «ВИЗ-Сталь» «Новолипецким металлургическим комбинатом» (НЛМК). Пострадавшим в результате сделки окажется «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК).

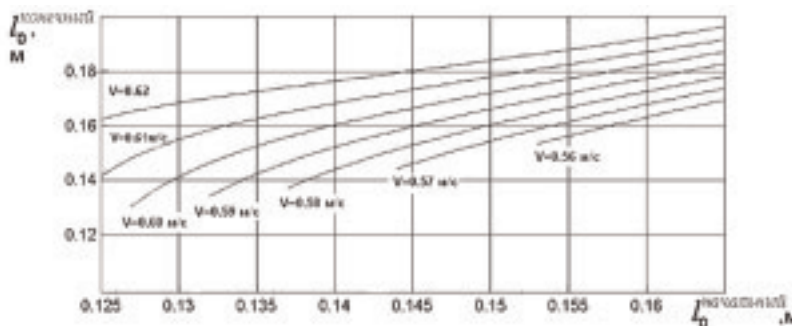
ФАС удовлетворила ходатайство НЛМК о приобретении 100%-ной доли



**Рис.4. Зависимость длины трещины от времени при различных значениях массы падающего груза**

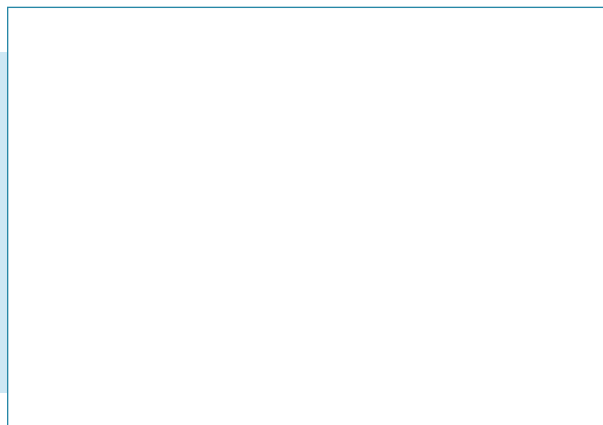
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Болотин В. В., Гришко А. А., Щугорев В. Н. Остаточная послеударная несущая способность тканевых композитов с начальными межслойными трещинами. // *Механика композитных материалов* 1994. Т 30. №5. С 600-608.
2. Москвитин П. М, Мурзаханов Г. Х., Щугорев В. Н. Трещиностойкость электротехнических композитов. // *5-ая Международная конферен. Электромеханика, электротехнология и электроматериаловедение, Труды, Крым, Алушта, 2003 ч.1, с. 58-61*
3. Смирнов А.И. , Щугорев В. Н. Динамическое разрушение балок из слоистых композитов с дефектацией // *Новые технологии* 2001. №4. С 8-12.
4. Земнухов С.В., Касьянов К.Г., Щугорев В.Н. Поведение композитных пластин при динамическом нагружении // *Материалы 11 международного симпозиума "Динамические и технологические проблемы механики сплошных сред"*. М. МАИ 2005. С. 22.
5. Земнухов. С. В., Касьянов. К. Г., Щугорев В. Н. Влияние пластичности на рост трещин в слоистых балках при динамическом нагружении. // *Материалы XII международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред».* Тезисы докладов.- Москва.- МАИ.- 2006г. С.160.



**Рис.5. Зависимость конечной длины трещины от начальной при различных значениях скорости удара**

**Савчиц М.В.,  
начальник отдела  
управления проектами  
Эльстер Метроника**



## ПОЧЕМУ ПОДОРОЖАЛО СОЗДАНИЕ АИИС КУЭ?

### НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Определяя перечень работ при создании систем АИИС КУЭ необходимо руководствоваться следующей нормативной базой:

- \* ГОСТ 34.601-90 (Стадии создания АС)
- \* ГОСТ Р 8.596-2202 (Метрология АС)
- \* Приложения к договору на присоединение к ОРЭ
- \* Технические требования к АИИС КУЭ ОРЭ1
- \* Порядок установления соответствия АИИС требованиям ОРЭ
- \* ГОСТ 34.601-90 (Стадии создания АС) существует сравнительно давно, он универсален, никто ни отменить, ни избежать этапов создания систем, которые там оговорены, не может. Метрология для автоматизированных систем определяется ГОСТ Р 8.596-2202.

Что касается приложения к договору на присоединение к ОРЭ, то, выходя на оптовый рынок, каждый претендент, присоединяясь к торговой системе, берет на себя добровольные обязательства, предусмотренные договором присоединения к торговой системе. Этот договор содержит ряд объемных, принятых наблюдательным советом НП «АТС» регламентов, которые для определения объе-

мов работ и стадий создания систем являются основными. (См. рис.)



### ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

С недавних пор предпроектное обследование стало выделяться в отдельный этап работ и расцениваться очень недешево. Дело в том, что на этапе предпроектного обсле-

дования, сейчас фактически приходится делать энергоаудит объектов, включая восстановление отсутствующих документов, которые в определенный период были утеряны.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

На сегодняшний день разработка Технического задания вызывает большое количество проблем практически по каждому вопросу. Например, согласование точек учета поставки и перечня субабонентов, согласованный потребителем и энергоснабжающей организацией.

Даже в таких вопросах, которые, казалось бы, сами собой следуют из договора энергоснабжения, возникают проблемы. Не говоря уже о том, что в ряде случаев учет приходится переносить, и относить границы балансового разделения по организационным и политическим соображениям, так как сегодня меняется политика энергоснабжающих организаций и они, как правило, уже не пускают работать на свои объекты. Поэтому схему учета для предприятий приходится пересматривать.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ**

Существенно увеличился объем работ по низовому уровню. Требования к системам АИИС для ОПЭ в отличие от систем АСКУЭ для ФОРЭМ повышены. Требуется соблюдение всех норм и правил, которые существуют для автоматизированного учета электроэнергии. В результате, как правило, необходимо делать полную замену измерительных трансформаторов, перенос точек учета, перекладку измерительных цепей. Поэтому существенно увеличиваются не только работы по монтажу, комплектованию, но и проектные работы.

## **ПРОЕКТ**

В проект сегодня включаются, кроме собственно проектных работ, серьезные разделы с анализом надежности систем и метрологического обеспечения, а также обоснование выбора трансформаторов тока и напряжения.

Метрологическое обеспечение требует проработки как большого объема документации, так и испытаний. Разработку МВИ, разработку программы испытаний с целью утверждения типа средств измерения, разработку методики поверки.

## **КОМПЛЕКТОВАНИЕ**

Здесь на первый план выходят преимущества работы с одним проектировщиком, который целиком отвечает за систему и предоставляет оборудование. Эльстер Метроника, например, в состоянии сама поставить все оборудование и материалы, необходимые для создания системы, решать оперативные вопросы отклонения от спецификаций технорабочего проекта, производить модернизацию имеющегося оборудования, закупленного ранее. И, таким образом, обеспечивать Заказчику гарантии инвестиций, сделанных ранее.

## **СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ**

На сегодня у нас параллельно движется около 60 проектов по созданию АСКУЭ-АИИС для оптового рынка, из них порядка 15 проектов для крупных корпоративных клиентов.

Мы претендуем на роль генподрядной организации, которая имеет широкую секцию подрядных организаций. При этом от субподрядных организаций, конечно, требуем не только наличие формального разрешения к данному виду работ, но и большого опыта и качества выполняемых работ, чтобы их действия ни в коем случае не ухудшили надежность работы системы.

## **ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ**

Основные этапы, которые включают различные виды испытаний и завершаются передачей в опытную эксплуатацию.

## **ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

На сегодня должна быть разработана и согласована в НП «АТС» программа испытаний на период опытной эксплуатации. Это работа, связанная с метрологическим обеспечением. Кроме испытаний на утверждение типа средств измерения, все остальные параметры, которым должна соответствовать система, должны быть подтверждены. Эти испытания проводятся с участием представителей НП «АТС» и называются испытания с целью установления соответствия требованиям ОПЭ.

В опытную эксплуатацию входят также работы по подготовке персонала, сопровождение (авторский надзор) опытной эксплуатации.

## **ПОСТОЯННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

Это тот этап, до которого, насколько мы знаем, еще никто не добрался, но теоретически он описан в регламенте 11.3, где говорится и о статусе комиссии, и о документах, которые должны быть ею предъявлены, и о порядке присвоения коэффициента класса качества системы.

Важно отметить, что каждый заказчик должен сразу понимать - он должен стать нашим главным партнером при создании системы. Увы, пассивная позиция не позволит быстро и качественно создать систему, многие вопросы мы просто не в состоянии решить без него. Не все, к сожалению, заказчики уделяют этому должное внимание и понимание.

Поэтому существуют работы, которые длятся больше года, а есть опыт внедрения систем за 4 месяца с момента подписания договора.

Киреева Э.А.  
Амелькин Н.А.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА В ЦЕХЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА СТАНЦИИ АЭРАЦИИ

Около двух лет назад в цехе механического обезвоживания осадка (МОО) станции аэрации в связи с увеличением объема осадка, поступающего в цех, были установлены ленточные сгустители осадка для последующей подачи его на фильтр-пресса.

Кроме того, для обеспечения технологического режима работы ленточных сгустителей были смонтированы установки приготовления рабочего раствора флокулянта. Последние требуют в своей работе подачу на них необходимого количества технической воды для растворения сухого порошка флокулянта.

В связи с этим потребовалась дополнительная установка насосов К90/85 с электродвигателями мощностью 45 кВт на насосной станции реагентного хозяйства. Эксплуатация насосов данного типа в течение последующих лет показала, что для обеспечения технологического режима необходима подача большого объема воды и поддержание заданного давления в сети.

Известно, что в технологической схеме ленточных сгустителей насосы работают с высокой интенсивностью, что приводит к повышенному износу, как самого насоса, так и электродвигателя.

Старт-стопный режим работы насосов обуславливает возникновение гидравлических ударов, которые отрицательно сказываются на состоянии запорной арматуры, насосов и трубопроводов.

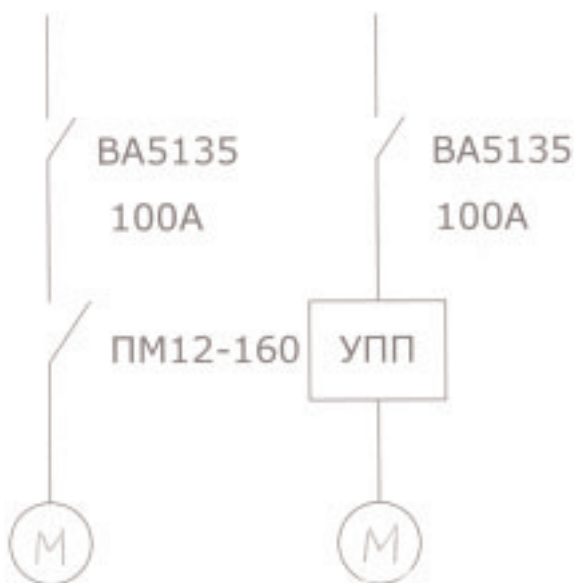
Все это приводит к незапланированному увеличению восстановительных ремонтов, сопряженных с увеличением финансовых и трудовых затрат.

Для увеличения срока службы насосов, запорной арматуры, трубопроводов и электродвигателей в электросхеме пуска электродвигателей было установлено устройство плавного пуска (УПП) типа УПП-ТТ-80-380-50 УХЛ4, схемами – что показано на *рис. 1*.

Установленное УПП осуществляло плавный пуск, останов и защиту трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (в пределах мощностью до 350 кВт).

Опыт использования УПП показал его высокую эффективность в обеспечении надежной работы электродвигателей: исчезли большие броски тока в сети при пуске, свелось к минимальному применение релейно-контактной аппаратуры, устранились при пуске насосного агрегата гидродары и динамические перегрузки в трубопроводах.





**Рис. 1. Блок-схема установки УПП на электродвигателе АИР160М2 мощностью 45 кВт**

Ниже приведены технические характеристики УПП-ТТ-80-380-50 УХЛ4.

Номинальное линейное напряжение на входе, В	380
Номинальная частота напряжения на входе, Гц	50
Число фаз на входе – выходе	3
Диапазон изменения линейного напряжения на выходе, В	130...380
Диапазон времени регулирования напряжения на выходе, С	2...120

Устройство плавного пуска обеспечивало следующие режимы работы:

- \* плавный пуск и останов электродвигателя;
- \* управление напряжением на выходе в режиме плавного пуска и останова;
- \* работу в необслуживаемом режиме, по часам реального времени;
- \* автоматический контроль сетевого напряжения, фазных токов и температур охладителей силовых приборов;
- \* аварийное отключение;
- \* автоматическое повторное включение с выходом на заданный режим после отключения, вызванного аварией питающей сети или недопустимой перегрузкой.

В устройстве плавного пуска имеются следующие виды защит: от недопустимых токовых перегрузок на выходе; от исчезновения или недопустимого снижения питающего напряжения более, чем на 10% от номинального значения; от превышения входного напряжения более, чем на 10% от номинального значения; от несимметричности токов фаз двигателя; от перегрева силовой части устройства.

Кроме того, УПП имеет световую индикацию: о включенном и отключенном состоянии; о готовности к работе; о режимах работы; о срабатывании защит.

Управление работой УПП производится с местного (встроенного) пульта управления или посредством регуляторов, расположенных на лицевой панели корпуса. Изменить поставленную задачу, выполняемую УПП, можно и от внешних управляющих машин через интерфейс.

Осуществление плавного запуска и останова привода насосов с помощью УПП, препятствуя появлению гидравлических ударов, позволяет увеличить период между профилактическими ремонтами оборудования и снизить вероятность аварийных остановок насосов из-за высоких механических нагрузок.

Для приводов насосов начальное пусковое напряжение не должно быть очень высоким, так как при этом не исключаются гидравлические удары. Так же оно не должно быть слишком низким, так как при этом не будет обеспечен непрерывный разгон двигателя. Во всей области чисел оборотов момент двигателя должен превышать момент нагрузки на 10–15%.

Плавный пуск и останов двигателя осуществляется за счет плавного изменения напряжения на выходе УПП. Процесс разгона двигателя начинается при начальном значении напряжения, которое определяется начальным углом открытия тиристоров и оканчивается по истечении установленного времени пуска при 100% напряжении сети.

В общем случае УПП осуществляет два различных вида останова двигателя: плавный останов и прямой останов. Прямой останов рекомендуется производить только при необходимости быстрого (не более 3 сек) снятия напряжения на выходе УПП (например, при аварии). При плавном останове напряжение на выходе УПП линейно снижается в течение заданного времени от 100% напряжения до значения заданного времени. Поэтому время плавного останова обычно больше времени останова двигателя самовыбегом. Плавный останов не является торможением.

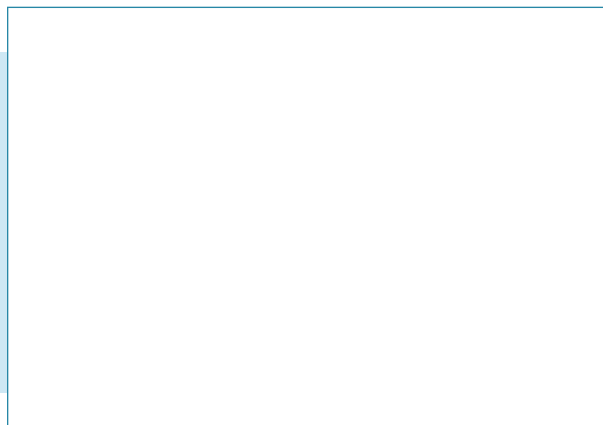
После окончания разгона двигателя УПП начинает длительно нагружаться  $I_{раб}$ . При этом производится постоянный контроль токов фаз двигателя и напряжений питающей сети.

Применение УПП на насосах К90/85 насосной станции реагентного хозяйства было целесообразно по следующим причинам:

- \* увеличился срок эксплуатации насосного агрегата;
- \* обеспечилась более эффективной защитой электродвигатель;
- \* снизились затраты на эксплуатацию насосного агрегата.

Применение УПП целесообразно еще и потому, что пуск и останов двигателя в режиме «суточный» осуществляется автоматически без участия технологического персонала. В режиме «RS-485» пуск и останов двигателя производится в соответствии с сигналами, передаваемыми по интерфейсу от внешнего управляющего устройства, что в последующем позволит управлять насосами при автоматизации насосной станции реагентного хозяйства.

**Вячеслав Богуслаев,**  
генеральный директор ОАО «Мотор Сич»  
**Валерий Гуров,**  
начальник сектора ЦИАМ  
**Павел Жеманюк,**  
главный инженер ОАО «Мотор Сич»  
**Владимир Насонов,**  
начальник НИЦ ЦИАМ  
**Валентин Пастернак,**  
директор Волочискского завода  
**Павел Хомутов,**  
зам. директора ВТФ ОАО «Мотор Сич»



## ТУРБОДЕТАНДЕР ПОЗВОЛЯЕТ ЭКОНОМИТЬ

За последние пять лет в результате плодотворного сотрудничества ЦИАМ, ОАО «Мотор Сич» и НПТОО «Аэротурбогаз» были созданы опытные образцы четырех энергоустановок (ЭТД-1000, УХТА-1, КУРС-1 и КУРС-2). Во всех установках в качестве базового использован работающий на природном газе или сжатом воздухе турбодетандер мощностью до 1 МВт с регулируемым сопловым аппаратом. Соблюдение принципов унификации и постепенного продвижения от простого к сложному позволило в сжатые сроки и при умеренных затратах создать энергоустановки (ЭТД-1000 и энергоблок установки УХТА-1), глубоко модернизировать серийную электростанцию ПАЭС-2500.

Цель модернизации - существенное повышение технических и экологических характеристик действующего оборудования для уменьшения удельных стоимостных показателей с одновременным расширением потребительских качеств станции.

Электростанция ПАЭС-2500, созданная на базе авиационного турбовинтового двигателя АИ-20 производства ОАО «Мотор-Сич», размещается в одном полуприцепе. Сотни таких электростанций успешно эксплуатируются в отдаленных и труднодоступных районах. Их можно встре-

тить в Ухте, Надыме, в странах СНГ и зарубежных государствах. ПАЭС-2500 питают энергией силовые и осветительные сети общепромышленного назначения, покрывают пиковые нагрузки в энергосистемах. Станции ПАЭС-2500 могут работать на керосине, солярке, природном и попутном нефтяном газе.

Электростанции ПАЭС-2500 нашли широкое применение в качестве резервных для энергообеспечения собственных нужд компрессорных станций (КС). Некоторые КС имеют в своем составе крупные газораспределительные станции топливного газа, предназначенные для снабжения газотурбинных приводов нагнетателей. Неоспоримо, что применение турбодетандеров для уменьшения давления больших объемов газа является существенно более эффективным решением по сравнению с использованием различных редукторов давления. Появилась идея совмещения турбодетандера природного газа мощностью до 1 МВт с газогенератором АИ-20.

Изменения в конструкции станции сводятся к следующему: вал турбодетандера соединяется с валом турбины АИ-20; взамен штатного отвода выхлопных газов создается боковой канал; устанавливается специально разрабо-

танная интегрированная маслосистема электростанции и турбодетандера; монтируется пластинчатый теплообменник для подогрева природного газа.

Полученная в результате установка КУРС-1 имеет мощность 2 МВт (со сжиганием топлива), 1 МВт (без сжигания топлива), к.п.д. 34 %, массу 32 т.

В разработанной установке КУРС-1 мощность ПАЭС-2500 (1 МВт) суммируется с вырабатываемой мощностью турбодетандера (1 МВт). В результате повышается значение суммарного к.п.д. установки и улучшаются ее экологические показатели по шуму и эмиссии вредных веществ с выхлопными газами. Кроме того, установка КУРС-1 может работать без сжигания топлива, только благодаря снижению давления природного газа в турбодетандере с выработкой до 1 МВт электроэнергии.

Универсальность используемого турбодетандера, обеспеченная наличием у него регулируемого соплового аппарата, позволяет работать в широком диапазоне изменения параметров газа по расходу (4...10 кг/с) и давлению (0,5...2,5 МПа). Кроме того, хорошие перспективы связаны с возможностью работы турбодетандера на сжатом воздухе (установка КУРС-2).

Установка КУРС-2 позволяет использовать холодный воздух с выхода турбодетандера для повышения эффективности работы компрессора газогенератора АИ-20 путем смешения холодного воздуха с воздухом всасываемого потока компрессора. Эффект от этого очевиден: снижение общей температуры всасываемого потока на один градус приводит к повышению мощности электростанции ПАЭС-2500 на 28 кВт (при температуре окружающей среды 293...318К).

Сейчас в НИЦ ЦИАМ начаты испытания установки КУРС-2. При работе турбодетандера на сжатом воздухе давлением до 0,5 МПа получены следующие результаты: подтверждена высокая газодинамическая эффективность бокового отвода выхлопных газов; вибрационное состояние корпусов газогенератора АИ-20 не изменилось; к.п.д. электростанции повышен на 3 %; апробировано использование турбодетандера в качестве пускового стартера.

Полученные результаты подтвердили возможность дальнейшего совершенствования установок КУРС-1 и КУРС-2, а также ЭТД-1000 и УХТА-1, одним из основных узлов которых является турбодетандер. В частности, электростанция ЭТД-1000 может работать на сжатом воздухе с давлением до 0,6 МПа, одновременно обеспечивая потребителя электроэнергией (до 500 кВт) и холодным воздухом на выходе из турбодетандера с хладоресурсом на уровне 400 кВт. Аккумуляция сжатого воздуха может осуществляться с помощью энергоблока, обеспечивающего преобразование избыточного давления газа на ГРС в сжатый воздух установки УХТА-1. Накопление этого воздуха целесообразно осуществлять в выведенных из эксплуатации газопроводах при реконструкции системы газораспределения в соответствии с концепцией, разработанной в ЦИАМ.

В электростанции ПАЭС-2500 может осуществляться отбор и накопление (с последующим охлаждением естественным путем) воздуха после компрессора с расходом 0,35 кг/с и температурой 520К. Это создает возможность как автономности запуска, так и снижения температуры воздуха, всасываемого компрессором газогенератора АИ-20. При этом можно понизить температуру всасываемого потока на 5К при ее исходном уровне 320К и расходе холодного воздуха 2 кг/с с температурой 270К, что равносильно увеличению мощности станции на 140 кВт. Осуществление запуска установки КУРС-1 и КУРС-2 с помощью турбодетандера позволяет исключить из состава электростанции вспомогательную силовую установку АИ-8, стоимость которой составляет \$85 тыс.

Важнейшими направлениями совершенствования установки КУРС-1 являются упрощение системы уплотнения газовых полостей и эффективная утилизация неизбежных утечек газа. Вместо уплотнения с использованием гидрозатвора предложен пневмозатвор.

Необходимым условием надежной работы пневмозатвора является обеспечение разряжения в накопительной полости, где происходит смешение газа с воздухом. Разряжения с гарантированным уровнем 5 кПа предлагается достичь при помощи теплогенераторного устройства, содержащего эжекторную трубу, в которой помещены воздушный вентилятор и топливные форсунки.

Предложенный метод утилизации утечек газа выгодно отличается от используемых способов нагрева газа перед турбодетандером прямого действия, когда газ высокого давления сжигается либо непосредственно в газопроводе, либо в топочном устройстве с теплообменником. При этом на 1 кВт вырабатываемой электроэнергии требуется до 1,2 кВт тепловой энергии. Это равносильно сжиганию примерно 80 м<sup>3</sup> газа в час, причем газа, как правило, высокого давления. В предлагаемом теплогенераторном устройстве после прохождения тракта турбодетандера сжигается газ низкого давления. Из приведенных соображений вытекает граничное условие по назначению объема допустимых утечек газа, исходя из потребностей нагрева основного потока через турбодетандер. Это обстоятельство является основополагающим при формировании технических требований к системам уплотнений.

Таким образом, внедрение турбодетандеров открывает большие резервы экономически эффективной модернизации действующего энергооборудования. Заметим, что широкое применение в различных установках единого типа турбодетандера с регулируемым сопловым аппаратом позволило снизить стоимость его изготовления до \$60 тыс. В результате стоимость переоборудования электростанции ПАЭС-2500 в установку КУРС-1 или КУРС-2 не превышает \$100 тыс. Такое переоборудование позволит значительно снизить себестоимость как получаемой электроэнергии, так и хладоресурса, (применительно к КУРС-2), а также существенно улучшить экологические показатели энергооборудования.

Мощность кВт со сжиганием топлива	2000
без сжигания топлива	1000
Род тока	переменный трехфазный
Напряжение, кВ	6,3/10,5
Частота тока, Гц	50
Вид топлива	природный газ
Уровень шума, дБ	<70
Содержание вредных веществ в выхлопных газах, мг/м <sup>3</sup>	<50
Эффективный КПД	0,34
Масса, кг	32 000
Габаритные размеры, м	
длина	14
ширина	2,5
высота	3,75

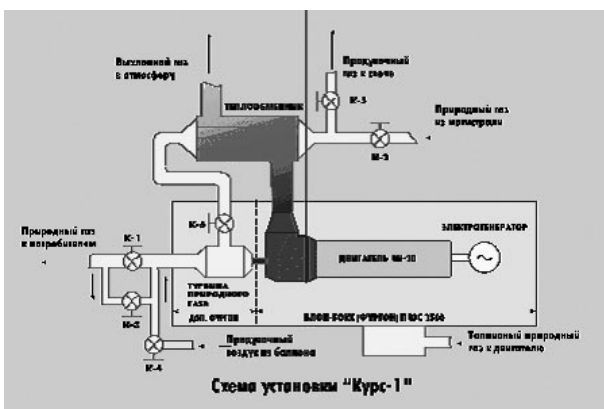
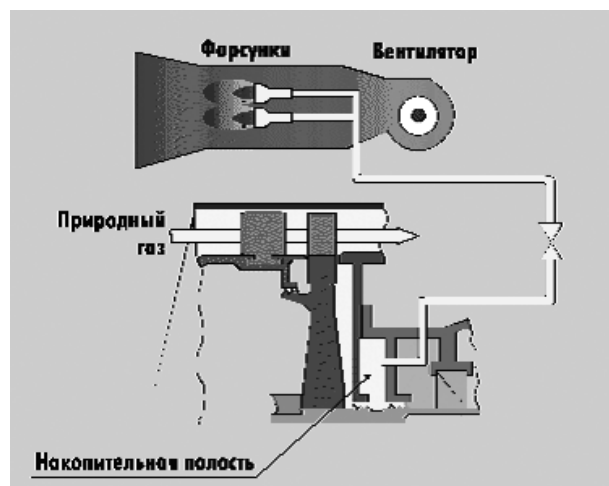
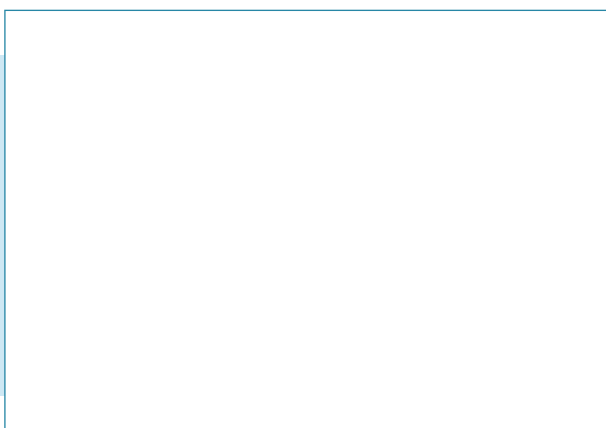


Схема установки КУРС-1



Система уплотнения газовых полостей



## **СПРАВОЧНИК «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ».**

**ПОД РЕДАКЦИЕЙ В.И.ВИСАРИОНОВА. М.: ФИРМА ВИЭН, 2004.**

Учеными Московского энергетического института (технического университета) совместно со специалистами фирмы «ВИЭН» (г. Москва) были проведены маркетинговые исследования по современному рынку российских производителей энергетического оборудования, базирующегося на использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, и возможностей его применения для обеспечения надёжного и бесперебойного энергоснабжения различного рода потребителей (гражданских и специальных). В результате проделанной работы был разработан справочник под ред. д.т.н., проф. В.И.Виссарионова «Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии» (объем 448 стр., в цветном исполнении, формат А4, на высококачественной бумаге в твердом переплете).

В Справочник включены систематизированные данные по отечественным производителям серийного или массового энергетического оборудования, базирующегося на использовании НВИЭ, по состоянию на 01.01.2004 г.

В том числе по следующим видам энергоустановок:

- ветроэнергетические (17 производителей, 35 типоразмеров ветроустановок мощностью от 0,15 до 1000 кВт);
- солнечные (фотоэлектрические и солнечные коллекторы) (12 производителей, 104 типа фотоэлектрических модулей и батарей, 32 типа солнечных электростанций);

- малые гидроэлектростанции (7 производителей, 133 типоразмера гидроагрегатов мощностью от 0,4 до 11 000 кВт, на расходы от 0,1 до 10 м<sup>3</sup>/с и напоры от 1,2 до 160 м);
- биоэнергетические установки (4 производителя, 16 типоразмеров);
- геотермальные энергоустановки (1 производитель, 5 типоразмеров агрегатов мощностью от 1700 до 25000 кВт);
- теплонасосные установки (7 производителей, 32 типоразмера);
- термоэлектрогенераторы (1 производитель, 5 типоразмеров);
- когенераторы (газотурбинные установки комбинированного производства электрической и тепловой энергии) (9 производителей, 39 типоразмеров).

Кроме того, в Справочнике приведены также систематизированные данные о наиболее перспективных дизельных и бензиновых электроагрегатах мощностью от 0,5 до 1500 кВт (17 производителей, 270 типоразмеров) и химических аккумуляторах электрической энергии емкостью до 500 А\*ч (10 производителей, 165 типоразмеров), которые предназначены для использования в энергетических комплексах различного типа и мощности.

В Справочнике принята следующая последовательность изложения основного материала по каждому виду энергоустановок:



- перечень всех производителей энергетического оборудования данного раздела;
  - обобщенные технико-экономические показатели выпускаемой продукции всеми производителями в каждом разделе справочника;
  - систематизированные данные о каждом производителе: полное название производителя, его адрес, контактный телефон, факс и адрес электронной почты;
  - номенклатура выпускаемой продукции, ее внешний вид и технико-экономические показатели и характеристики;
  - энергетические и экономические показатели выпускаемой продукции;
  - возможные области и направления применения выпускаемой продукции.
- Справочник предназначен:
- для менеджеров, инженеров и научно-технических работников различных организаций и ведомств, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией энергетических комплексов, использующих экологически чистые НВИЭ (бизнес-планы, технико-экономические обоснования проектов, технико-экономические доклады и т.д.) с целью реализации схем надёжного энер-

госнабжения централизованных и изолированных потребителей различного назначения;

- для руководящих работников различного уровня (региональных, областных, районных и местных органов власти) с целью их ознакомления с современным уровнем развития отечественных энергетических установок, использующих экологически чистые НВИЭ и оценки перспектив их использования для снижения вредного воздействия энергетики на окружающую среду, уменьшения расхода дефицитного органического топлива и повышения социального уровня жизни населения;
- для профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов вузов, специализирующихся на решении проблем комплексного использования НВИЭ, снижения вредного воздействия объектов энергетики на окружающую среду, повышения социального уровня жизни населения, включая удалённых, труднодоступных и сельскохозяйственных потребителей (энергетические, строительные, сельскохозяйственные, лесотехнические и экологические специальности гражданского и специального назначения, а также естественнонаучные специальности, связанные с изучением возобновляемых процессов и ресурсов).

*Телефон: (495) 362-72-51, тел/факс (495) 362-75-74  
e-mail: derugina63@mail.ru, nvie@fee.mpei.ac.ru*

## **ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ.**

**М.: КОЛОС. 2006.**

В настоящее время в энергетике Российской Федерации осуществляется переход от системы планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по действительному техническому состоянию электрооборудования.

Универсальным средством диагностирования электрооборудования является инфракрасная томография, которая обеспечивает контроль его состояния без вывода из работы. С помощью термографических средств можно идентифицировать такие дефекты, как локальный нагрев элементов конструкции, ухудшение состояния контактных соединений и т.д.

Значительное место в диагностике состояния электрооборудования занимает определение его вибрационных характеристик. Отечественным и зарубежным средствам современной диагностики посвящена первая глава книги.

Для принятия правильных решений необходимо постоянно иметь достаточно полную и достоверную информацию о контролируемом электрооборудовании. Для получения такой информации важно правильно выбирать, помимо диагностических средств, также методы и средства измерения таких параметров, как сопротивление, ток, напряже-

ние, мощность и др. На смену классическим аналоговым средствам динамических измерений пришли цифровые, позволяющие осуществлять автоматизированный сбор и анализ информации.

Кроме традиционных и новых измерительных средств, контролирующих параметры эксплуатируемого электрооборудования, появилась необходимость определения условий его работы и в первую очередь качества электроэнергии. Современным отечественным и зарубежным измерительным средствам посвящена вторая глава книги.

Наряду с диагностическими и измерительными средствами, в системах электроснабжения применяются новые устройства и системы, повышающие надежность и экономичность работы электрооборудования и систем электроснабжения в целом. К ним относятся устройства плавного пуска, регуляторы температуры, минилогеры, источники бесперебойного питания и др. Этой тематике посвящена третья глава книги.

В справочном пособии обобщен опыт ведущих организаций и предприятий, занимающихся разработкой нового и модернизацией действующего электрооборудования.

## ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ РФ ОТ 21 ОКТЯБРЯ 2004г. №128 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К КОМПЛЕКТАМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ»

В целях обеспечения единства методических подходов к определению технических требований к комплектам для защиты от воздействия электрической дуги приказываю:

1. Утвердить прилагаемые Методические рекомендации по определению технических требований к комплектам для защиты от воздействия электрической дуги.

2. Руководителям подведомственных Минпромэнерго России федеральных агентств руководствоваться настоящими Методическими рекомендациями при проведении ис-

пытаний, сертификации и приобретении средств индивидуальной защиты, стойких к факторам риска электрической дуги.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра А.Г. Реуса.

Министр  
В.Б. Христенко

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К КОМПЛЕКТАМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ (УТВ. ПРИКАЗОМ МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ РФ ОТ 21 ОКТЯБРЯ 2004 г. № 128)**

Настоящие Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями Федерального закона от 17 июля 1999 г. N 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации», постановления Правительства Российской Федерации от 13 августа 1997 года N 1013 «Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации, и перечня работ, услуг, подлежащих обязательной сертификации» и постановления Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 26

апреля 2004 г. N 54 «О внесении изменений и дополнений в Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности».

#### **1. Введение**

Опасность для жизни и здоровья персонала, работающего в условиях риска возникновения электрической дуги, чрезвычайно высока. Комплекты для защиты электротехнического персонала от воздействия электрической дуги являются спецодеждой, использование которой предоставляет шанс на спасение (обеспечивает сведение к минимуму ожогов 2-й степени) и позволяет продлевать время эвакуации из опасной зоны.

По международной классификации комплекты для защиты от воздействия электрической дуги относятся к 3-му классу опасности (Директива Совета ЕЭС 89/686/ЕЭС). Испытания средств индивидуальной защиты, стойких к факторам риска электрической дуги, на соответствие стандартам EN531, IEC 61482.1 осуществляется в аккредитованных (нотифицированных) лабораториях Европы.

В настоящее время в Российской Федерации нет аккредитованных лабораторий по испытанию и сертификации средств индивидуальной защиты, стойких к факторам риска электрической дуги, в связи с этим исследования по методикам EN531, IEC 61482.1 проводятся на базе испытательного центра в Швейцарии.

Технические требования к комплектам для защиты электротехнического персонала от воздействия электрической дуги, которыми обеспечиваются электромонтеры в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности, до настоящего времени не были разработаны.

Настоящие Методические рекомендации по определению технических требований к комплектам для защиты от воздействия электрической дуги (далее - Методические рекомендации) могут быть использованы при проектировании, изготовлении, эксплуатации и сертификации средств индивидуальной защиты в системе ГОСТ Р и «ЭНСЕРТИКО», а также при обеспечении ими электротехнического персонала в соответствии с условиями эксплуатации.

## 2. Классификация

2.1. Комплекты для защиты электротехнического персонала от воздействия электрической дуги (далее - комплекты) подбираются в соответствии с проведенной оценкой риска всех видов обслуживаемого оборудования и обеспечивают различные уровни защиты, в том числе и от огня.

2.2. Комплекты обеспечивают защиту от выделяемой электрической дугой энергии до 100 кал/кв.см. В зависимости от параметров электрооборудования защита подразделяется на уровни: легкий - до 10 кал/кв.см, средний - до 40 кал/кв.см и максимальный - до 100 кал/кв.см

Пример записи в технических условиях:

для комплекта: «Комплект для защиты от воздействия электрической дуги» (далее указываются тип или модель изделия);

для костюма, входящего в комплект: «Костюм термостойкий для защиты от воздействия электрической дуги» (далее указываются модель изделия и наименование ткани).

## 3. Общие требования

Сертификационные испытания проводятся в испытательных центрах, где в ходе исследований воспроизводится электрическая дуга, порождающая тепловой поток от 2 до 600 кал/см<sup>2</sup>.

3.1. Комплекты обеспечивают комплексную защиту работника от вредных производственных факторов, основны-

ми из которых являются: общие производственные загрязнения, пониженная температура, открытое пламя и повышенные температуры, электрическая дуга или сочетания этих факторов. При выполнении работ в районах возможна обитания энцефалитного клеща комплект может быть доукомплектован с учетом защиты от проникновения клеща к телу пользователя.

3.2. Комплекты изготавливаются из материалов с постоянными термостойкими свойствами в мужском, женском, летнем и зимнем исполнении и применяются с учетом климатических поясов как на открытой местности, так и в закрытых помещениях.

При разработке комплектов предусматривается термостойкая защита головы, туловища, рук и ног.

Фурнитура комплекта и детали его отделки химо-термостойки или защищены от теплового воздействия слоями термостойкого материала.

3.3. При воздействии высоких температур комплект: не наносит дополнительного вреда здоровью и жизни пользователя;

не плавится, не воспламеняется и не поддерживает горение; не создает дополнительного притока воздуха к телу пользователя;

не выделяет едких газов и дымов, так как в силу специфики работы электротехнического персонала невозможно постоянное применение средств защиты органов дыхания; обеспечивает дополнительное время для ухода электротехнического персонала из опасной зоны и сводит к минимуму ожоги 2-й степени.

3.4. Средства индивидуальной защиты, входящие в комплект, соответствуют установленным гигиеническим нормам, не оказывают токсического воздействия на пользователей и не вызывают аллергические реакции.

3.5. Комплекты изготавливаются по техническим условиям, разработанным в соответствии с настоящими Методическими рекомендациями.

3.6. Все входящие в состав комплекта изделия сопровождаются сертификатами соответствия.

## 4. Технические требования

4.1. Комплект соответствует характеру опасности и отвечает:

требованиям по защите в части огнестойкости; требованиям по защите в части стойкости к тепловым факторам пламени и электрической дуги.

4.2. Комплекты разрабатываются в соответствии с требованиями действующей нормативной правовой базой.

4.3. Материалы, из которых изготавливаются средства индивидуальной защиты, входящие в комплект, отвечают следующим требованиям:

обеспечивают стойкость к воздействию конвективной и лучистой энергии, образованной электрической дугой; обеспечивают стойкость к воздействию конвективного тепла, лучистой теплоты, кратковременного соприкосновения с пламенем;



в ООО «ВИЗ-Сталь». При этом ФАС выдала НЛМК поведенческие условия. Согласно этим условиям, НЛМК обязуется обеспечить исполнение «ВИЗ-Сталю» всех краткосрочных и долгосрочных контрактов, а также не предпринимать действий, направленных на прекращение производства на ООО «ВИЗ-Сталь» без предварительного согласия антимонопольного органа. Особо оговорен запрет обеим компаниям без предварительного уведомления прекращать или ограничивать производство некоторых марок электротехнических сталей. Кроме того, ФАС обязала НЛМК и «ВИЗ-Сталь», а также иных хозяйствующих субъектов, входящих в группу НЛМК, в течение 20 лет не увеличивать цены на электротехническую сталь более чем на 3%. Завершение сделки по приобретению НЛМУ «ВИЗ-Стали» поставит точку в зловещих отношениях российского актива.

Проблемы с «ВИЗ-Сталью» начались у Dufargo почти сразу после покупки. В 1998 году ОАО «Верх-Исетский завод» (ВИЗ) переживало кризис. Для выхода из него была создана «дочка» (ООО «ВИЗ-Сталь»), уставный капитал которой ВИЗ оплатил собственным имуществом, после чего 92%-ная доля «ВИЗ-Стали» оказалась под контролем итальянского металлотрейдера. Летом 2002 года арбитражный суд Уральского федерального округа по обращению одного из инвесторов ВИЗа – ОАО МК «Уралметпром» – признал эти сделки незаконными. После череды судебных разбирательств в июне 2005 года было заключено мировое соглашение. Однако уже в октябре 2005 года межрайонная инспекция Финансовой налоговой службы России по крупнейшим налогоплательщикам Свердловской области обвинила ООО «ВИЗ-Сталь» в том, что в 2000-2002 гг. предприятие значительно занижало отпускные цены.

После назначения судом штрафа в 3,7 млрд рублей (около \$138 млн) итальянцы приняли решение о продаже актива.

Аналитики называют наложенные ФАС ограничения абсолютно естественными. «Учитывая, что в результате покупки «ВИЗ-Стали» НЛМК займет 100% рынка трансформаторной

обеспечивают стойкость к сочетанию термических факторов риска.

4.4. Находясь в условиях термических факторов риска, материалы: не поддерживают горения, не плавятся и не капают, не выделяют едких газов, не вызывают аллергии; обеспечивают стойкость к вскрытию при воздействии электрической дуги, имеют низкую термическую усадку, сохраняют первоначальную форму, обладают свойством самозатухания и пониженного дымовыделения.

4.5. Комплекты сохраняют свои защитные свойства и выдерживают не менее 50 стирок на протяжении всего срока эксплуатации, определенного Типовыми отраслевыми нормами. Режимы эксплуатации обеспечивают работу персонала в соответствии с перечнем профессий на протяжении 8-часового рабочего дня в летнее и зимнее время года. Ресурс работы комплекта - не менее двух лет.

4.6. Для подтверждения стабильности эксплуатационных и защитных свойств комплектов проводятся сравнительные испытания образцов летних костюмов или соответствующих им пакетов ткани до и после проведения 50-кратных стирок/химчисток. Результаты не могут отличаться более чем на 20%.

#### 5. Требования к испытаниям

5.1. Комплекты подвергаются испытаниям на соответствие физико-механическим, эксплуатационным, гигиеническим и защитным показателям.

5.2. Порядок подготовки образцов к испытаниям.

5.2.1. Орган по сертификации в установленном порядке отбирает со склада комплекты каждого типа защиты в количестве, обеспечивающем полноту проведения испытаний. Все изделия предварительно маркируются для их дальнейшей идентификации.

Испытывается каждый тип комплектов, а также каждый пакет тканей, соответствующий комплектам. Пакеты маркируются для их идентификации с комплектами и предоставляются на испытания вместе с соответствующим типом комплекта. Количес-

во пакетов определяется полнотой проведения испытаний.

Размеры пакетов (образцов), подвергающихся испытаниям, соответствуют требованиям стандартов на методы испытаний.

5.3. Испытания образцов, не подвергшихся стиркам/химчисткам (кроме пункта 5.3.4).

5.3.1. Испытания на соответствие физико-механическим показателям

Физико-механические показатели соответствуют требованиям действующей нормативной правовой базы в части определения линейных размеров и изменения линейных размеров, разрывных и раздирающих характеристик, стойкости к истиранию.

5.3.2. Испытания на соответствие гигиеническим показателям

Гигиенические показатели соответствуют требованиям действующей нормативной правовой базы в части гигроскопичности, водоотталкивающих и теплозащитных показателей, а также - санитарным нормам.

5.3.3. Испытания на соответствие эксплуатационным показателям:

*Нумерация пунктов приводится в соответствии с источником*

5.4.3. Перед испытаниями образцы летних костюмов и соответствующие им пакеты ткани проходят стирку/химчистку не менее 50 раз, что отмечается в протоколе испытаний.

5.4.4. Испытания образцов летних костюмов и соответствующих им пакетов ткани, подвергшихся 50-кратной стирке/химчистке, проводятся по тем же методикам, на том же оборудовании и с теми же заданными параметрами электрической дуги, что и комплектов до стирок.

5.4.5. Испытания на соответствие гигиеническим показателям

Гигиенические свойства должны соответствовать требованиям действующей нормативной правовой базы в части теплозащитных показателей, а также санитарным нормам.

5.4.6. Испытания на соответствие эксплуатационным показателям

Эксплуатационные показатели соответствуют требованиям действующей



щей нормативно правовой базы в части определения устойчивости окраски к физико-механическим воздействиям и стиркам, изменения линейных размеров после стирки/химчистки.

5.4.7. Испытания на соответствие защитным показателям

Защитные свойства соответствуют требованиям действующей нормативной правовой базы в части определения показателей к воздействию конвективного тепла, лучистой теплоты и при кратковременном соприкосновении с пламенем, а также стойкости к тепловым факторам электрической дуги.

Для подтверждения стойкости конструкции комплекта после 50 стирок/химчисток к факторам электрической дуги на соответствие требованиям ИЕС 61482.1 испытывается хотя бы один комплект каждого типа.

5.5. Физико-механические, эксплуатационные, гигиенические и защитные показатели, полученные в результате испытаний до и после 50 стирок/химчисток, не могут отличаться более чем на 20%.

5.6. Комплекты считаются успешно прошедшими испытания при условии их соответствия всем требованиям, указанным в настоящих Методических рекомендациях.

5.7. Для получения сертификата соответствия в системе ГОСТ Р и «ЭнСЕРТИКО» на комплекты для защиты от воздействия электрической дуги, прошедшие испытания, вся документация в установленном порядке передается в орган по сертификации.

## 6. Комплектность, маркировка

6.1. Все составляющие комплекта должны иметь сертификаты соответствия и поставляться в следующей комплектации:

костюм термостойкий для защиты от воздействия электрической дуги (тип модели);  
термостойкие средства индивидуальной защиты головы, рук, ног и туловища;  
каска диэлектрическая;  
щиток (экран) защитный лицевой;

Руководство по эксплуатации.

*Примечание. Возможна раздельная поставка изделий, но пользователь обязан иметь полный комплект.*

6.2. Маркировка комплектов должна соответствовать требованиям действующей нормативной правовой базы.

## 7. Упаковка, транспортирование и хранение

Упаковка, транспортирование и хранение должны соответствовать требованиям действующей нормативной правовой базы на конкретные изделия, входящие в комплект.

## 8. Рекомендации по эксплуатации

8.1. Комплекты формируют из моделей костюмов различного типа по уровню защиты и дополняют средствами индивидуальной защиты в соответствии с Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016-2001 и Инструкцией по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках, утвержденной приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 261.

Термостойкий костюм и термоустойчивая обувь соответствуют размеру пользователя, а имеющие регулировку комплектующие, тщательно подгоняются. При использовании костюмов запрещается применение белья и одежды, состоящих из синтетических материалов.

При проведении работ, связанных с риском возникновения электрической дуги, пользователь обеспечивается комплексной защитой. Костюм полностью застегивается; шея, лоб, щеки, руки в термостойких изделиях; щиток (экран) закреплен на каске, опущен; ноги в термоустойчивой обуви.

Правила эксплуатации комплектов указываются в технических условиях на продукцию.

## 9. Гарантия изготовителя\*

9.1. Изготовитель гарантирует соответствие защитных свойств костюмов требованиям и техническим условиям на продукцию на срок не менее двух лет со дня поставки при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации, установленных в эксплуатационных документах.

9.2. Поставщик комплектов гарантирует соответствие качества изделий требованиям настоящих Методических рекомендаций и техническим условиям на изделие при соблюдении потребителем правил эксплуатации, ухода и хранения в течение 12 месяцев с даты поставки комплектов.

## 10. Требования безопасности и экологии

10.1. Комплекты не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов.

10.2. Утилизация составляющих комплекта не должна наносить вреда экологии окружающей среды.

\* В соответствии с требованиями Федерального закона от 17 июля 1999 г. N 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации», постановления Правительства Российской Федерации от 13 августа 1997 года N 1013 «Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации, и перечня работ, услуг, подлежащих обязательной сертификации» и постановления Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 26 апреля 2004 г. N 54 «О внесении изменений и дополнений в Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности».



**Приказ Федеральной службы по тарифам  
от 21 марта 2006 г. N 56-э/1**

**«ОБ УТВЕРЖДЕНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО РАСЧЕТУ  
ТАРИФОВ НА УСЛУГИ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
ПО ЕДИНОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ (ОБЩЕРОССИЙСКОЙ)  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ»**

**Зарегистрировано в Минюсте РФ 17 апреля 2006 г.  
Регистрационный N 7704**

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. N 332 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по тарифам» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 29, ст. 3049; 2006, N 3, ст. 301), в целях реализации пункта 63 Основ ценообразования в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2004 г. N 109 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 9, ст. 791; 2005, N 1 (часть II), ст. 130; N 42,

ст. 4401; N 47, ст. 4930; N 51, ст. 5526), а также решением Правления ФСТ России от 21 марта 2006 года N р-15-э/1 приказываю:

1. Утвердить прилагаемые Методические указания по расчету тарифов на услуги по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети.

2. Признать утратившим силу постановление Федеральной энергетической комиссии Российской Федерации

от 23.10.2002 г. N 72-э/3 «Об утверждении Методических указаний по расчету размера платы за услуги по передаче электрической энергии по единой национальной электрической сети» (Зарегистрировано Минюстом России 27.11.2002, регистрационный номер 3955), с изменениями и дополнениями, внесенными постановлениями Федеральной энергетической комиссии от 11.06.2003 г. N 46-э/15 (Зарегистрировано Минюстом России 26.06.2003 г., регистрационный номер 4833) и от 08.10.2003 N 88-э/11 (Зарегистрировано Минюстом России 17.11.2003 г., регистрационный номер 5239).

3. Установить, что утвержденные пунктом 1 настоящего приказа Методические указания по расчету тарифов на услуги по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети вступают в силу в установленном порядке.

Руководитель  
Федеральной службы по тарифам С. Новиков



Приложение  
к приказу Федеральной службы по тарифам  
от 21 марта 2006 г. N 56-э/1

## Методические указания по расчету тарифов на услуги по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети

### I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие Методические указания по расчету тарифов на услуги по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети (далее - Методические указания) разработаны в соответствии с Федеральным законом от 14 апреля 1995 г. № 41-ФЗ «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 16, ст. 1316; 1999, № 7, ст. 880; 2003, № 2, ст. 158; № 13, ст. 1180; № 28, ст. 2894; 2004, № 35, ст. 3607; 2005, № 1 (часть 1), ст. 37), Федеральным законом от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 13, ст. 1177; 2004, № 35, ст. 3607; 2005, № 1 (часть 1), ст. 37), Основами ценообразования в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации (далее - Основы ценообразования) и Правилами государственного регулирования и применения тарифов (цен) на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации (далее - Правила регулирования), утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2004 г. № 109 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 9, ст. 791; 2005, № 1 (часть 2), ст. 130; № 43, ст. 4401; № 47, ст. 4930; № 51, ст. 5526), Правилами недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 № 861 «Об утверждении правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказа-

ния этих услуг, правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 52 (часть 2), ст. 5525), постановлением Правительства Российской Федерации от 24 октября 2003 г. № 643 «О правилах оптового рынка электрической энергии (мощности) переходного периода» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 44, ст. 4312; 2005, № 7, ст. 560; № 8, ст. 658; № 17, ст. 1554; № 43, ст. 4401; № 46, ст. 4677; № 47, ст. 4930).

2. Методические указания определяют методологию расчета тарифов на услуги по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети (далее - ЕНЭС), устанавливаемых Федеральной службой по тарифам (далее - Службой).

3. Понятия, используемые в настоящих Методических указаниях, соответствуют определениям, данным в Федеральном законе от 14 апреля 1995 г. № 41-ФЗ «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации», Федеральном законе от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», постановлении Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2004 г. № 109 «О ценообразовании в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации» и постановлении Правительства

стали, условия от ФАС вполне понятны, – считает аналитик Наталья Кочешкова из ИК «Финам». – Такая практика довольно распространенная и подобные регулирующие ограничения накладываются на компании в различных областях производства в том случае, если они занимают доминирующее положение на том или ином рынке». В качестве других примеров подобных «поведенческих условий» от ФАС аналитик ИК «Проспект» Дмитрий Парфёнов упоминает ситуацию вокруг Microsoft, который при покупке разработчиков ПО вынужден соблюдать определенные правила по сохранению выпускаемой продукции. «В металлургии можно вспомнить недавнее разрешение комиссии EC Mittal Steel купить Arcelor с определенными ограничениями: по ряду позиций объединенная компания становилась бы монополистом, поэтому Mittal обязался продать два завода Arcelor и один свой для снижения доли в производстве соответствующих видов проката на европейском рынке», – напоминает эксперт. «Аналогичные условия ФАС накладывала при слиянии ВСМПО с «Ависмой», – добавляет Игорь Нуждин из ИК «Солид». Единодушны аналитики и в том, что подобные условия выгодны конечным потребителям: ведь теперь компании-монополисты не смогут поднимать цены без согласования с ФАС.

«НЛМК в данном сегменте рынка после поглощения единственного конкурента будет иметь возможность полностью контролировать объем производства и стоимость конечной продукции по большинству марок электротехнической стали, поэтому условия ФАС были в данном случае просто необходимы», – убежден аналитик ИГ «ВИКА» Алексей Павлов.

Между тем от сделки пострадают бывшие поставщики продукции на «ВИЗ-сталь». Первоначально поставщиком предприятия был «Мечел», а с 2000-го года почти весь горячекатаный подкат (сырье для производства электротехнических сталей) отгружался с ММК. Теперь все потребности, очевидно, будут закрыты за счёт продукции НЛМК. «С апреля этого года мы вынуждены были прекратить поставки подката для производства





электротехнических статей в адрес «ВИЗ-Стали», – подтверждает это предположение пресс-секретарь ММК Елена Азовцева. – В настоящее время мы сократили производство данного вида продукции и активно ищем новых потребителей, в том числе и за рубежом».

Правда, по мнению Дмитрия Парфенова, с точки зрения логистики «ВИЗ-Стали» выгоднее было бы по-прежнему поставлять подкаты с ММК, хотя этот фактор и менее значим в свете грядущего увеличения спроса. «Думаю, потребление со стороны машиностроительных предприятий, специализирующихся на производстве трансформаторов, будет расти на 5-7% в год, – прогнозирует Игорь Нуждин. – Цены будут двигаться вместе с ценами на черные металлы, колеблясь в пределах 5-6% в ту или иную сторону».

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

**БАЛТЭНЕРГОМАШ:  
КАЛИНИНГРАДСКИЕ  
КОМПЛЕКТНЫЕ  
ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ  
ПОДСТАНЦИИ В МОСКВЕ**

Калининградский завод по производству комплектных трансформаторных подстанций «Балтэнерго-маш» (БЭМ) заключил договор о сотрудничестве с московской «Компанией Энергон».

Начиная с июня 2006 года, ООО «Компания Энергон» - официальный поставщик комплектных трансформаторных подстанций завода, инженеринговый центр «Компании Энергон» предоставляет полный цикл услуг от проектирования до монтажа и сервисного обслуживания комплектных трансформаторных подстанций (КТП) Glar на территории РФ, в первую очередь – в Московском регионе. «В планах ООО «Балтэнерго-маш» - занять 30% рынка комплектных трансформаторных подстанций в ближайшие 2 года, и сотрудничество с «Компанией Энергон» - еще один шаг на пути к достижению этой цели» - сообщает А.Ежов, руководитель коммерческой службы ООО «БЭМ», - «Мы становимся ближе к потребителю, предлагаем более широкий спектр



Российской Федерации от 27 декабря 2004 г. № 861 «Об утверждении правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям».

4. В соответствии с настоящими Методическими указаниями осуществляется расчет устанавливаемых Службой в соответствии с законодательством Российской Федерации тарифов на услуги по передаче электрической энергии, оказываемые организацией, осуществляющей деятельность по оказанию услуг по передаче электрической энергии по ЕНЭС (далее - Организацией), с использованием:

- \* принадлежащих ей на праве собственности объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС;
- \* принадлежащих иным лицам объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС.

5. Тарифы, указанные в пункте 4 настоящих Методических указаний, устанавливаются для субъектов оптового рынка, а также иных лиц, имеющих на праве собственности или на ином предусмотренном федеральными законами основании объекты электроэнергетики, технологически присоединенных в установленном порядке к единой национальной (общероссийской) электрической сети используемой Организацией для оказания услуг по передаче электрической энергии, в том числе для:

- 5.1. сетевых организаций, технологически присоединенных в установленном порядке к ЕНЭС;
- 5.2. энергоснабжающих, энергосбытовых организаций и гарантирую-

щих поставщиков электрической энергии, заключивших договоры на услуги по передаче электрической энергии с Организацией в интересах потребителей (покупателей), имеющих на праве собственности или на ином законном основании энергопринимающие устройства и прочие объекты электроэнергетики, технологически присоединенные в установленном порядке к ЕНЭС;

5.3. потребителей (покупателей) - субъектов оптового рынка электрической энергии и потребителей розничного рынка электрической энергии, самостоятельно заключивших договоры на услуги по передаче электрической энергии с Организацией, имеющих на праве собственности или на ином законном основании энергопринимающие устройства и прочие объекты электроэнергетики, технологически присоединенные в установленном порядке к ЕНЭС;

5.4. собственников или иных законных владельцев объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, самостоятельно использующих объекты ЕНЭС;

5.5. субъектов оптового рынка электрической энергии, осуществляющих экспортно-импортные операции в отношении электрической энергии.

**II. ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ ТАРИФОВ НА УСЛУГИ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПО ЕНЭС**

6. Тарифы на услуги по передаче электрической энергии, оказываемые Организацией, рассчитываются исходя из объема необходимой валовой выручки Организации, обеспечивающей компенсацию экономически обоснованных расходов и прибыли, рассчитываемой в соответствии с Основами ценообразования.

7. Расчет тарифов на услуги по передаче электрической энергии, оказываемые Организацией, основывается на принципе обязательности раздельного учета объемов продукции (услуг), доходов и расходов по регули-

руемым видам деятельности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

8. В случае, если Организация помимо регулируемой деятельности по передаче электрической энергии осуществляет иные виды деятельности, регулируемые в соответствии с законодательством об электроэнергетике, часть общехозяйственных расходов Организации относится на данный вид регулируемой деятельности пропорционально доле прямых расходов на осуществление этого вида деятельности в общем объеме прямых расходов на все виды деятельности, регулируемые в соответствии с законодательством об электроэнергетике, на расчетный период регулирования.

9. В случае, если по итогам расчетного периода регулирования на основании данных статистической и бухгалтерской отчетности и иных материалов выявлены необоснованные расходы Организации за счет поступлений от регулируемой деятельности, указанные расходы исключаются из суммы расходов, учитываемых при установлении тарифов на услуги по передаче электрической энергии на следующий расчетный период регулирования.

10. Выявленные по данным отчетности не использованные в течение предшествующего периода регулирования средства по отдельным статьям расходов учитываются Службой при расчете тарифов на следующий расчетный период регулирования в качестве источника покрытия расходов этого периода.

11. Служба на основе предварительно согласованных с ней мероприятий по сокращению расходов Организации обязана в течение 2-х лет после окончания срока окупаемости расходов на проведение этих мероприятий сохранять расчетный уровень расходов, учтенных при регулировании тарифов на услуги по передаче электрической энергии, на период, предшествующий сокращению расходов.

12. Если Организация осуществляет кроме регулируемой иные виды деятельности, расходы на их осуществление и полученные от этих видов деятельности доходы (убытки) не учитываются при расчете тарифов на услуги по передаче электрической энергии по ЕНЭС, оказываемые Организацией.

13. Если Организация в течение расчетного периода регулирования понесла экономически обоснованные расходы, не учтенные при установлении тарифов на услуги по передаче электрической энергии, в том числе расходы, связанные с объективным и незапланированным ростом цен на продукцию, потребляемую в течение расчетного периода регулирования, эти расходы учитываются Службой при расчете тарифов на услуги по передаче электроэнергии, оказываемые Организацией, на последующий расчетный период регулирования (включая расходы, связанные с привлечением и обслуживанием заемных средств, привлекаемых для покрытия недостатка средств).

14. Необходимая валовая выручка Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства состоит из следующих составляющих:

\* необходимой валовой выручки Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих ей на праве собственности;

\* необходимой валовой выручки Организации на содержание используемых Организацией объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих иным лицам.

15. Необходимая валовая выручка Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, рассчитывается по формуле:

$$НВВ_1 = НВВ_{1р} + \Delta НВВ_1, \quad (1)$$

$$НВВ_2 = НВВ_{2р} + \Delta НВВ_2, \quad (2)$$

НВВ<sub>1р</sub>, НВВ<sub>2р</sub> – объемы необходимой валовой выручки Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих ей на праве собственности (НВВ<sub>1р</sub>), и принадлежащих иным лицам (НВВ<sub>2р</sub>), в расчетном периоде регулирования, обеспечивающих компенсацию экономически обоснованных расходов на оказание услуг по передаче электрической энергии по ЕНЭС и получение прибыли, определяемой в соответствии с Основами ценообразования;

Дельта НВВ<sub>1</sub>,

Дельта НВВ<sub>2</sub> – расходы Организации за предшествующий расчетный период регулирования, подлежащие исключению из необходимой валовой выручки возмещению при расчете тарифов на оказание услуг по передаче электрической энергии по ЕНЭС в расчетном периоде регулирования в соответствии с пунктами 9–13 настоящих Методических указаний, относимые на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих Организации на праве собственности (Дельта НВВ<sub>1</sub>), и принадлежащих иным лицам (Дельта НВВ<sub>2</sub>).

16. Необходимая валовая выручка Организации на содержание используемых Организацией объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих иным лицам, рассчитывается по формуле:

$$НВВ_2 = \text{Сумма } НВВ_{2i}, \quad (3)$$

где:

НВВ<sub>2i</sub> – необходимая валовая выручка Организации на содержание используемых Организацией объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих иным лицам, приходящаяся на i-й субъект Российской Федерации.





услуг, используя филиальную сеть и ресурсы «Компании Энергон».

Справка: ООО «Балтэнергомаш» производит и поставляет комплектные трансформаторные подстанции серии Glar внутренней и наружной установки. При участии компании «Schneider Electric» организовано производство, находящееся в Калининградской области. ООО «Компания Энергон» с 1998 года специализируется на поставке и монтаже широкого спектра электрооборудования для крупных предприятий энергетики России и стран СНГ.

ООО «Балтэнергомаш»

### УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СВЕТОВЫЕ БАРЬЕРЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В условиях постоянного роста технологических мощностей и необходимости сохранения высококвалифицированных кадров, проблема обеспечения безопасности производства выходит на первый план в различных отраслях российской промышленности.

Многие предприятия для улучшения управляемости, увеличения конкурентоспособности на международных рынках и привлечения инвестиций, разрабатывают и внедряют отдельные или интегральные системы управления промышленной безопасностью, охраной труда.

Компания Leuze lumiflex, известна по всему миру как производитель устройств для обеспечения безопасности на производстве.

Официальный дистрибьютор Leuze lumiflex в РФ и странах СНГ – компания «Алл Имлекс 2001», в мае 2006 года представила новинку на российском рынке - самотестирующиеся защитные световые барьеры 4-ой степени защиты серии SOLID-4, отвечающие основным требованиям экономичности, надежности и долговечности.

Защищенные прочным, стойким к деформации корпусом, закрытым с 4-х сторон, и снабженные типовым разъемом M 12, устройства данной серии способны противостоять самым жестким промышленным условиям. Лучи света, с двумя различными и регулируемыми кодами, помогают избе-



### III. РАСЧЕТ РАСХОДОВ И ПРИБЫЛИ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В НЕОБХОДИМУЮ ВАЛОВУЮ ВЫРУЧКУ ОРГАНИЗАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА, ВХОДЯЩИХ В ЕНЭС

17. Определение состава расходов, включаемых в необходимую валовую выручку Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, и оценка их экономической обоснованности производятся в соответствии с законодательством Российской Федерации, нормативными правовыми актами, регулирующими отношения в сфере бухгалтерского учета.

18. В необходимую валовую выручку Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, включаются планируемые на расчетный период регулирования расходы, уменьшающие налоговую базу налога на прибыль организаций (расходы, связанные с производством и реализацией продукции (услуг), и внереализационные расходы), и расходы, не учитываемые при определении налоговой базы налога на прибыль.

19. В необходимую валовую выручку Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, включается сумма налога на прибыль данной Организации.

20. Расходы, связанные с производством и реализацией продукции (услуг) по регулируемым видам деятельности, включают следующие группы расходов:

- \* на топливо, определяемые в соответствии с пунктом 22 Основ ценообразования;
- \* на покупаемую электрическую и тепловую энергию, определяемые в соответствии с пунктами 23, 36 Основ ценообразования;
- \* на оплату услуг, оказываемых организациями, осуществляющими регулируемую деятельность, определяемые в соответствии с пунктом 24 Основ ценообразования;

- \* на сырье и материалы, определяемые в соответствии с пунктом 25 Основ ценообразования;
- \* на ремонт основных средств, определяемые в соответствии с пунктом 26 Основ ценообразования;
- \* на оплату труда и отчисления на социальные нужды, определяемые в соответствии с пунктом 27 Основ ценообразования;
- \* на амортизацию основных средств и нематериальных активов, определяемые в соответствии с пунктом 28 Основ ценообразования;
- \* на оплату договоров использования (аренды) объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, учитывающих средства на возмещение экономически обоснованных расходов собственников объектов ЕНЭС и прибыль, обеспечивающую доходность используемого капитала, соответствующую норме доходности капитала, устанавливаемой для Организации;
- \* на оплату договоров оказания услуг организаций, осуществляющих эксплуатацию объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС;
- \* прочие расходы, определяемые в соответствии с пунктом 29 Основ ценообразования.

21. Расходы, не учитываемые при определении налоговой базы налога на прибыль (относимые на прибыль после налогообложения), включают в себя следующие основные группы расходов:

- \* капитальные вложения (инвестиции) на расширенное воспроизводство, определяемые на основе пункта 32 Основ ценообразования;
- \* выплата дивидендов и других доходов из прибыли после уплаты налогов, определяемые на основе пункта 33 Основ ценообразования;
- \* взносы в уставные (складочные) капиталы организаций, определяемые на основе пункта 34 Основ ценообразования;
- \* прочие экономически обоснованные расходы, относимые на прибыль после налогообложения,





включая затраты Организации на предоставление работникам льгот, гарантий и компенсаций в соответствии с отраслевыми тарифными соглашениями.

22. В необходимую валовую выручку на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, включаются внереализационные расходы, в том числе расходы по сомнительным долгам. При этом в составе резерва по сомнительным долгам может учитываться дебиторская задолженность, возникшая при осуществлении соответствующего регулируемого вида деятельности. Уплата сомнительных долгов, для погашения которых был создан резерв, включенный в тариф в предшествующий период регулирования, признается доходом и исключается из необходимой валовой выручки в следующем периоде регулирования с учетом уплаты налога на прибыль организаций.

В состав внереализационных расходов включаются также расходы на консервацию основных производственных средств, используемых в регулируемой деятельности.

23. При отсутствии нормативов по отдельным статьям расходов допускается использовать в расчетах экспертные оценки, основанные на отчетных данных.

#### IV. РАСЧЕТ ТАРИФА НА УСЛУГИ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПО ЕНЭС

24. Тариф на услуги по передаче электрической энергии по ЕНЭС рассчитывается в виде ставки тарифа на услуги по передаче электрической энергии на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, и ставки тарифа на оплату нормативных технологических потерь.

25. Расчет ставки тарифа на услуги по передаче электрической энергии на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, по  $i$ -ому субъекту Российской Федерации производится по формуле:

$$T_i = \frac{HBB_1}{N \times M} + \frac{HBB_2}{N_j \times M}, \quad [4]$$

где:

$N$  – суммарная величина заявленной мощности по участникам рынка электрической энергии, указанным в пункте 5 настоящих Методических указаний (с учетом пропускной способности присоединенной сети);

$N_j$  – суммарная по  $i$ -му субъекту Российской Федерации величина заявленной мощности участников рынка электрической энергии, указанных в подпунктах 5.1 – 5.4 пункта 5 настоящих Методических указаний;

$M$  – число месяцев в периоде регулирования.

26. Ставка тарифа на оплату нормативных технологических потерь электрической энергии в ЕНЭС равняется устанавливаемым Службой тарифам на покупку электрической энергии (мощности) с оптового рынка. Стоимость нормативных технологических потерь рассчитывается как произведение соответствующей ставки тарифа на оплату нормативных технологических потерь, объема отпуска электрической энергии из ЕНЭС и нормативов технологических потерь, устанавливаемых Минпромэнерго России, за вычетом потерь, оплаченных на оптовом рынке электрической энергии (мощности).

27. Для расчета тарифов на услуги по передаче электрической энергии, оказываемые Организацией, используются следующие материалы, приведенные в приложении к настоящим Методическим указаниям:

1) расчет заявленной мощности участников рынка электрической энергии, указанных в пункте 5 настоящих Методических указаний (таблица № П1.1);

2) расчет расходов и прибыли на услуги по передаче электрической энергии, оказываемые Организацией (таблица № П1.2);

жать нежелательных ошибочных включений, вызванных оптическими помехами между двумя соседними устройствами, что гарантирует безаварийную и надежную работу устройства. Кроме того, встроенные стандартные функции перезагрузки блокировочной системы и контроль реле, а также интеллектуальные модули интерфейса серии MSI позволяют свободно модернизировать систему и подключать дополнительные функции, например, функцию ожидания.

Различные варианты расстояния между лучами - 20, 30, 40 и 90 мм позволяют получать оптимизированные по цене решения использования систем для защиты рук, ладоней и пальцев от травм или охраны опасных зон, например, под прессами или штампами, используемыми в металлургической, кожевенной, деревообрабатывающей промышленности и при производстве пластмассовых изделий.

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

#### КОМПАНИЯ SIEMENS ОТКРЫЛА РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОФИС В САМАРЕ

Компания Siemens открыла региональный офис в Самаре. В задачи нового офиса будет входить продвижение продуктов и услуг компании в Приволжском федеральном округе.

Самарское подразделение будет оказывать услуги: технического аудита, проектирования, поставки оборудования, монтажа, гарантийного и сервисного обслуживания, обучения.

В прошлом году общая стоимость поставленного в регион оборудования Siemens составила около 5 млн евро.

Siemens AG /г Берлин и г Мюнхен/ - производитель электроники и электро-техники. В 2005 финансовом году /завершен 30 сентября 2005 г/ оборот концерна превысил 75,4 млрд евро, а прибыль составила около 2,25 млрд евро.

В России концерн представлен ООО «Сименс». Штат «Сименс» насчитывает около 4 тыс сотрудников. Оборот компании в России в 2005 финансовом году /завершен 30 сентября 2005 г/ составил 1,6 млрд евро.

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



3) расчет амортизационных отчислений на восстановление основных производственных фондов (таблица № П1.3);

4) расчет расходов на оплату труда (таблица № П1.4);

5) расчет источников финансирования капитальных вложений Организации (таблица № П1.5);

6) справка о финансировании и освоении капитальных вложений Организации (таблица № П1.6);

7) расчет ставок тарифов на услуги по передаче электрической энергии по ЕНЭС на содержание объектов электросетевого хозяйства (таблица N П1.7).

Приложение  
к Методическим указаниям  
по расчету тарифов на услуги  
по передаче электрической энергии  
по единой национальной  
общероссийско электрической сети

п. п.	Наименование показателя	Базовый период	Расчетный период регулирования
-------	-------------------------	----------------	--------------------------------

КонсультантПлюс: примечание.

Нумерация столбцов дана в соответствии с официальным текстом документа.

1	2	4	5
1	Всего:		
2	в том числе:		
...			

**Таблица N П1.2**  
**РАСЧЕТ РАСХОДОВ И ПРИБЫЛИ НА УСЛУГИ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ,**  
**ОКАЗЫВАЕМЫЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЕНЭС**

тыс. руб

п.п.	Наименование показателя	Базовый период	Расчетный период регулирования
1	2	3	4
A	Расходы, связанные с производством и реализацией		
1.	Материальные затраты		
	в том числе:		
1.1.	Сырье и материалы		
1.2.	Покупная электроэнергия		
1.3.	Работы и услуги производственного характера (в т.ч. услуги сторонних организаций по содержанию сетей и распределительных устройств)		
1.4.	Спецодежда		
2.	Амортизационные отчисления		
	Амортизационные отчисления для налогового учета (справочно)		
3.	Расходы на оплату труда		
3.1.	Оплата труда		
3.2.	Единый социальный налог		

**Таблица N П1.2**  
**РАСЧЕТ РАСХОДОВ И ПРИБЫЛИ НА УСЛУГИ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ,**  
**ОКАЗЫВАЕМЫЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЕНЭС (продолжение)**

тыс. руб

4.	Прочие расходы		
4.1.	Ремонт основных фондов		
4.2.	Оплата работ и услуг сторонних организаций		
	из них:		
	- услуги связи		
	- услуги вневедомственной охраны		
	- коммунального хозяйства		
	- юридические и информационные услуги		
	- аудиторские и консультационные услуги		
	- другие		
4.3.	Расходы на командировки и представительские расходы		
4.4.	Арендная плата		
4.5.	Расходы на подготовку кадров		
4.6.	Расходы на обеспечение нормальных условий труда и мер по технике безопасности		
4.7.	Расходы на страхование		
	из них:		
	- страхование имущества		
	- страхование ответственности		
4.8.	Другие прочие расходы		
5.	Налоги и сборы		
	- налог на землю		
	- налог на имущество		
	- прочие налоги и сборы		
В	Внереализационные расходы		
1.	Проценты по долговым обязательствам		
2.	Убытки прошлых лет		
3.	Другие внереализационные расходы		
С	ИТОГО расходов (п. А + п. В)		
D	Прибыль до налогообложения		
1.	Налог на прибыль		
2.	Чистая прибыль		
3.	Расходы на развитие производства		
	в том числе:		
	капитальные вложения		
4.	Расходы на социальные нужды		
5.	Дивиденды по акциям		
6.	Формирование резервного фонда		
7.	Прибыль на прочие цели		

**Таблица N П1.3**  
**РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ**  
**ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ**

тыс. руб.

п.п.	Наименование показателя	Базовый период	Расчетный период регулирования
1	2	3	4
1	Первоначальная стоимость основных производственных фондов на начало периода регулирования		
2	Ввод основных производственных фондов		
3	Выбытие основных производственных фондов		
4	Средняя за отчетный период стоимость основных производственных фондов		
5	Средняя норма амортизации		
6	Сумма амортизационных отчислений		

**РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА**

**Таблица N П1.4**

п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Базовый период	Расчетный период регулирования
1	2	3	4	5
1	Численность персонала	Чел.		
2	Минимальная тарифная ставка рабочего 1 разряда	руб.		
3	Средний индекс роста потребительских цен на базовый период	%		
4	Тарифная ставка рабочего 1 разряда с учетом индекса на начало периода регулирования	руб.		
5	Средний индекс роста потребительских цен на период регулирования	%		
6	Тарифная ставка рабочего 1 разряда с учетом индекса на период регулирования	руб.		
7	Средняя ступень оплаты труда			
8	Тарифный коэффициент			
9	Среднемесячный должностной оклад на период регулирования	руб.		
10	Процент выплат, связанных с режимом работы	%		
11	Сумма выплат, связанных с режимом работы	руб.		
12	Процент текущего премирования	%		

Таблица N П1.4

**РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА (продолжение)**

13	Сумма выплат по текущему премированию	руб.		
14	Процент выплат вознаграждений за выслугу лет	%		
15	Сумма вознаграждения за выслугу лет	руб.		
16	Процент выплат вознаграждений по итогам работы за год	%		
17	Сумма вознаграждений по итогам работы за год	руб.		
18	Процент выплат по районным коэффициентам и северным надбавкам	%		
19	Сумма выплат по районным коэффициентам и северным надбавкам	руб.		
20	Среднемесячная заработная плата на одного работника	руб.		
21	Период регулирования	мес.		
22	Суммарные расходы на оплату труда	тыс. руб.		

Таблица N П1.5

**РАСЧЕТ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЕНЭС**

п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Базовый период	Расчетный период регулирования
1	2	3	4	5
1.	Объем капитальных вложений, всего			
2.	Финансирование капитальных вложений за счет:			
2.1.	Амортизационных отчислений			
2.2.	Прибыли предприятия			
2.3.	Федерального бюджета			
2.4.	Бюджета субъектов Российской Федерации			
2.5.	Неиспользованных средств на начало года			
2.6.	Прочих источников			

Таблица N П1.6

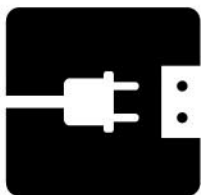
**СПРАВКА О ФИНАНСИРОВАНИИ И ОСВОЕНИИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЕНЭС**

п.п.	Наименование объектов строительства	Единица измерения	Утверждено на базовый период	В течение базового периода		Остаток финансирования	План на период регулирования
				Освоено фактически	Профинансировано		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Всего,						
	в т.ч.						
	...						



## РАСЧЕТ СТАВОК ТАРИФОВ НА УСЛУГИ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПО ЕНЭС НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Базовый период	Расчетный период регулирования
1	2	3	4	5
1	Необходимая валовая выручка Организации на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих ей на праве собственности (НВВ ) $i$	тыс. руб.		
2	Суммарная величина заявленной мощности по участникам рынка электрической энергии, указанным в пункте 5 настоящих Методических указаний (с учетом пропускной способности присоединенной сети) (N)	МВт		
3	Число месяцев в периоде регулирования	мес.		
4	Необходимая валовая выручка Организации на содержание используемых Организацией объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, принадлежащих иным лицам по субъектам Российской Федерации (НВВ ), в том числе: $2i$	тыс. руб.		
	...	тыс. руб.		
	...	тыс. руб.		
5	Суммарная по субъектам Российской Федерации величина заявленной мощности участников рынка электрической энергии, указанных в подпунктах 5.1 - 5.4 пункта 5 настоящих Методических указаний, в том числе по $i$ -ым субъектам Российской Федерации (N ): $i$	МВт		
	...	МВт		
	...	МВт		
6	Ставка тарифа на услуги по передаче электрической энергии на содержание объектов электросетевого хозяйства, входящих в ЕНЭС, по субъектам Российской Федерации (Т ): $i$	руб./МВт в мес.		
	...	руб./МВт в мес.		



13 специализированная выставка  
энергоэффективных технологий  
**ВАШЕ ЖИЛИЩЕ**

**1 - 3 ноября 2006 г.**  
**Ярославль**

**Разделы выставки:** • строительные материалы и конструкции

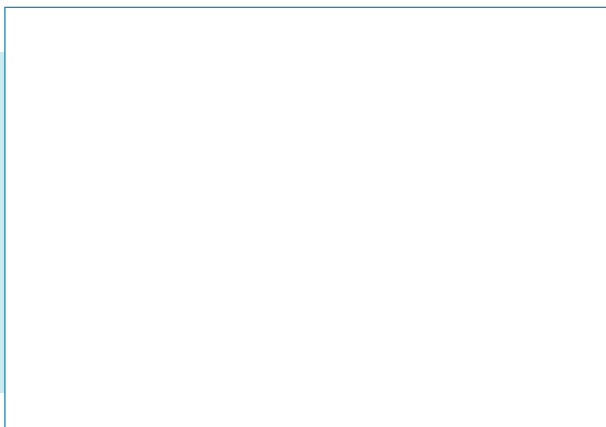
- средства теплозащиты зданий и сооружений
- оборудование для тепло-, водо-, газо-, энергосбережения
- материалы и оборудование для строительства и ремонта
- инженерное оборудование и системы
- системы очистки воды и воздуха

**В рамках выставки** научно-практическая конференция **“Основные проблемы и механизмы реализации программы “Модернизация жилищно-коммунального комплекса””**

Основные направления:

- I.** • Государственная и региональная политика политика по созданию условий комфортного проживания населения.
- Задачи реализации II этапа целевой программы «Жилище» по комплексному решению проблем перехода и устойчивому функционированию и развитию жилищной сферы.
  - Федеральная и региональная нормативная база.
  - Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры (организационно-технические мероприятия по энергоресурсосбережению).
- II.** • Финансово-экономические механизмы.
- Создание институтов для привлечения частных инвестиций.
- III.** Энергоресурсосбережение в строительстве и ЖКХ

**Оргкомитет:** (4852) 45-06-46, 73-28-87, [www.energo-resurs.ru](http://www.energo-resurs.ru)



Кирилл Москаленко

## ТРУДЕН ПУТЬ К ДОБРЫМ ДЕЛАМ

Я живу с семьей в Подмоскowie в своем собственном домике. Сосед, живущий в соседнем доме – человек в наших местах известный. Он – руководитель немаленькой строительной организации. Избирался депутатом.

Однажды, переговариваясь по-соседски через забор, мы заговорили о новом деревянном красавце храме, построенном не очень далеко от нашего поселка.

– Надо бы помочь, – сказал сосед.

– Надо, – откликнулся я, – но учти, что этому храму уже помогают очень небедные люди, а вот в соседней деревне, но в стороне от нас стоит уже скоро двести лет церковь, и вот ей, как я знаю, помогают. Но не очень. И ограда покосилась, и штукатурка облупилась – да мало ли чего.

Сосед-строитель загорелся: – Давай я помогу по строительной части. Ты настоятеля знаешь?

Я сказал, что лично не знаком, но знаю о его хороших делах. Настоятель той церкви старался организовать или мастерские, или получить побольше помещение, чтобы там собирать молодежь, которую он Словом Божьим пытается отвратить от алкоголизма, табакокурения, наркомании. Но с землей, особенно в хороших местах, у нас в Подмоскowie непросто, и пока он собирает молодежь или в храме, или в приходской пристроечке к храму.

– Договорись с настоятелем, и мы с тобой подъедем, посмотрим, что нужно, – сказал сосед.

Так и порешили. Я через знакомого человека, члена церковного совета, попросил настоятеля уделить нам время, объяснил – для чего. О встрече договорились. Дело было зимой. Шли большие снега, да и морозы были серьезные.

В утро для встречи я решил уточнить – нет ли отмены. Выяснилось, что настоятель силь-

но заболел – воспаление легких. Но ради такого дела он с попутной машиной доберется до храма.

Зашел к соседу – у меня тогда машины не было, а сосед ездил на громадном джипе, – и мы поехали.

Надо сказать, что батюшка подробно объяснил, как лучше доехать до церкви – сначала по нашему шоссе, потом по кольцевой автодороге, потом выехать на другое шоссе, где свернуть и т. д. Дело в том, что деревня со старой церковью располагается между двумя шоссе – нашим и соседним. Вся дорога по шоссе была километров пятнадцать (из-за объезда).

Я все объяснил соседу. Но он решил по-своему: – Поедем напрямик, по зимнику – быстрее будет, – сказал он.

Снег той зимой шел не переставая недели две, по грунтовке (зимнику) почти не ездили, и огромный, тяжелый, но для такой дороги не приспособленный японский джип, проехав километр, забуксовал. Так-пык, тык-пык – не едет машина.

Я по мобильной связи позвонил жене – объяснил ситуацию и попросил связаться с батюшкой с городского телефона. Жена перезвонила мне и сказала, что настоятель будет нас ждать.

А в это время сосед, обругав водителя, послал его искать машину, которая вытащит нас. Водитель нашел старенькую «Ниву». Она ехала по дороге очень резво. Буксировочного троса в машине соседа не оказалось, у владельца «Нивы» – тоже. Но он куда-то отъехал, с кем-то договорился – и привез трос. Прицепили, поехали. Маленькая «Нива» потащила-таки наш огромный японский джип. Но ненадолго. Ее водитель неудачно повернул руль и «Нива» сама сползла в кювет. А может, виноват был водитель джипа – не знаю.

Сосед распалился и вновь погнал своего водителя за подмогой. Тот куда-то исчез и вернулся уже на КАМАЗе. А я в это время позвонил супруге и объяснил обстановку. Она вновь

позвонила священнику (воспаление легких!) и он заверил, что ждет нас.

КАМАЗ вытащил «Ниву», вытащил нас, уехал. Мы вновь поехали по зимнику и снова застряли. Сосед разбушевался, позвонил в свою службу охраны и велел из-под земли достать «Беларусь».

Стемнело, по полю катались мальчишки на снегоходах. Сосед вышел размяться. Ребята остановились у «стреноженной» огромной машины.

– А сколько твой снегоход стоит? – спросил сосед у одного из ребят.

– У меня дорогой, пять тысяч баксов, – ответил парнишка.

– Разок в ресторане посидеть, – прокомментировал сосед.

Появился трактор «Беларусь» и джип с охраной. Общими усилиями трактор прицепили к джипу соседа.

– Ну, уже поздно, давай домой, – сказал мне сосед.

Я позвонил жене и попросил как-то объяснить дело батюшке.

Когда мы приехали и разошлись по домам, супруга сказала, что она звонила настоятелю и с моих слов все объяснила. Священник выслушал ее и сказал:

– Труден путь к добрым делам.

Больше с соседом к храму я не ездил.

Помогать можно и без соседа.

Главное, ты сам помоги.

## CONTENTS №6/2006

### ENERGETICS NEWS

#### PROBLEMS AND SOLUTIONS

Energetic strategy of russia: progress of legislative base for accomplishment

#### MARKET AND PROSPECTS

Marketing of boiler equipment

#### POWER FACILITIES

Dynamic compensators of voltage distortion for raising of efficiency of consumer at the time of fault of power supply

Basic principles of application of residual current devices in electrical installation of building

Precondition for making of automatic control system for industrial power supply

#### HEAT SUPPLY

PTK «ТЕПЛОНИК» – effective control of heat station

Rotational speed regulator for diesel - generator as a member of water-supply system contains pressure correction circuit

Methodical point of view for estimation of thermo-compressor efficiency

#### AIR SUPPLY

Methods for choice of pneumatic equipment

#### DIAGNOSTICS AND TESTS

Methods for test of vacuum switch

### EXPERIENS EXCHANGE

Power station for stations auxiliaries for Business center of «Mostransgas»

### POWER AUDIT

Power audit and energy saving boiler plant

### SOFT

Software for power engineer department

### ORGANIZATION AND MANAGEMENT

Duties of industrial power engineer in USA

### ENERGY SAVING

Equipment for circuit of energy saving

### QUESTION – ANSWER

### REFERENCE BOOK OF POWER ENGINEER

Legend for valves

### EXHIBITIONS

Exhibition calendar

### BOOKSHELF

### LABOR PROTECTION

### AND ACCIDENT PREVENTION

Regulations for arrangement, assembling and use of explosion-proof fans

### STANDARDS DOCUMENTS

CURRENT TRANSFORMER. Test method

#### ПРАЙС-ЛИСТ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

Размер модуля	Стоимость публикации, руб
1/1 полосы	10 000
1/2 полосы	5 000
1/4 полосы	2 500
1/8 полосы	1 250
1/16 полосы	625
Строчка таблицы	660
2-я полоса обложки	30 000
3-я полоса обложки	25 000
4-я полоса обложки	35 000
Размещение рекламы в блоке журнала, с указанием страницы, где она размещена, в оглавлении	+50% к стоимости 1 (одной) полосы

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПРЕДУСМАТРИВАЕТ СКИДКИ

ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ РЕКЛАМЫ ПАКЕТАМИ:

№1 ПАКЕТ **ПРОБА**: 3 ВЫХОДА – 5%

№2 ПАКЕТ **СОТРУДНИЧЕСТВО**: 6 ВЫХОДОВ – 10%

ОПЫТ РЕКЛАМНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОКАЗЫВАЕТ,

ЧТО РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В ПАКЕТЕ

ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧИТЬ

МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

АДРЕС И ТЕЛЕФОНЫ: 119 602, РОЖДЕСТВЕНКА, Д.5/7, ОФИС 3. ФАКС 921-99-98

УВЕРЕНЫ, ЧТО СОТРУДНИЧЕСТВО С ЖУРНАЛОМ ПОМОЖЕТ ДОНЕСТИ ДО НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗ НАШЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ, А ТАКЖЕ, ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ, ПРИВЛЕЧЬ НОВЫХ КЛИЕНТОВ.

БЛАГОДАРИМ ЗА ДОВЕРИЕ К ЖУРНАЛУ И НАДЕЕМСЯ НА СОТРУДНИЧЕСТВО!