

ПОДПИСКА



2010

І ПОЛУГОДИЕ

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

1 ПОДПИСКА НА ПОЧТЕ

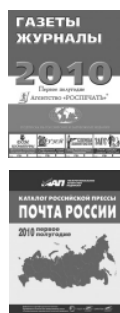


ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ РОССИИ

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

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

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



2 ПОДПИСКА В РЕДАКЦИИ



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

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

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

РЕКВИЗИТЫ ДЛЯ ОПЛАТЫ ПОДПИСКИ

Получатель: ООО Издательство «Профессиональная Литература». ИНН 7718766370 / КПП 771801001, р/сч. № 40702810438180001886

Банк получателя: Вернадское ОСБ №7970, г. Москва

Сбербанк России ОАО, г. Москва.

БИК 044525225, к/сч. № 30101810400000000225

Образец платежного поручения

3 ПОДПИСКА В СБЕРБАНКЕ



ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ОТДЕЛЕНИИ СБЕРБАНКА РОССИИ

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

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

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

4 ПОДПИСКА НА САЙТЕ



ПОДПИСКА НА САЙТЕ www.panor.ru

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

На правах рекламы

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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**«Электрооборудование:
эксплуатация и ремонт»**

№ 3/2010

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

Свидетельство о регистрации
ПИ №77-17876 от 08 апреля 2004 г.

ISSN 2074-9635

© ИД «Панорама»
Издательство «Совпромиздат»
<http://www.panor.ru>

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

Главный редактор издательства

А.П. Шкирмонтов

канд. техн. наук

e-mail: aps@panor.ru

тел. (495) 945-32-28

Главный редактор

Э.А. Киреева,

канд. техн. наук, проф.

e-mail: eakireeva@mail.ru

Редакционный совет:

С.И. Гамазин,

д-р техн. наук, проф. МЭИ (ТУ);

А.Б. Кувалдин,

д-р техн. наук, проф. МЭИ (ТУ);

М.С. Ершов,

д-р техн. наук, проф.

Российского государственного универси-
тета нефти и газа им. И.М. Губкина;

чл.-корр. Академии
электротехнических наук;

Б.В. Жилин,

д-р техн. наук, проф. Новомосковского

института Российского

химико-технологического университета
им. Д.И. Менделеева

С.А. Цырук,

канд. техн. наук, проф. Московского

энергетического института (ТУ),

заведующий кафедрой электроснабжения
промышленных предприятий

Предложения и замечания:

promizdat@panor.ru

тел.: (495) 945-32-28

Журнал распространяется
по подписке во всех отделениях
связи РФ по каталогам:

Агентство «Роспечать» –
индекс 84817;

каталог Российской прессы

«Почта России», индекс 12532,

а также с помощью

подписки в редакции:

e-mail: podpiska@panor.ru

тел.: (495) 250-75-24

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ 5

РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Как сложится судьба ламп накаливания в будущем? 7

Аннотация. Во всем мире в целях повышения энергоэффективности эконо-
мики отказываются от ламп накаливания и постепенно переходят на энер-
госберегающие лампы. С 1 января 2011 г. будут запрещены производство и
продажа ламп накаливания мощностью более 100 Вт и в России.

Ключевые слова: лампы накаливания, отказ, энергосберегающие лампы,
энергоэффективность.

ПРИБОРЫ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

**Высоковольтные и низковольтные
резисторы для защиты от перенапряжений 13**

Аннотация. Новосибирское предприятие разрабатывает и выпускает
высоко- и низковольтные резисторы для заземления нейтрали в электриче-
ских сетях.

Ключевые слова: заземление нейтрали, высоковольтные и низковольтные
резисторы.

**Класс точности трансформаторов тока
обеспечат нанокристаллические сплавы..... 15**

Этапы развития серий трансформаторов 110 кВ с РПН 18

Аннотация. Рассмотрены основные этапы развития серии двух- и трех-
обмоточных трансформаторов 110 кВ с РПН общего назначения. Приведены
данные о технических решениях. Отражены эксплуатационные преимуще-
ства разработанных серий, рассмотрены вопросы стойкости трансформа-
торов к токам КЗ. Приведена динамика изменения технических характери-
стик трансформаторов за рассматриваемый период.

Ключевые слова: серия трансформаторов 110 кВ с РПН, этапы развития,
технические характеристики, динамика изменений.

**Сухие трансформаторы и реакторы
(ООО «РосЭнергоТранс»)..... 25**

Аннотация. Даются сведения по сухим реакторам и трансформаторам, в
том числе их технические характеристики.

Ключевые слова: сухие реакторы и трансформаторы, характеристика,
преимущества.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

**Диагностика силовых
высоковольтных трансформаторов 28**

**Релейная защита систем
автономного электроснабжения 31**

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**Гарантированное электроснабжение
предприятия ОАО «Севкабель»
с непрерывным технологическим циклом..... 35**

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ №3/2010

Аннотация. Рассмотрены вопросы обеспечения гарантированного электроснабжения промышленных потребителей особой группы 1-й категории по надежности электроснабжения. Приведены возможные экономические ущербы, которые могут быть нанесены в случае возникновения кратковременных нарушений в электроснабжении. Для их минимизации предложена гибридная система гарантированного электроснабжения, состоящая из источника бесперебойного питания и дизель-генераторной установки.

Ключевые слова: система гарантированного электроснабжения, источник бесперебойного питания, дизель-генераторная установка, кратковременные перерывы в электроснабжении, провалы напряжения, надежность электроснабжения.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Новый подход к ремонту электрооборудования на Люберецких очистных сооружениях 40

Аннотация. Новые методы подхода к ремонту энергетического оборудования потребовали использования современных диагностических средств.

Ключевые слова: ремонт, электрооборудование, система ППР, очистные сооружения, средства диагностики, восстановление ресурса.

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Обеспечение взрывобезопасности высоковольтного маслонаполненного оборудования 47

Аннотация. Растет количество технологических нарушений в работе оборудования, в том числе КЗ. Для обеспечения взрывозащитности оборудования его необходимо испытывать по специальным методикам.

Ключевые слова: повреждаемость, причины, обеспечение взрывобезопасности, новая методика испытания.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

Измерения электрической энергии и мощности в цифровых АСКУЭ 50

Аннотация. Рассмотрены вопросы выполнения синхронных измерений электроэнергии и мощности в цифровых АСКУЭ. Показано существенное различие между числоимпульсными и цифровыми АСКУЭ в отношении синхронных измерений. Рассмотрены особенности современных микросхем высокоточных цифровых часов. Проанализированы различные варианты синхронизации шкал времени цифровых измерительных каналов в цифровых АСКУЭ от источников сигналов точного времени.

Ключевые слова: цифровые АСКУЭ, учет электроэнергии, счетчики, синхронные измерения, измерения времени, точность хода часов, временные интервалы.

ВОПРОС–ОТВЕТ

Электробезопасность в вопросах и ответах 63

ИМЕНА И ДАТЫ

Александр Николаевич Лодыгин 73



«ELECTRICAL EQUIPMENT: EXPLOITATION AND REPAIR» # 3, 2010

NEWS IN POWER-ENGINEERING..... 5

MARKET AND PERSPECTIVES

What would be the fate of incandescent lamps in future?.....7

Summary. In the whole world for the purposes of increase of energy efficiency of economics people refuse from incandescent lamps and switch to energy saving lamps. From the 1 January 2011 production and sales of incandescent lamps with the power more than 100 W will be forbidden in Russia.

Keywords: incandescent lamps, refuse, energy saving lamps, energy efficiency.

ELECTRICAL EQUIPMENT AND DEVICES

HV and LV resistors for protection from overvoltage13

Summary. enterprise in Novosibirsk develops and produces HV and LV resistors for neutral grounding in electrical networks.

Keywords: neutral grounding, HV and LV resistors.

Accuracy class of current transformers will be provided by nanocrystalline alloys15

Summary. Amorphous alloys provide increase of accuracy of transformers of a current, are not subject to effect of ageing.

Keywords: the current transformer, an accuracy class, amorphous alloys.

Stages of development of transformers series 110 kV with OLTC18

Summary. An article considers basic stages of development of the series of double-winding and triple-winding transformers 110 kV with OLTC of general purpose. An article gives data concerning technical solutions; states exploitation advantages of developed series, considers questions of resistance of transformer to short circuit currents; states dynamics of changes of technical features of transformers over considered period.

Keywords: series of transformers 110 kV with OLTC, stages of development, technical features, dynamics of changes.

Dry-type transformers and reactors (RosEnergoTrans OOO).....25

Summary. An article gives information on dry-type reactors and transformers including their technical features.

Keywords: dry-type reactors and transformers, feature, advantages.

RESEARCH-TO-PRACTICE DEVELOPMENTS

Diagnostics of power HV transformers28

Relay protection of the systems of self-contained power supply31

PROBLEMS AND SOLUTIONS

Uninterruptible power supply of the enterprise «Sevkabel» OAO with continuous technological cycle35

Summary. An article considers the questions of provision of uninterruptible power supply of industrial consumers of specific group of the 1 category on reliability and power supply. It states possible economical damages which can be caused in case of occurrence of short-term failures in power supply. Hybrid system of uninterruptible power supply consisting of UPS and diesel generator plant is suggested for their minimization.

Keywords: system of uninterruptible power supply, UPS, diesel generator plant, short-term failures in power supply, voltage falls, reliability of power supply.

SHARING EXPERIENCES

New approach to repair of electrical equipment at purification plants in Lyubertsy40

Summary. New methods of approach to repair of power equipment required usage of modern diagnostics means.

Keywords: repair, electrical equipment, system of scheduled maintenance, purifying plants, diagnostics means, resources recovery.

DIAGNOSTICS AND TESTING

Testing inspection system of transformers t/200047

Summary. Quantity of technological failures in operation of equipment including short circuits increases. To provide explosion safety of equipment it should be tested by special methodologies.

Keywords: damaging, reasons, provision of explosion safety, new testing methodology.

EXPLOITATION AND REPAIR

Measuring of electrical energy and power digital automatic system for commercial accounting of power consumption.....50

Summary. an article considers questions of execution of synchronous measuring of electrical energy and power in digital automatic system for commercial accounting of power consumption. It shows significant difference between pulse-count and digital automatic system for commercial accounting of power consumption in relation of synchronous measuring. An article considers peculiarities of modern integrated circuits of high-accuracy digital clocks. Various versions of synchronization of time scales of digital measuring channels in digital automatic system for commercial accounting of power consumption from signal sources of exact time were analyzed.

Keywords: digital automatic system for commercial accounting of power consumption, energy accounting, synchronous measuring, time measuring, accuracy movement, time intervals.

QUESTION-ANSWER

Electrical safety in questions and answers.....63

NAMES AND DATES

Alexander Nikolaevich Lodygin73

ОАО «ТГК-14» НАПРАВИТ ПОЧТИ 2 МЛРД РУБ. НА РЕКОНСТРУКЦИЮ УЛАН-УДЭНСКОЙ ТЭЦ-1 В БУРЯТИИ

ТГК-14, в рамках реализации инвестиционной программы, продолжает реконструкцию Улан-Удэнской ТЭЦ-1. На сегодняшний день уже закончена модернизация турбины № 6, идут работы по замене турбины № 7, кроме того, в генерацию Бурятии поступил конденсатор для данной турбины, изготовленный на Уральском турбинном заводе.

Работы по реконструкции турбогенератора № 7 проводятся в соответствии с утвержденными графиками и профинансированы ТГК-14 на 80% от общего объема инвестиций в 1,960 млрд руб., отмечается в сообщении генерирующей компании.

В июле 2010 г. в Улан-Удэ прибудет сама турбина № 7, закончить же работы по реконструкции турбогенератора планируется в декабре этого года.

ФинАМ. ru

РОСАТОМ В 2010 ГОДУ ПОЛУЧИТ 1,1 МЛРД РУБЛЕЙ НА РАЗВИТИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ И ГРИД-ТЕХНОЛОГИЙ

Росатом получит в 2010 г. 1,1 млрд руб. на развитие суперкомпьютеров и грид-технологий, говорится в распоряжении Правительства РФ от 29 декабря 2009 г.

Согласно документу, всего на стратегические компьютерные технологии и программное обеспечение в 2010 г. будет выделено 1,997 млрд руб.

Грид-технология представляет собой вычислительную сеть, объединяющую компьютеры с самыми различными аппаратными и программными системами для решения сложных научных и математических задач.

Производительность суперкомпьютеров измеряется в триллионах операций с плавающей запятой в секунду (терафлопсах). В международном рейтинге 500 самых мощных суперкомпьютеров мира Top500, по данным на ноябрь 2009 года, наиболее мощной системой является суперкомпьютер в Окриджской национальной лаборатории (США). Его пиковая производительность составляет 2,3 петафлопса.

Работы по созданию инфраструктуры суперкомпьютеров активизировались в России после 2000 г. До середины 2004 г. самым мощным суперкомпьютером в РФ был 768-процессорный кластер

MBC-1000M с пиковой производительностью 1 терафлопс, запущенный в суперкомпьютерном центре РАН.

Сейчас самый мощный российский суперкомпьютер «Ломоносов» установлен в Московском государственном университете. Его пиковая производительность составляет 420 терафлопса, он занимает в рейтинге Top500 12-е место.

РИА «Новости»

ОАО «ФСК ЕЭС» В 2010 ГОДУ НАПРАВИТ 1,8 МЛРД РУБЛЕЙ НА РЕАЛИЗАЦИЮ РЕМОНТНОЙ КАМПАНИИ В СИБИРИ

ОАО «ФСК ЕЭС» в 2010 г. направит порядка 1,3 млрд руб. на ремонтную кампанию и около 500 млн рублей на реализацию целевых программ для электросетевых объектов Сибири. В перечень целевых программ включены дополнительные мероприятия, направленные на обеспечение надежной работы подстанций и линий электропередачи МЭС Сибири в условиях сложных электроэнергетических режимов после аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Выполнение комплекса работ позволит повысить надежность электроснабжения потребителей десяти сибирских регионов с населением 20,5 млн человек.

Целевые программы ежегодно принимаются ОАО «ФСК ЕЭС» на основе диагностических данных, предоставленных Магистральными электрическими сетями. Они направлены на повышение надежности функционирования энергообъектов и включают в себя замену и модернизацию устаревшего оборудования. Плановые ремонтные программы включают в себя ремонт и техобслуживание основного оборудования подстанций, элементов линий электропередачи, зданий и сооружений. От своевременности и качества выполнения целевых и ремонтных программ зависит надежность работы магистрального сетевого комплекса.

В рамках целевых программ 2010 г. на подстанциях 110–1150 кВ МЭС Сибири планируют заменить 101 высоковольтный ввод и 3934 единицы опорно-стержневой изоляции, а также провести специальную диагностику оборудования и тепловизионный контроль с применением вертолетной техники. На линиях электропередачи взамен выработавших свой ресурс фарфоровых изоляторов установят 19 448 новых современных изоляторов,

заменяют 154 км изношенного грозотроса, рассчитают 2891 га трасс линий электропередачи – в том числе и химическим способом.

Ремонтная кампания МЭС Сибири в 2010 г. предполагает ремонт 26 единиц силового оборудования, двух реакторов, 457 выключателей, 682 разъединителей и 36 компрессоров. Кроме того, на подстанциях 110–1150 кВ предстоит заменить 270 единиц опорно-стержневой изоляции.

На линиях электропередачи в рамках ремонтных работ будет заменено около 8256 фарфоровых изоляторов, выполнен ремонт и усиление фундаментов 2142 опор, а также проведена расчистка трасс общей площадью 4750 га.

Для организации ремонтных работ под напряжением будет выделено около 20 млн руб. Ремонтные без снятия рабочего напряжения на объектах МЭС Сибири в 2010 г. будут проводиться силами двух бригад Барнаульского и Красноярского линейных участков, персонал которых прошел специальное обучение и аттестацию в ноябре 2009 г. В зону обслуживания филиала ОАО «ФСК ЕЭС» – Магистральные электрические сети (МЭС) Сибири – входят территории десяти субъектов РФ общей площадью 5115 тыс км². В эксплуатации филиала находятся 115 подстанций 35–1150 кВ и 25 952 км линий электропередачи.

Advis.ru

РОСАТОМ В 2010 ГОДУ НАПРАВИТ 500 МЛН РУБ. НА ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ ПО СЕВЕРСКОЙ АЭС

Госкорпорация «Росатом» в 2010 г. частично профинансирует проектные работы по Северной АЭС в Томской области на сумму около 500 млн руб., сообщает источник со ссылкой на заместителя губернатора Сергея Точилина.

«Было принято решение выделить около 500 млн руб. на проектные работы по АЭС, в том числе часть средств будет направлена на разработку проекта строительства автомобильной и железной дорог», – сказал он.

Сергей Точилин уточнил, что предполагается построить новую автодорогу первой категории до площадки АЭС протяженностью 20 км, а также реконструировать существующие автодороги Томск–Самусь, Самусь–Орловка и подъезд к де-

ревне Петропавловке общей протяженностью до 50 км. Также предполагается проложить 20-километровую железную дорогу до станции.

Как сообщалось, в Северске строится атомная электростанция с двумя блоками суммарной установленной электрической мощностью 2,3 ГВт. Предварительный бюджет проекта – 134 млрд руб. до 2017 г. Генеральный проектировщик АЭС – московский «Атомэнергопроект».

Томский обзор

ОАО «КАЛУЖСКИЙ ТУРБИННЫЙ ЗАВОД» ИЗГОТОВИЛО ПАРОВУЮ ТУРБИНУ ДЛЯ ПЕРВОМАЙСКОЙ ТЭЦ-14

ОАО «Калужский турбинный завод» (ОАО «КТЗ»), входящее в концерн «Силовые машины», изготовило паровую турбину мощностью 64 МВт для Первомайской ТЭЦ-14 в Санкт-Петербурге (входит в состав ОАО «ТГК-1»). Это уже вторая подобная машина. Контракт на поставку оборудования для двух парогазовых установок мощностью по 180 МВт ОАО «Силовые машины» заключило в 2007 г. По условиям договора компания поставит две паровые турбины мощностью по 64 МВт и два турбогенератора, четыре комплектные газотурбинные установки, а также вспомогательное оборудование. Кроме того, в объем обязательств «Силовых машин» входят шеф-монтаж и техническое руководство пуско-наладочными работами.

В августе 2009 г. ОАО «КТЗ» успешно изготовило и отгрузило заказчику первую турбину Т-50/64, которая открыла новый мощностной ряд в производстве завода. При ее проектировании был задействован весь инженерно-конструкторский опыт, накопленный предприятием за более чем 60-летнюю историю. Для турбины Т-50/64 конструкторы ОАО «КТЗ» разработали новейший проект – дроссельно-увлажнительное устройство, позволяющее принимать пар как высокого, так и низкого давления в конденсатор помимо турбины. При производстве машин для Первомайской ТЭЦ-14 на «КТЗ» применялись новые технологии, а для испытаний был спроектирован и построен в производственном комплексе завода новый стенд.

Advis.ru

УДК 628.9.04

КАК СЛОЖИТСЯ СУДЬБА ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ В БУДУЩЕМ?

Материал подготовлен редакцией журнала
E-mail: eakireeva@mail.ru

Аннотация. Во всем мире в целях повышения энергоэффективности экономики отказываются от ламп накаливания и постепенно переходят на энергосберегающие лампы. С 1 января 2011 г. будут запрещены производство и продажа ламп накаливания мощностью более 100 Вт и в России.

Summary. In the whole world for the purposes of increase of energy efficiency of economics people refuse from incandescent lamps and switch to energy saving lamps. From the 1 January 2011 production and sales of incandescent lamps with the power more than 100 W will be forbidden in Russia.

Ключевые слова: лампы накаливания, отказ, энергосберегающие лампы, энергоэффективность.

Keywords: incandescent lamps, refuse, energy saving lamps, energy efficiency.

Согласно данным госкорпорации «Роснано», сегодня на лампы накаливания приходится 58% мирового рынка, а к 2015-му за ними останется лишь 30%: многие страны собираются перейти на энергосберегающие источники освещения – компактные люминесцентные (КЛЛ) и светодиодные LED-лампы (light emitting diode – светоизлучающий диод). Первыми еще в 2005 г. от использования ламп накаливания стали постепенно уходить Бразилия и Венесуэла. Как ожидается, к 2014 г. лампы накаливания мощностью 40 Вт и более перестанут освещать

американские дома, а к 2015–2016 гг. от них откажутся жители ЕС.

Другими словами, энергосберегающие источники освещения ждет огромный рынок. И неслучайно Китай – основной экспортер светотехнического оборудования – в 2005 г. принял программу Green Light и китайское государство инвестировало порядка 2 млрд долл. в развитие производства энергосберегающих ламп. А в январе 2008 г. комитет по делам развития и реформ и Минфин КНР начали кампанию по предоставлению субсидий на производство 150 млн

энергосберегающих ламп, которая будет завершена к концу 2010 г. Кроме того, китайские экспортеры вообще субсидируются государством, что позволяет делать экспортные цены очень низкими. В результате уже сейчас китайское производство энергосберегающих ламп выросло до 3 млрд штук в год (80% мирового показателя), из которых 2 млрд уходит на экспорт.

В России в 2008 г. было продано около 1 млрд ламп примерно на 220–230 млн евро. Из них лишь 40 млн – энергосберегающие. При этом лишь 2 млн «зеленых» ламп выпускаются в России, все остальное – Made in China.

Аналогичная ситуация была три года назад на российском рынке ламп накаливания – доля Китая составляла 60%. Однако в феврале 2006 г. Правительство РФ приняло постановление «О мерах по защите российских производителей ламп накаливания», установившее квоты на ввоз ламп в Россию. Квоты были введены благодаря лоббистским усилиям холдинга В.А. В. С., распространялись на продукцию Евросоюза, Китая, Украины и Киргизии и действовали три года – с апреля 2006-го по апрель 2009 г. По мнению Владислава Голубева, исполнительного директора Томского электролампового завода (ТЭЛЗ), ранее входившего в холдинг В.А. В. С., в определенный момент квоты помогли. Действительно, благодаря постановлению 2006 г. отечественная продукция заняла 90% на рынке ламп накаливания, а пальму первенства (70–90%) завоевал В.А. В. С. Но сегодня холдинг – банкрот, в мае этого года 75% его акций отошло Сбербанку за неуплату долга по кредиту на 150 млн долл. США, взятому в 2005 г. со сроком возврата в 2011 г. В планах холдинга В.А. В. С. было расширение ассортимента электроламп, увеличение их выпуска до 2 млрд штук в год при снижении себестоимости на 30–40%. Более того, некоторые заводы, входившие в этот холдинг, заявляли о готовности производить и энергосберегающие лампы. Например, электроламповый за-

вод ОАО «В.А. В. С.» в Московской области и ОАО «ТЭЛЗ». Но сегодня ситуация изменилась – ОАО «В.А. В. С.» простаивает, ОАО «ТЭЛЗ», выступившее поручителем холдинга, перешло в собственность Сбербанка, который не торопится спонсировать завод.

Идея не сработала так, как задумывалась. Квоты были введены, чтобы противостоять импорту некачественных китайских ламп. Но в результате компании, которые могли бы заниматься лампами накаливания, в силу их отсутствия на рынке стали распространять энергосберегающие лампы (преимущественно китайского производства), чтобы заполнить свой бизнес. Пока мы боролись за рынок ламп накаливания, пытались оградить себя от китайского товара, продукция КНР заполнила рынок энергосберегающих ламп, за который только предстоит бороться.

Очевидно, что повторить трюк 2006 г. не получится, тем более что и с производством ламп накаливания он не совсем удался. Сначала надо наладить производство энергосберегающих ламп.

Если представить, что мы должны использовать лишь лампы собственного производства, то, по расчетам компании Philips, для полного перехода страны на энергосберегающие лампы необходимо построить более 60 заводов по их производству общей стоимостью около 1,3 млрд долл. США.

Столько строить, конечно, не нужно, полностью от импорта никто отказываться не собирается. Но пока у нас есть только сборка из китайских комплектующих. Фирма Osram, правда, планирует производство энергосберегающих ламп в Смоленске, но, скорее всего, это будут какие-то определенные виды экономичных ламп, и рынок они не заполнят.

Немногочисленные производства по сборке экономичных ламп не могут похвастаться большими объемами. Так, на Саранском заводе электроприборов с 2008 г. по заказу компании «Космос» занимаются сборкой энергосберегающих ламп из китайских комплектующих. Впрочем, из-за кризи-

са их производство практически прекратилось. Еще недавно на ТЭЛЗе планировали выпустить полмиллиона энергосберегающих ламп. «Сегодня оптимизм уменьшился, — признается Владислав Голубев. — Как и собирались, мы выпустим в октябре первую массовую партию, но ее объем будет меньше».

ПО ПОЛНОЙ ПРОГРАММЕ

Дилемма российского производства энергосберегающих компактных люминесцентных ламп — завод полного цикла или только сборка ламп.

Строить предприятия полного цикла невыгодно. «И пока будут дешевые китайские комплектующие, ситуация не изменится», — делает вывод Мария Выдренкова, директор по маркетингу и рекламе компании «Топсервис», продвигающей «Космос», который размещает заказы в Китае. Сейчас у нас нет ни специалистов такого профиля, ни оборудования (а значит, его придется закупить за рубежом), ни опыта в таком производстве. Поэтому можно предположить, что отечественные лампы будут дороже, чем произведенные в Китае, при сравнимом качестве.

Однако сами российские производители с подобной точкой зрения не согласны, считая, подобно Адаму Смиту, что продукт промышленности в большей степени способствует обогащению государства. «Кто создает добавленную стоимость, тот имеет богатство. Наша лампа накаливания, например, имеет 60% добавленной стоимости, и все эти деньги остаются внутри страны», — заявляет Владислав Голубев.

Развитию отечественной ламповой промышленности не способствует и политика государства, ставящая в неравные условия отечественных и зарубежных производителей электрических ламп. Например, в Европе таможенная пошлина на российские лампы — минимум 60–70% их стоимости, а в Иране — 300%. Таможенные пошлины РФ на ввоз такой продукции — всего 15–20%. Чтобы предприятия полного цикла были выгодны, государство, конечно, может поднять та-

моженные ставки на импорт ламп, но тогда и цены на лампы повысятся.

А что инвесторы? В качестве спонсора заводов, бывших в собственности холдинга «В.А. В. С.», мог бы выступить их новый владелец Сбербанк, но едва ли он будет им помогать — В.А. В. С. и так должен ему почти 5 млрд рублей. «Мы очень бы хотели, чтобы Сбербанк нам помог, — признается Владислав Голубев из ТЭЛЗа, — но пока банк, скажем так, изучает ситуацию». По расчетам Голубева, вложения в производство энергосберегающих ламп могут окупиться за пять лет.

Помимо банков среди потенциальных инвесторов — венчурные фонды, госкорпорации, муниципалитеты. Уже есть примеры, когда последние дают заказ местным заводам на производство «зеленых» ламп.

Совсем недавно руководство ТЭЛЗа подписало договор с УМП «Томскгорсвет», и теперь на энергосберегающие светодиоды ТЭЛЗа будет переведена вся иллюминация Томска.

Единой государственной программы по поддержке отечественного производителя, как в Китае или ЕС, в России нет.

Могут ли венчурные фонды стать потенциальными инвесторами? «Безусловно. В США даже существуют фонды, специализирующиеся на энергосберегающих технологиях, — комментирует Андрей Зюзин, управляющий директор компании ВТБ Управление активами. — По сути, инвестиции в такие проекты обречены на успех, так как дефицит электроэнергии уже сегодня невозможно покорить увеличением производства электроэнергии, важно решать вопросы внедрения энергосберегающих технологий». Но пока в России в эту отрасль венчурные фонды не вкладываются, «Когда будет большой рынок энергосберегающих ламп, желающие вкладывать в него появятся быстро», — считает Павел Ганелин из ВФ «Тройка Диалог».

Другой вопрос, что перспективнее — вкладываться в производство люминесцентных или светодиодных ламп.

СВЕТОДИОДНОЕ БУДУЩЕЕ

По данным Роснано, сегодня на энергосберегающие лампы приходится 42% мирового рынка. Доля светодиодных ламп, LED и OLED (органические светодиоды), пока скромная – 6%. К 2015 г. разрыв сократится: светодиодные лампы займут 28%, люминесцентные – 43%.

Согласно расчету аналитиков, рынок светодиодных источников света увеличивается в среднем на 52% в год. А в 2011 г., когда Россия начнет переход на энергосберегающие лампы, мировой светодиодный рынок увеличится до 9 млрд долл. Завидная скорость, учитывая, что еще в 2007 г. объем мирового рынка светодиодов оценивался в 4,2 млрд долл. Пока распространению светодиодов мешают две вещи – малая мощность и высокая цена. Впрочем, первая проблема уже решена – правда за счет еще большего удорожания: в Японии уже производятся высокоомощные светодиоды по 30 долл. за штуку. Хотя эксперты прогнозируют снижение стоимости светодиодных ламп через три–пять лет. На российском рынке представлена осветительная техника на основе светодиодов как зарубежных компаний (Cree, Osram, GE, Philips и др.), так и отечественных. Если говорить о LED-технологиях, то большая часть материалов может производиться и производится в России: особо чистые газы, металлы, подложки, полупроводниковые материалы, люминофоры. ТЭЛЗ уже освоил производство иллюминационных светодиодных ламп в конце 2008 г., производство полного цикла есть в Петербурге, это завод «Светлана-Оптоэлектроника».

Кроме того, существует проект компании ЗАО «ОптоГан» о создании предприятия полного цикла для производства светотехники нового поколения. Спонсируют проект Роснано, группа ОНЭКСИМ и Республиканская инвестиционная компания. Суммарные инвестиции в проект составляют более 3,3 млрд рублей, а ожидаемый объем выручки – примерно 6 млрд рублей уже в 2013 г. Производственную площадку постро-

ят на территории особой экономической зоны Нойдорф в Петербурге. Запуск нового завода будет осуществлен весной-летом 2010 г., и уже к 2011 г. компания «ОптоГан» будет производить полмиллиона светодиодных светильников в год.

Словом, в России с производством энергосберегающих ламп на основе светодиодов дела обстоят несколько лучше, чем с производством компактных люминесцентных ламп: как объект инвестирования первое выглядит привлекательнее. Поскольку развитие здесь идет не по эволюционному пути, как у КЛЛ, возможен технологический прорыв – и потому доход.

«У них гораздо более эффективные показатели TCO (Total Cost of Ownership – совокупной стоимости владения), – говорит о технологиях на базе светодиодов Андрей Зюзин из «ВТБ Управление активами». – Производство – очень тонкий вопрос, его имеет смысл организовать кластерами, так как, с одной стороны, это очень высокие вложения капитала, а с другой стороны, широкая кооперация».

Более того, государство, видимо, понимая перспективы, уже сегодня вкладывается в производство светодиодов (тот же проект Роснано). А учитывая, что Китай делает не самые мощные из возможных на сегодня светодиодов, отечественная продукция сможет с ними конкурировать с большим успехом, чем по КЛЛ. Но стать альтернативой стоваттным лампам накаливания LED-лампы смогут только через несколько лет (что, кстати, тоже плюс: это даст время развить производство в нашей стране), и пока люминесцентные лампы занимают на рынке большую долю. При этом многие эксперты считают, что уже сейчас лучше вкладываться в производство светодиодов, а не КЛЛ.

«Пока не совсем ясно, какова будет себестоимость российского товара. Сейчас есть ощущение, что выходит дороже, даже с учетом таможенных пошлин и логистики импортных ламп, – рассуждает о производстве бытовых КЛЛ менеджер по развитию биз-

неса компании General Electric Lighting Максим Медведев. – Есть ли смысл инвестировать в это деньги? Для производства этих ламп нужны специалисты, которых надо готовить. Перспектив экспорта таких ламп не просматривается, так как на остальных рынках уже доминируют ведущие мировые и китайские производители. Создавать производство только для внутреннего рынка... Словом, в целом для отрасли это ничего особенного не даст. Надо инвестировать в будущее, а не в прошлые технологии».

Так что ближайшая перспектива – размещение заказов на производство компактных люминесцентных ламп в Китае под контролем качества со стороны заказчика, как уже поступают российские «Космос», «Навигатор» и большинство ведущих мировых компаний. А на российских производственных площадках больше шансов у светодиодов.

ТЕХНОЛОГИИ СВЕТА

«Лампочка Ильича» (это прозвище закрепилось у нас за лампой накаливания после претворения в жизнь ленинского плана ГОЭЛРО) появилась в 1878 г. В первых лампах, производство которых наладил Томас Эдисон, в роли светящейся нити накаливания выступала обугленная стружка японского бамбука, потом ей на смену пришла угольная нить. Вольфрамовые нити впервые появились в 1905 г. в изделиях фирмы Osram. Как правило, лампа накаливания горит около 1000 часов, но есть и исключение – в одном из пожарных отделений города Ливермор (США, штат Калифорния) есть 4-ваттная лампа ручной работы. Она практически постоянно горит уже более ста лет – с 1901 г. Очевидно, тому причина – толстая нить накаливания, маленькая мощность и работа в режиме слабого накала. Однако лампы накаливания, освещающие наши дома, на такие рекорды не способны. Кроме того, они нагреваются, сжигают много энергии, а избыточное потребление электричества ведет к дополнительному выбросу в атмосферу парниковых газов, перегрузке сетей, пожароопасности.

Есть усовершенствованный вариант «лампочки Ильича» – галогенные (галогеновые) лампы. Внутри лампа заполнена так называемым галогенным газом, содержащим йод или бром. Нить накаливания сделана из того же материала, что и в обычных лампах, но в галогенной лампе испаряющийся вольфрам не осаждается на относительно холодных стенках колбы, а образует летучее соединение с галогеном. Оно циркулирует по объему колбы и, достигая раскаленной вольфрамовой нити, разлагается на исходные компоненты: галоген возвращается в цикл, а вольфрам частично оседает на нить. Повышенная концентрация паров воль-

АО «АТОМСТРОЙЭКСПОРТ» ПРОВЕЛО ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ВТОРОГО КОНТУРА АЭС «БУШЕР» ПРИ ДАВЛЕНИИ 110 КГ/СМ²

ЗАО «Атомстройэкспорт» (ЗАО «АСЭ») успешно завершило гидравлические испытания оборудования второго контура АЭС «Бушер» (Исламская Республика Иран) с подъемом давления до 110 кг/см². Испытания проведены в соответствии с программой пусконаладочных работ на станции. Гидравлические испытания второго контура – это один из подэтапов подготовки энергоблока к горячей обкатке, при выполнении которой будет достигнуто подтверждение работоспособности основного и вспомогательного оборудования и систем реакторной установки с имитационной активной зоной, включая электротехнические устройства и технические средства системы контроля и управления.

Вопросы безопасности при строительстве ядерных объектов всегда остаются первостепенными, поэтому гидравлические испытания и циркулярная промывка оборудования перед вводом энергоблоков в эксплуатацию проводятся тщательно и с выполнением всех необходимых требований. АЭС «Бушер» прошла с хорошими показателями ряд важных испытаний, в том числе были успешно проведены гидроиспытания первого контура при давлении до 250 кг/см², что на 40% превышает рабочее давление. Гидравлические испытания первого и второго контуров подтвердили работоспособность основного и вспомогательного оборудования АЭС на проектных параметрах.

ЗАО «Атомстройэкспорт» (ЗАО «АСЭ») осуществляет сооружение под ключ 1-го блока АЭС «Бушер» с установленной электрической мощностью

>> 17

фрама в непосредственной близости от нити резко замедляет его испарение – подобно тому, как влажная атмосфера не дает сохнуть мокрому белью. В результате нить не истончается, а стекло остается прозрачным. Колба такой лампы, в отличие от лампы накаливания, сделана из жаропрочного кварца. Это позволило увеличить до 30% световую отдачу и в полтора-два раза срок службы ламп, поэтому такие лампы позволяют экономить до 30% электроэнергии по сравнению с обычными лампами накаливания. Различные виды галогенных ламп применяют там, где требуются небольшие габариты, для внутреннего и наружного экспозиционного освещения, для акцентированного освещения (а музеях, витринах магазинов, ресторанах и жилых помещениях).

В семействе источников искусственного освещения есть также газоразрядные лампы – например ртутные и натриевые. В такую лампу впаяны два электрода, между которыми в парах ртути (или натрия) происходит разряд. В конце 1980-х на рынке появились первые компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), которые также являются газоразрядными. Принцип действия у них тот же: при работе лампы между двумя электродами возникает электрический разряд. Лампа заполнена инертным газом и парами ртути, проходящий ток приводит к появлению УФ-излучения, которое поглощается люминофором, покрывающим внутренние стенки лампы. Далее вещество излучает видимый свет.

У люминесцентных ламп есть свои недостатки. Например, они содержат ртуть, не сразу выходят на полную яркость и не предназначены для частого включения-выключения.

«Мало кто знает, что ртуть в КЛЛ содержится в очень маленьких количествах», – уточняет Мария Выдренкова из компании «Топсервис». Для сравнения: содержание ртути в градуснике – около грамма, а в современных КЛЛ – не более 4 мг (то есть в 250 раз меньше). И все-таки для отслуживших свой век КЛЛ в Европе существует спе-

циальная сеть по утилизации. В России повсеместно подобной сети нет.

Во многих лампах вместо ртути используют амальгаму – ртуть в сплаве с другим металлом. Вред от нее такой же, и выходит она на полную яркость только через минуту. Но есть плюс – лампа работает лучше при высоких и низких температурах, чем стандартная ртутная. Кроме того, заявляют производители, появились лампы, которые включаются быстрее. Проблема износостойкости к частому включению-выключению КЛЛ тоже решаемая – правда за счет некоторого удорожания ламп.

Но главное, КЛЛ позволяют экономить до 80% электроэнергии по сравнению с лампами накаливания, а значит, сокращается выброс CO_2 в атмосферу и опасность возгораний.

Те же преимущества имеют и светодиоды. Принцип их работы основан на способности некоторых полупроводников производить видимое излучение при прохождении электрического тока. Первым об излучении света твердотельным диодом заявил британец Генри Раунд в 1907 г. Следующий шаг в изучении светодиодов сделал русский ученый В. Лосев, получивший в 1927 г. авторское свидетельство на «световое реле». Также среди соотечественников, известных в этой области, Жорес Алферов, удостоенный в 2000 г. Нобелевской премии за развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной оптоэлектроники.

Светодиоды используются в бытовом, уличном и промышленном освещении, для передачи сигнала по оптоволокну, в подсветке ЖК-экранов (мобильные телефоны, мониторы, телевизоры) и т.д. Минусы светодиодов белого света, используемых в освещении, – малая мощность и высокая цена. Но достижение приемлемых параметров лишь вопрос времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стоваттная война/Н. Блохина. *Электротехнический рынок*. 2009. № 5 (29).

УДК 621.3.04

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ РЕЗИСТОРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

ООО ПНП «Болид», г. Новосибирск
E-mail: pnp_bolid@ngs.ru

Аннотация. Новосибирское предприятие разрабатывает и выпускает высоко- и низковольтные резисторы для заземления нейтрали в электрических сетях.

Summary. enterprise in Novosibirsk develops and produces HV and LV resistors for neutral grounding in electrical networks.

Ключевые слова: заземление нейтрали, высоковольтные и низковольтные резисторы.

Keywords: neutral grounding, HV and LV resistors.

Высоковольтные резисторы применяются для заземления нейтрали в сетях 3...35 кВ и служат для защиты сетевого оборудования от дуговых и феррорезонансных перенапряжений. При отсутствии выведенной нейтрали подключаются через специальный фильтр типа ФМЗО.

Эксплуатируются на электроприводных компрессорных станциях Газпрома, в сетях собственных нужд электростанций, в кабельных сетях КЭС.

Основной элемент конструкции высоковольтных резисторов – набор вертикально ориентированных отдельных пластин, охлаждаемых за счет естественной конвекции. Возможна стационарная работа резистора в режиме однофазного замыкания на землю – до 6 ч без отключения потребите-

лей и резистора. Устройство может работать как внутри помещения, так и снаружи. Время эксплуатации РЗ в режиме однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) не ограничивается. Конструкция резистора пригодна для ремонта.

На рис. 1 приведен один из высоковольтных резисторов, изготавливаемых ООО ПНП «Болид», технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Низкоомные резисторы применяются для заземления нейтрали в сетях 2–10 кВ и предназначены для ограничения перенапряжений в сетях собственных нужд электростанций. Работают в комплексе с релейной защитой, рассчитаны на воздействие тока ОХХ 40 А только в течение 1,5 с. В тех же габаритах могут быть изготовлены резисторы с

Таблица 1

Технические характеристики высоковольтных резисторов

Номинальная мощность, кВт	До 200
Напряжение, кВ	3, 6, 10, 35
Номинальное сопротивление, Ом	100–10000
Среднее время восстановления, ч	24
Средняя наработка на отказ, не менее, ч (при разовой максимальной нагрузке не более 6 ч в режиме ОЗЗ)	3000
Срок службы, лет	20
Климатическое исполнение	УХЛ, категория 1

Таблица 2

Технические характеристики низкоомных резисторов

	РЗ-50-3-66	РЗ-100-6-176	РЗ-150-10-345
Сопротивление, Ом	50,0±5%	100,0±5%	150,0±5%
Номинальное напряжение сети, кВ	3	6	10
Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	3,6	7,2	12
Допустимые токи, проходящие через резистор, А:			
в течение 15 с	40	40	40
в течение 1 ч	7,2	5	5
в течение 2 ч	5	3,5	3,5
Климатическое исполнение	УЗЛЗ		
Группа исполнения по стойкости к вибрации	М39		
Срок службы, не менее, лет	30		
Габариты, Д×Ш×В, мм	670×570×550		
Масса, не более, кг	75	75	95

номиналами от 50 до 1500 Ом, резисторы в тропическом исполнении, а также резисторы для сетей 35 кВ.



Рис. 1. Высоковольтный резистор

На рис. 2 дан внешний вид одного из низкоомных резисторов (РЗ-100-6-176), а в табл. 2 приведены их технические характеристики.

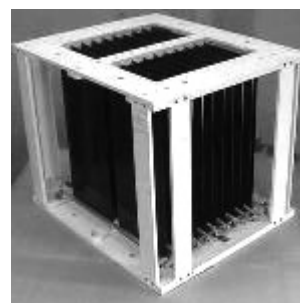


Рис. 2. Низкоомный резистор РЗ-100-6-176

УДК 621.31

КЛАСС ТОЧНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА ОБЕСПЕЧАТ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СПЛАВЫ

А.В. Смирнов,
ведущий спец. по маркетингу ОАО «СЗТ»
e-mail: aps@panor.ru

Аннотация. Аморфные сплавы обеспечивают повышение точности трансформаторов тока, не подвержены эффекту старения.

Summary. Amorphous alloys provide increase of accuracy of transformers of a current, are not subject to effect of ageing.

Ключевые слова: трансформатор тока, класс точности, аморфные сплавы.

Keywords: the current transformer, an accuracy class, amorphous alloys.

Трансформатор тока является первым звеном в цепи информационно-измерительной системы, включающей в себя устройства для приема, обработки и передачи данных, программное обеспечение и счетчики электроэнергии. Однако точность этого оборудования не будет иметь смысла при низкой точности трансформатора тока. Поэтому класс точности трансформаторов за несколько последних лет приобрел особое значение. Класс точности – это одна из важнейших характеристик трансформатора, которая обозначает, что его погрешность измерений не превышает значений, определенных нормативными документами. А погрешность, в свою очередь, зависит от множества факторов.

Современные разработки позволяют изготавливать трансформаторы тока на 6–10 кВ с количеством обмоток до четырех. При этом комбинации классов точности обмоток могут быть самыми различными и удовлетворять любым запросам служб эксплуатации. Самыми простыми и популярными вариантами являются 0,5/10Р и 0,5S/10Р, в последнее время пользуются спросом комбинации 0,5S/0,5/10Р и 0,2S/0,5/10Р, но встречаются и более специальные сочетания, как, например, 0,2S/0,5/5Р/10Р.

Класс точности каждой обмотки выбирается в первую очередь исходя из ее назначения. Все обмотки испытываются индивидуально, и для каждой из них предусмотре-

на своя программа испытаний. Так, обмотки, предназначенные для коммерческого учета электроэнергии классов точности 0,5S, 0,2S, проверяются по пяти точкам в диапазоне от 1 до 120% от номинального тока. Обмотки для измерений классов 0,5, 0,2 и редко используемого класса 1 испытываются на соответствие ГОСТу по четырем точкам – от 5 до 120%. И наконец, обмотки, предназначенные для защиты (10P и 5P), – всего по трем точкам – 50%, 100% и 120% номинального тока. Такие обмотки должны соответствовать классу точности «3».

Детально требования к классам точности трансформаторов тока определены в ГОСТ 7746–2001, который является государственным стандартом не только в Российской Федерации, но и в странах СНГ. Данный стандарт соответствует требованиям международного стандарта МЭК 44–1:1996. Другими словами, класс точности – это понятие универсальное и международное и требования к классам точности аналогичны во всех странах, поддерживающих стандарты МЭК. Исключение составляют страны, где не пользуются метрической системой, как, например, США. Там принят другой ряд классов точности, который выглядит как: 0,3; 0,6; 1,2; 2,4.

Погрешность трансформатора тока во многом определяется его конструкцией, то есть такими параметрами, как: геометрические размеры и форма магнитопровода, количество витков и сечение провода обмотки. Кроме того, одним из наиболее важных факторов, влияющих на погрешность трансформатора, является материал магнитопровода.

Таково свойство магнитных материалов, что при малых первичных токах (1–5% от номинального) погрешность обмотки максимальная. Поэтому основная задача для конструкторов, проектирующих трансформаторы тока, – добиться соответствия классу точности именно в этом диапазоне.

В настоящее время при изготовлении обмоток, предназначенных для коммерческого учета, используется не электротехниче-

ская сталь, а нанокристаллические (аморфные) сплавы, обладающие высокой магнитной проницаемостью. Именно это свойство позволяет добиться высокой точности трансформатора при малых первичных токах и получать классы точности 0,5S и 0,2S.

Зависимость погрешности трансформатора от первичного тока не линейна, поскольку напрямую зависит от характеристики намагничивания магнитопровода, которая для магнитных электротехнических материалов тоже не линейна. Поэтому требования к классам точности представляют собой некий диапазон, в который должны укладываться погрешности трансформатора. Чем выше класс точности, тем уже диапазон. Разница же между классами 0,5 и 0,5S (или 0,2 и 0,2S) состоит в том, что погрешность обмотки класса 0,5 не нормируется ниже 5% номинального тока. Именно при таких токах происходит недоучет электроэнергии, который можно сократить в несколько раз, применяя трансформаторы классов точности 0,5S и 0,2S.

Ужесточение требований к учету электроэнергии значительно сказалось на рынке измерительных трансформаторов тока и даже отразилось на конструкции большинства моделей. Более того, потребность в автоматизации и разделении цепей учета и измерения вызвала появление новых разработок, основными принципами которых стали: малые габариты, увеличенное число обмоток, защита информации, технологичность, надежность, многовариантность характеристик.

До сих пор на многих узлах учета стоят трансформаторы тока типов ТВК-10, ТВЛМ-10, ТПЛ-10 и множество им подобных. Это трансформаторы, конструкции которых разрабатывались в 1950–60-х годах, когда не было и речи о коммерческом учете. Магнитопроводы этих трансформаторов производились методом шихтовки и не позволяли получить класс точности выше «0,5». Кроме того, они даже не были защищены корпусом, так что с годами их качество только

<< 11

ухудшилось. Сейчас такие трансформаторы едва ли входят в класс точности «1», но и точность далеко не единственное требование, которому они не соответствуют. Отсутствие возможности пломбировки, недостаточные нагрузки, выработанный ресурс надежности – все это вынуждает службы эксплуатации искать замену устаревшим трансформаторам.

К счастью, возможности по замене сейчас практически неограниченны. Например, на ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» выпускаются современные трансформаторы, способные заменить практически любой трансформатор старой конструкции. Новые модели ТОЛ-10-1М, ТПОЛ-10М, ТПЛ-10М, ТЛШ-10, призванные заменить своих предшественников ТОЛ-10, ТПФ-10, ТПЛ-10 ТПШЛ-10, сочетают в себе современные разработки и отвечают всем изложенным выше принципам.

На данный момент в России и соседних странах СНГ существует шесть предприятий, изготавливающих трансформаторы тока с литой изоляцией. Большинство из них используют купленные технологии или работают по лицензии европейских производителей. И только ОАО «СЗТТ», крупнейший еще со времен СССР производитель литых трансформаторов, осуществляет производство, используя собственный накопленный десятилетиями опыт и огромную научно-техническую базу. Именно здесь первыми в России начали выпускать трансформаторы тока для коммерческого учета электроэнергии, для чего впервые стали применять нанокристаллические сплавы.

Использование новых материалов существенно расширило возможности модернизации, а повышенный спрос на новые модели значительно повлиял на рост производства аморфных сплавов. Сейчас завод тесно сотрудничает с производителями этой металлургической продукции, поскольку все магнитопроводы для трансформаторов класса точности 0,5S и 0,2S под маркой ОАО «СЗТТ» изготавливаются на основе этих уникальных технологий.

Кроме повышенных классов точности аморфные сплавы дают возможность повысить номинальную нагрузку обмоток, обеспечивают лучшую защиту приборов, подключенных к трансформатору, а также не подвержены эффекту старения, то есть их характеристики со временем не ухудшаются.

Кроме того, испытательный центр ОАО «СЗТТ» проводит стопроцентную метрологическую поверку каждого выпускаемого трансформатора независимо от класса точности.

Именно таким образом получают наиболее точные и качественные изделия, гарантирующие надежную работу и высокую точность систем АИИС КУЭ.

1000 МВт. Строительство АЭС «Бушер» было начато в 1974 г. немецким концерном Kraftwerk Union A.G. (Siemens/KWU). В 1980 г. концерн разорвал контракт с иранским заказчиком из-за решения германского правительства присоединиться к американскому эмбарго на поставки оборудования в Иран. АЭС «Бушер» – уникальный объект, аналогов которому нет в мире. ЗАО «Атомстройэкспорт» и его подрядчикам удалось осуществить интеграцию российского оборудования в строительную часть, выполненную по немецкому проекту, и использовать около 12 тысяч тонн немецкого оборудования. Проведена большая работа по оценке состояния и пригодности оборудования, зданий и сооружений. Проектировщикам пришлось разработать и применить целый ряд оригинальных технических идей и ноу-хау с целью адаптации российских технологий к уже имеющимся на площадке мощностям. Сооружение АЭС «Бушер» на всех стадиях ведется исключительно под контролем МАГАТЭ. Сооружение станции полностью соответствует действующим международным нормам, законодательству, режиму нераспространения.

ИА INFOLine

ALSTOM ПОСТРОИТ В МЕКСИКЕ ВТОРУЮ ОЧЕРЕДЬ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Французская компания Alstom подписала контракт с мексиканской государственной электроэнергетической компанией Comisi? n Federal de Electricidad (CFE) на строительство под ключ второй очереди геотермальной электростанции в штате Пуэбла (Puebla) мощностью 25 МВт и стоимостью более 30 миллионов евро, говорится в сообщении Alstom.

Контракт на строительство первой очереди станции Alstom подписала

>> 23

УДК 621.31

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СЕРИЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ 110 кВ С РПН

А. П. Смагин,

ст. научн. сотр. Укр. НИПКИТ (ОАО «ВИТ»), г. Запорожье

E-mail: postmaster@vit.zp.ua

Аннотация. Рассмотрены основные этапы развития серии двух- и трехобмоточных трансформаторов 110 кВ с РПН общего назначения. Приведены данные о технических решениях. Отражены эксплуатационные преимущества разработанных серий, рассмотрены вопросы стойкости трансформаторов к токам КЗ. Приведена динамика изменения технических характеристик трансформаторов за рассматриваемый период.

Summary. An article considers basic stages of development of the series of double-winding and triple-winding transformers 110 kV with OLTC of general purpose. An article gives data concerning technical solutions; states exploitation advantages of developed series, considers questions of resistance of transformer to short circuit currents; states dynamics of changes of technical features of transformers over considered period.

Ключевые слова: серия трансформаторов 110 кВ с РПН, этапы развития, технические характеристики, динамика изменений.

Keywords: series of transformers 110 kV with OLTC, stages of development, technical features, dynamics of changes.

Серии двух- и трехобмоточных трансформаторов 110 кВ с РПН общего назначения, охватывающие мощности 6,3–80 МВА, были и остаются одними из массовых в трансформаторостроении.

Разработанные в послевоенные годы Московским электрозаводом (МЭЗ) трансформаторы различных серий в течение длительного времени изготавливались как на этом заводе, так и на Запорожском трансформа-

торном (ЗТЗ) без существенного изменения их конструкций и соответствовали требованиям ГОСТ 401–41 «Трансформаторы силовые масляные».

Это были трансформаторы со «шпильчатыми конструкциями» магнитных систем, выполненными из горячекатаной электротехнической стали. Испытательное напряжение линейного конца обмотки ВН промышленной частоты равнялось 230 кВ. Защита

обмотки ВН от импульсных перенапряжений осуществлялась, в частности, экранирующими витками. Трансформаторы имели невысокий диапазон регулирования напряжения под нагрузкой, равный $\pm 10\%$ ($\pm 4 \times 2,5\%$). Регулировочные витки располагались непосредственно в обмотке ВН у ее нейтрального конца. Регулирование напряжения осуществлялось с помощью переключающего устройства реакторного типа (РНТ-13).

В течение 1957–1962 гг. была проведена частичная модернизация этих серий. На ЗТЗ переработали ряд старых конструкций МЭЗ и создали более совершенные трансформаторы.

На МЭЗ в это же время разрабатывалась и внедрялась в производство промежуточная серия, обладающая более высокими техническими характеристиками.

В 1959 г. в Запорожье был образован институт трансформаторостроения, в дальнейшем именуемый ВИТ. Основная его задача заключалась в решении вопросов, связанных с созданием нового трансформаторного оборудования и обновлением существующих серий, в том числе трансформаторов 110 кВ с РПН.

При совместном участии ВИТ, ЗТЗ, МЭЗ и Тольяттинского электротехнического завода (ТЭЗ) до 1990 г. было создано и внедрено в производство несколько поколений серий трансформаторов 110 кВ с РПН. Некоторые типы трансформаторов изготавливались также на Чирчикском трансформаторном заводе и Уралэлектротяжмаше.

Следует отметить, что работа по созданию серий на всем протяжении носила системный характер и базировалась не только на применении новых материалов и комплектующих изделий, но и на результатах проводимых исследований изоляции, электромагнитных и тепловых процессов, а также динамической стойкости трансформаторов к токам КЗ.

Исследовательские работы проводились в ВИТ и Всесоюзном электротехническом институте им. В.И. Ленина (ВЭИ, Москва) с

участием заводов-изготовителей трансформаторов.

Ниже рассмотрены основные этапы развития серий трансформаторов 110 кВ с РПН.

1. Разработка и внедрение в производство новых трансформаторов взамен изготавливаемых по ГОСТ 401–41. Работа была начата в 1964 г. и предусматривала следующее.

- Переход на новую шкалу мощностей, соответствующую международным стандартам.
- Унификацию номинальных напряжений обмотки ВН.

- Снижение испытательного напряжения промышленной частоты линейного конца обмотки ВН до 200 кВ, при соответствующем снижении импульсных испытательных напряжений.

- Координацию испытательных напряжений нейтрали обмотки ВН путем увеличения ее испытательного напряжения промышленной частоты до 100 кВ. Это мероприятие обусловливалось имевшими место авариями на трансформаторах 110 кВ с РПН, работающих с разземленной нейтралью, по причине выхода из строя разрядников, защищающих эту нейтраль. Аварии происходили при коммутационных перенапряжениях.

- Увеличение диапазона регулирования напряжения под нагрузкой до $\pm 16\%$ ($\pm 9 \times 1,78\%$). Это стало возможным благодаря применению быстродействующих переключающих устройств РПН типа РС с активными токоограничивающими сопротивлениями. Устройства поставлялись по кооперации из Народной Республики Болгарии (НРБ). Принятый диапазон РПН давал более широкие возможности обеспечения потребителей высоким качеством электроэнергии.

- Использование холоднокатаной электротехнической стали с удельными потерями не более 1,11 Вт/кг при индукции 1,5 Тл.

- Исключение отверстий в стержнях и ярмах магнитных систем для их прессовки. Прессовка стержней осуществлялась с помощью стеклобандажей, ярм – стальными полубандажами или металлическими шпильками,

проходящими вне активной стали. Шихтовка пластин магнитной системы выполнялась по комбинированной схеме с чередованием прямого и косого стыков в углах.

- Применение алюминиевых обмоточных проводов в двухобмоточных трансформаторах 6,3; 10; 16 МВА и трехобмоточных – 6,3; 10 МВА.

- Прессовка обмоток в активной части с помощью стальных колец и нажимных винтов.

- Выполнение отдельно вынесенного многоходового регулировочного центра РОВН, где каждый ход являлся регулировочной ступенью. Электрическая схема РПН была построена с использованием ступеней грубого и тонкого регулирования напряжения. Регулировочный центр располагался снаружи обмотки ВН.

- Отмену на ЗТЗ и ТЭЗ пропитки обмоток бакелитовым лаком.

- Создание новой конструкции главной и продольной изоляции обмотки ВН, учитывающей снижение испытательного напряжения и наличие регулировочного центра. Разработанная конструкция изоляции была рассчитана на безвакуумную заливку маслом активных частей в баках трансформаторов. Ее особенностью являлось отсутствие экранирующих витков в обмотке ВН.

Обеспечение определенных удобств при монтаже и эксплуатации трансформаторов выражалось в следующем:

- а) в транспортировке трансформаторов с маслом, исключающей подсушку активных частей при монтаже и вводе трансформаторов в эксплуатацию;

- б) в отказе от ревизии активных частей при вводе трансформаторов в эксплуатацию;

- в) в применении герметичных масляных вводов на напряжение 110 кВ и съемных вводов на напряжения 6–35 кВ;

- г) в применении трансформаторов тока на вводах 110 и 35 кВ;

- д) в создании системы газосбора в трансформаторах, обеспечивающей отвод газа к газовому реле из всех возможных мест его скопления;

- е) в снабжении всех трансформаторов шкафами для автоматической стабилизации напряжения;

- ж) в выполнении баков с разъемом у дна для трансформаторов с массой активной части более 25 т, что не требовало больших грузоподъемных средств на подстанциях.

Технические требования к разработанным и внедренным в производство на этом этапе сериям нашли свое отражение во вновь созданном стандарте ГОСТ 12965-67 «Трансформаторы трехфазные силовые масляные общего назначения класса напряжения 110 кВ». С введением в действие этого стандарта завершилась необходимая унификация серий, положившая конец большому разнообразию типов и типоразмеров трансформаторов.

Следует отметить, что разработка трансформаторов выполнялась на основе расчетной оценки их стойкости к токам КЗ. Эта оценка носила несовершенный характер. Проведенные испытания некоторых типов трансформаторов (как двух-, так и трехобмоточных) в большинстве случаев имели отрицательный результат. Как правило, неустойчивыми оказывались внутренние сжимаемые обмотки и РОВН.

2. Разработка и внедрение в производство модернизированных трансформаторов, стойких к токам КЗ.

Для этой цели при разработке был принят ряд мер, в частности:

- положительное решение совместно с энергетиками вопроса о величине тока КЗ в средней по расположению обмотке трехобмоточных трансформаторов, работающих в трехобмоточном режиме, величина тока КЗ устанавливалась равной 14 крат;

- учет опыта ранее проведенных испытаний на стойкость к токам КЗ;

- уточнение расчетных усилий и напряжений, возникающих в обмотках при КЗ, которое проводилось с использованием результатов исследовательских работ, выполненных в ВЭИ; в дальнейшем результаты исследований нашли свое отражение в нормативном доку-

менте РТМ 800.428–77 «Трансформаторы силовые. Расчет электродинамической стойкости обмоток при коротком замыкании»;

- применение для дистанцирующих прокладок обмоток электрокартона, предварительно обработанного повышенным давлением (каландрированный электрокартон);
- выполнение обмоток НН (на некоторых трансформаторах и СН) на бакелитовых цилиндрах;
- применение на ряде трансформаторов в сжимаемых обмотках шайб из электрокартона, располагаемых между катушками;
- дополнительное вложение обмоточного провода в обмотки СН и НН за счет его изъятия, в частности, из обмотки ВН.

С учетом принятых мер была обеспечена стойкость трансформаторов к токам КЗ.

Одновременно с модернизацией был введен в действие ГОСТ 12965–74 (взамен ГОСТ 12965–67), учитывающий проводимую работу и ряд других изменений и дополнений.

3. В начале 1970-х годов в ВИТ был проведен комплекс исследовательских работ по созданию конструкций главной и продольной изоляции для вакуумной заливки маслом активных частей в баках трансформаторов. Исследования проводились на специальных моделях. По результатам исследований разработаны руководящие технические материалы. Однако полученные результаты в новых разработках не были реализованы из-за неготовности заводов-изготовителей к внедрению в производство трансформаторов с вакуумной заливкой маслом.

4. В 1976 г. были начаты работы по усовершенствованию трансформаторов, изготавливаемых в соответствии с ГОСТ 12965-74, стойких к токам КЗ.

Изначально в ВИТ был разработан, изготовлен и испытан, включая динамику, опытный образец трансформатора ТДТН-40000/110 – прототип усовершенствованных серий.

Основные технические решения, принятые в опытном образце:

- шихтовка пластин магнитной системы выполнялась по схеме с полным косым стыком на крайних стержнях и комбинированным стыком на среднем стержне;
- выполнение прессующих и опорных колец обмоток из древесно-слоистого пластика (ДСП);
- применение для двух- и трехобмоточных трансформаторов мощностью 25, 40, 63, 80 МВ·А ввода линейного напряжения в середину обмотки ВН. В сочетании с прессующими и опорными кольцами из ДСП это решение упрощало конструкцию ярмовой изоляции;
- выполнение РПН в нейтрали обмотки ВН по схеме «реверс», упрощающего конструкцию регулировочной обмотки;
- применение разработанной в ВИТ усовершенствованной конструкции главной и продольной изоляции. Ее особенность заключалась в отсутствии у линейного конца обмотки ВН дисковых катушек с дополнительной изоляцией. Минимальная величина радиального канала, в основной зоне обмотки составляла 3,6 мм;
- по результатам проведенных тепловых исследований в обмотках СН и НН принята минимальная величина радиального охлаждающего канала, равная 3,2 мм;
- в трансформаторах 25 МВА и более применение в обмотках ВН подразделенного медного провода;
- в обмотках СН – упрочненного провода, выполненного из сплава меди, что повышало динамическую стойкость обмоток к токам КЗ;
- использование вводов 110 кВ с твердой изоляцией, упрощающее их обслуживание в процессе эксплуатации трансформаторов.

Промышленное производство усовершенствованных серий трансформаторов на разных заводах было начато после 1980 г., а опытно-промышленных образцов отдельных типов – в 1978–1980 гг.

По результатам выполненной работы был введен в действие ГОСТ 12965–85 (взамен ГОСТ 12965–74).

5. Очередной этап работ по улучшению технических параметров серий трансформаторов был начат в 1986 г. Их цель состояла в выявлении и исследовании технических решений, обеспечивающих высокий технический уровень и существенное снижение материалоемкости изделий.

Исследования проводились на опытном образце трансформатора ТРДН-40000/110, разработанном и изготовленном в ВИТ. Была применена блочная сборка обмоток и изоляции, которая осуществлялась вне магнитопровода. Блок обмоток, представляющий собой фазу трансформатора, включал комплект обмоток, главную изоляцию, верхнее и нижнее опорные кольца, изготовленные из древеснослоистого пластика (ДСП). Блок опрессовывался заданным усилием и стягивался в осевом направлении специальными стяжками из изоляционного материала. Были разработаны и исследованы три вида стяжек. В одну из них включены элементы из сплава с «памятью». Предполагалось, что элементы создадут постоянное усилие запрессовки обмоток в процессе эксплуатации трансформатора.

Конструкция блочной сборки позволила разгрузить ярмовые балки от усилий запрессовки обмоток и короткого замыкания, выполнить их облегченного типа и осуществить ряд конструктивных мер:

- применить эмальпровода для обмотки НН;
- объединить функции нижних ярмовых балок и нижней обечайки бака;
- выполнить бак «облегающей» формы и разработать метод его расчета на механическую прочность;
- применить опытную конструкцию прямотрубных радиаторов (диаметр трубы 30 мм) и различных типов вентиляторов.

Комплекс принятых конструктивных мер позволил снизить полную массу трансформатора примерно на 20% по сравнению с ГОСТ 12965–85 при некотором снижении потерь ХХ и КЗ.

По результатам проведенных исследований отмечалась необходимость доработ-

ки ряда конструктивных решений и примененных материалов, в частности материала стяжки блока.

В рамках работ по улучшению технических параметров трансформаторов в конце 1989 г. в ВИТ было проведено совещание, обсудившее технические требования на их обновление, в котором приняли участие ведущие специалисты Минэнерго, специалисты ВИТ и заводов, изготавливающих трансформаторы 110 кВ. Совещание приняло ряд решений по этому вопросу. В частности, предлагалось разрабатывать трехобмоточные трансформаторы без регулирования напряжения с помощью ПБВ в обмотке СН. При этом для ремонтных целей предусматривалось изготавливать трансформаторы с ПБВ по ГОСТ 12965–85.

Однако в связи с начавшейся «перестройкой» системность работ по дальнейшему улучшению технических параметров трансформаторов была приостановлена и проведенные исследования не были реализованы.

Тем не менее в 1989–1991 гг. для ЗТЗ были разработаны ВИТ трансформаторы ТДТН-40000/110 и ТДТН-25000/110 без ПБВ в обмотке СН, а в 1996 г. выполнен технический проект аналогичного трансформатора ТДТН-25000/110 для МЭЗ.

Особенностью разработанных трансформаторов являлось применение более совершенной продольной изоляции линейного конца обмотки ВН, которое стало возможным благодаря совершенствованию конструкции обмотки и метода расчета продольной изоляции.

6. Разработка и внедрение в производство трехобмоточных трансформаторов со сниженными мощностями обмоток СН и НН. В этой работе использованы результаты исследований фактических нагрузок трансформаторов, выполненных совместно с институтом «Энергосетьпроект» (г. Москва) и ВИТ, а также ТЭЗ. Как показали исследования, при номинальной нагрузке обмотки ВН загрузки обмоток СН и НН не превышали

<< 17

67% номинальной мощности трансформатора. Работа была начата в начале 1980-х гг. параллельно в ВИТ и на ТЭЗ. Ее цель – снижение материалоемкости изделий.

В результате в ВИТ был разработан и на ЗТЗ изготовлен головной образец трансформатора ТДТН-25000/110. Трансформатор имел концентрическое расположение обмоток на стержне магнитной системы и соотношение мощностей ВН/СН/НН – 100/67/67%.

Трансформатор прошел комплекс необходимых испытаний и с рядом рекомендаций был принят МВК в 1987 г. Рекомендации, в основном, касались его стойкости к токам КЗ.

В это же время на ТЭЗ разрабатывался и изготавливался аналогичный трансформатор с аксиальным расположением обмоток СН и НН (по типу ТРДН). В зависимости от требуемого соотношения мощностей ВН/СН/НН трансформатор имел три исполнения 100/67/33%, 100/50/50%, 100/33/67%.

К сожалению, Минэнерго не проявило заинтересованности к выполненным работам и не высказалось однозначно в пользу той или иной конструкции.

Необходимо отметить, что в конструкции трансформатора ВИТ использовано новое техническое решение – отдельно вынесенный регулировочный концентр обмотки СН (ПБВ), который вместе с регулировочным концентром обмотки ВН образовывал блок регулировочных обмоток. Это открывало путь для дальнейшего совершенствования главной изоляции трехобмоточных трансформаторов.

7. Создание, организация серийного производства отечественных переключающих устройств, взаимозаменяемых с переключающими устройствами НРБ по присоединительным размерам.

Переключающее устройство типа РНТА-35/200 разработано в ВИТ в 1993 г., серийное производство организовано на ТЭЗ в конце 1990-х гг. Конструкции трансформаторов, изготавливаемых на ТЭЗ, были переработаны под эти устройства.

8. Следует отметить разработку и внедрение в производство двухобмоточных трансформаторов, с форсированной системой охлаждения. Работа выполнялась в 1970–80 гг. на ТЭЗ, целью которой являлось снижение установленной мощности трансформаторов на двухтрансформаторных подстанциях. Смысл такого снижения заключался в том, что в аварийном режиме, при выходе из строя одного из трансформаторов, включалась в работу форсированная система охлаждения и второй трансформатор воспринимал более высокую нагрузку по сравнению с действующими нормами.

в мае 2009 г. Полностью завершить проект предполагается в мае 2012 г. После завершения строительства станция сможет обеспечить электро-снабжение 100 тысяч домов на востоке Мексики.

В соответствии с контрактом Alstom осуществит полный цикл работ, включающий разработку проекта, производство и поставку оборудования. Как отмечается в сообщении, паровая турбина для станции будет произведена на заводе компании, расположенном в городе Морелия (Мексика).

Мексика является четвертой в мире страной по объему производства электричества на основе геотермальной энергии после США, Филиппин и Индонезии. Этот проект является вторым проектом Alstom с момента возвращения компании на растущий рынок геотермальных электростанций.

Alstom – крупная французская машиностроительная компания, один из мировых лидеров в производстве энергетического оборудования и железнодорожного транспорта. Штаб-квартира компании расположена в Левалуа-Перре (Франция). С 1988 г., Alstom поставил в Мексику оборудование общей мощностью 10 ГВт, которое производит 20% электроэнергии вырабатываемой станциями CFE.

РИА «Новости»

В ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ НАЧАЛОСЬ СТРОИТЕЛЬСТВО ПАРКА ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Уже поставили мачты для измерения скорости ветра, резервируют и отводят земли. К концу 2011 г. объект намерены сдать в эксплуатацию, сообщает Deutsche Welle. Так реализуют инвестиционное соглашение между Приазовской райадминистрацией и французской компанией Eurocare об установлении неподалеку

>> 26

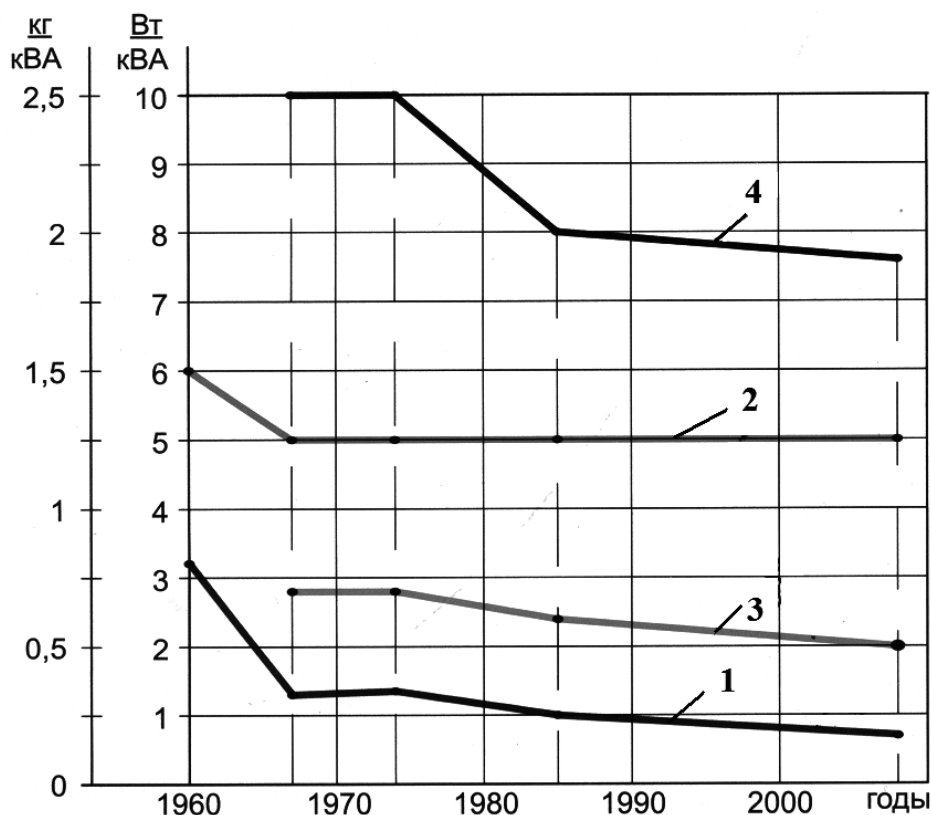


Рис. 1. Динамика изменения технических характеристик трансформатора ТДТН-40000/110 – типопредставителя 110 кВ с РПН: 1 – потери ХХ, 2 – потери КЗ, 3 – масса трансформаторного масла, 4 – масса полная трансформатора

9. Разработка межгосударственного стандарта ГОСТ 12965–93 «Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 110 и 150 кВ. Технические условия». ГОСТ разработан ВИТ в 1992–1993 гг. и учитывал изменения и дополнения, которые возникли после 1985 г. В частности, в него были включены некоторые трансформаторы со сниженной мощностью обмоток СН и НН, трансформаторы с форсированной системой охлаждения и другие дополнения. К сожалению, по ряду причин стандарт не стал нормативным документом для всех стран СНГ.

В настоящее время ВИТ разрабатывает новое поколение серий трансформаторов 110 кВ с РПН мощностью 25–80 МВА с использованием новых технических решений, комплектующих изделий и материалов. Расчет стойкости трансформаторов к то-

кам КЗ выполняется по методике ВИТ, которая более полно отражает физические процессы, происходящие в обмотках и изоляции при КЗ.

По результатам выполненной работы внедрен в промышленное производство на МЭЗ трансформатор ТРДЦН-63000/110 нового поколения.

Представляет интерес динамика изменений технических характеристик трансформаторов за рассмотренные этапы их развития, которая приведена на рисунке для типопредставителя серий – трансформатора ТДТН-40000/110.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серии трансформаторов 110 кВ с РПН. Этапы развития/Смагин А.П. Электро, 2009. №4.

УДК 621.3.04

СУХИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ И РЕАКТОРЫ (ООО «РОСЭНЕРГОТРАНС»)

E-mail: info@rosenergotrans.ru

Аннотация. Даются сведения по сухим реакторам и трансформаторам, в том числе их технические характеристики.

Summary. An article gives information on dry-type reactors and transformers including their technical features.

Ключевые слова: сухие реакторы и трансформаторы, характеристика, преимущества.

Keywords: dry-type reactors and transformers, feature, advantages.

а) Предприятие ООО «РосЭнергоТранс» разрабатывает и производит сухие и масляные трансформаторы, а также токоограничивающие реакторы в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика.

Обмотки ВН и НН выполняют из меди или алюминия. В конструктивном плане обмотка ВН – слоевая, секционная по высоте; обмотка НН – слоевая, из фольги, равной по ширине высоте обмотки. Изоляция выполнена эпоксидным компаундом, намотанная обмотка ВН заполняется в вакууме в специальной форме.

Для обмотки НН технология такова: изготовление с одновременной намоткой межсоевой и торцевой изоляции.

В качестве материала магнитопровода используется электротехническая сталь.

Конструкция: стержневая, шихтованная из пластин холоднокатаной кремнийсодер-

жащей электротехнической стали с ориентированной структурой и жаростойким электроизоляционным покрытием. Технология: изготавливается с полным косым стыком по технологии step lap. Толщина: 0,3мм, в отдельных случаях – 0,27 мм.

Благодаря такой конструкции, материалы и технологии обеспечиваются следующие преимущества:

- низкие удельные потери;
- высокая точность реза;
- минимальные потери холостого хода;
- сниженный ток холостого хода;
- пониженный уровень шумов;
- улучшенные термодинамические и механические свойства.

Обмотки НН отличаются высокой нагревостойкостью стеклопластиковых пакетов. Кроме того, обмотки НН пропитаны кремнеорга-

<< 23

от Молочного лимана 180 турбин. Запорожская власть называет проект самым масштабным в области и образцом для будущего построения в регионе еще нескольких парков ветряных электростанций. Ожидают инвестиции в размере 600 миллионов гривен. Стоимость сооружения одной ветряной мельницы – 3,5 млн евро.

Как рассказал эксперт Национального экологического центра Ук-раины Юрий Урбанский, интерес к строительству ветроэлектростанций на Украине спровоцировал Закон «О зеленом тарифе»: «Благодаря закону и начинаются так необходимые Украине проекты. Построят ветростанции и в Николаевской области. Ведь без такого тарифа себестоимость возобновляемой энергии достаточно высока».

Стоит отметить, что жители Приазовского района воспринимают информацию о строительстве поблизости ветроэлектростанций неоднозначно. Люди обеспокоены: можно ли доверять иностранным инвесторам, как будет влиять работа ветряных мельниц на окружающую среду, не нанесут ли они вреда здоровью местных жителей. Для того чтобы развеять мифы и предубеждения, французская компания организовала визит для чиновников, депутатов и фермеров из Приазовья в провинцию Ля Бюсе, чтобы украинцы могли убедиться – соседство с ветростанцией безопасно.

Развитие возобновляемой энергетики для Украины – важный для инвестиций сектор экономики. Об этом сообщил генеральный директор Национального агентства Украины по иностранным инвестициям и развитию Сергей Таран. Накануне правительство утвердило 10 инвестиционных проектов, имеющих стратегическое значение для экономики и развития

>> 27

ническим лаком с последующим запеканием. Обмотки ВН имеют низкую напряженность между слоями, минимальную вероятность межвитковых замыканий, хорошую теплоотдачу, высокую стойкость к термическим ударам в диапазоне от –50°C до +40°C. Изоляция отличается хорошими диэлектрическими свойствами, уровень частичных разрядов – менее 20 пКл.

Технические характеристики сухих трансформаторов:

мощность	25...12 500 кВ·А
напряжение	до 35 кВ
степень защиты	IP54

На рис. 1 показан внешний вид сухих трансформаторов ООО «РосЭнергоТранс».

Трансформаторы имеют следующие преимущества:

- исключительные противопожарные свойства;
- экологическая безопасность;
- работоспособность при повышенной влажности и загрязненности;
- пригодность для регионов с резко континентальным климатом;
- безопасность и простота монтажа и обслуживания;
- высокая стойкость к коротким замыканиям;
- низкие эксплуатационные расходы;
- компактные размеры;
- пониженный уровень шумов;
- снабжены роликами для продольной и поперечной буксировки.

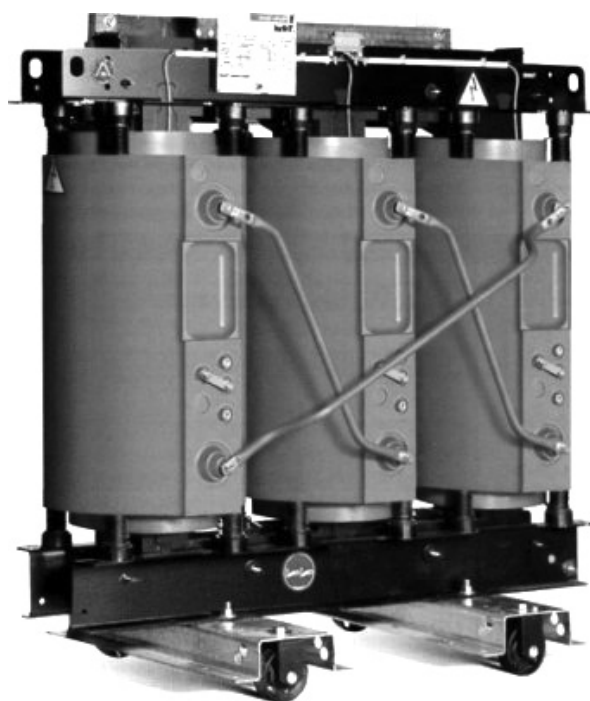


Рис. 1. Сухой трансформатор



Рис. 2. Сухой реактор

б) Сухие токоограничивающие реакторы с естественным воздушным охлаждением имеют следующие характеристики:

- материал обмотки – медь или алюминий в виде фольги или реакторного многожильного провода;
- класс нагревостойкости изоляции Н или F;
- вертикальное, угловое или горизонтальное исполнение;
- климатические условия работы: У1, У2, У3.

Технические характеристики сухих реакторов:

номинальный ток	до 8000 А
номинальное напряжение	6...20 кВ
сопротивление	0,1...2,5 Ом

На рис. 2 показан внешний вид сухих реакторов ООО «РосЭнергоТранс».

Сухие реакторы имеют следующие преимущества:

- наличие между слоями обмоток охлаждающих стеклопластиковых каналов;
- повышенная электродинамическая и термическая стойкость;
- исключительные противопожарные свойства;
- экологическая безопасность;
- простота монтажа и обслуживания;
- возможность размещения в камере любых размеров, указанных заказчиком;
- габариты и масса меньше, чем у аналогичного оборудования других производителей.

<< 26

государства. Проекты были отобраны после консультаций со многими экспертами.

Среди объявленных проектов является производство ветро-электрических установок мегаваттного класса на производственных мощностях Южного машиностроительного завода им. Макарова. «Такие установки являются наиболее востребованными на рынке Украины. Но лишь используются, а не производятся. Надеемся привлечь на производство установок такого класса средства инвесторов, которые понимают, какие прибыли можно получить на Украине» – сообщил Сергей Таран.

В начале прошлого года Кабмин поддержал инвестиционные проекты по строительству ветроэлектростанций в Автономной республике Крым и в Николаевской области.

Advis.ru

GOOGLE ВЫХОДИТ НА РЫНОК ЭНЕРГЕТИКИ

Google выходит на непрофильный для себя рынок энергетики. Через созданный специально для этой цели филиал Google Energy компания подала заявку в Федеральную комиссию по энергетическому регулированию США (FERC) на получение лицензии для работы в энергетической отрасли. Этот шаг позволит Google, энергопотребление которой постоянно растет, более гибко использовать тарифы на оплату электроэнергии, предсказывает газета The Wall Street Journal.

Наличие лицензии также откроет перед интернет-гигантом возможность выйти на рынок альтернативной и возобновляемой энергетики. Торговля электроэнергией в планы Google пока не входит.

Количество энергии, которое требуется Google, неизвестно – компания

>> 36

УДК 621.31

ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

С. Н. Баталыгин. Автоматизация средств диагностики электрических цепей силовых высоковольтных трансформаторов // Автореф. канд. дисс. Спец. 01.04.01 – Ижевск: УдГУ. – 24 с.
E-mail: rector@udsu.ru

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Хорошо известно, что высоковольтные силовые трансформаторы (СТ) являются наиболее важными и дорогими элементами энергетических сетей. Большинство этих преобразователей напряжения в течение многих лет работают при различных климатических условиях и подвергаются различным воздействиям электромагнитной и механической природы. Мировой опыт показывает, что экономический ущерб от случайной аварии мощного силового трансформатора, связанный только с остановкой промышленных предприятий из-за отсутствия питающего напряжения, исчисляется миллионами долларов, не говоря уже о весьма крупных затратах, необходимых для восстановления работоспособности СТ.

В настоящее время для предотвращения возможных аварий СТ применяется совокупность различных физико-химических методов диагностического контроля, кото-

рые взаимно дополняют друг друга. Среди них имеются традиционные методы, используемые во всей мировой практике эксплуатации СТ. К ним относятся хроматографический анализ растворенных газов в трансформаторном масле, служащем в качестве изолирующей и охлаждающей жидкости в различных частях СТ; исследование диэлектрических потерь; измерение пробивного напряжения и влагосодержания, находящегося в эксплуатации трансформаторного масла; измерение сопротивления обмоток; тепловизионный контроль, контроль фракционного состава, количества и характера загрязнений (механических примесей) в маслах по классу промышленной чистоты.

Наряду с этим разрабатываются и внедряются и другие виды мониторинга СТ с применением различных методов экспериментальной физики. В последнее время интенсивно развиваются и внедряются методы непрерывного контроля за крупными СТ с помощью современных компьютерных

технологий и автоматического сбора, обработки, анализа данных различных датчиков, расположенных непосредственно в пределах СТ.

Устройство регулирования напряжения (РПН), входящее в состав СТ, представляет собой сложный коммутационный аппарат, имеющий много контактов, от состояния которых зависит надежность работы всего СТ. Последствия выхода из строя РПН бывают тяжелыми, так как авария РПН означает, по существу, аварию трансформатора. Отсюда вытекают весьма высокие требования, предъявляемые к надежности работы устройств РПН.

В настоящее время диагностику устройств РПН осуществляют устаревшими методами, при которых вскрываются их баки и сливается трансформаторное масло. Кроме того, эти методы не позволяют провести диагностический мониторинг РПН при большой влажности и отрицательных температурах окружающей среды.

Основными элементами электрических цепей СТ являются также обмотки. РПН в автоматическом режиме обеспечивает регулирование напряжения за счет изменения числа витков ответвлений обмоток СТ. Обычно РПН состоит из контакторов, токоограничивающих сопротивлений, переключателей и приводного механизма. Первые два элемента устройства РПН размещаются в специальном баке (баке РПН) с трансформаторным маслом.

Цель работы – разработка автоматизированных средств диагностики электрических цепей высоковольтных трехфазных силовых трансформаторов.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что в ней:

- разработаны и реализованы новые методы исследования и мониторинга электрических цепей обмоток и РПН силовых трехфазных трансформаторов в автоматизированном режиме;

- показана возможность интродиагностики временных характеристик процесса переключения контактной системы и токоограничивающих резисторов РПН;

- установлено, что методом осциллографирования контактной системы РПН удастся выявлять дефекты токоограничивающих резисторов РПН без вскрытия его бака и слива из него трансформаторного масла;

- предложена и реализована методика автоматизированного снятия круговой диаграммы устройства РПН с применением цифрового осциллографа.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что разработанные и созданные автоматизированные устройства диагностики элементов СТ существенно уменьшают время проведения измерений с занесением полученных результатов в компьютерную базу данных для последующего архивирования и хранения, существенно уменьшают трудовые и материальные затраты и сводят к нулю вероятность загрязнения окружающей среды. Методы интродиагностики СТ, разработанные в ходе выполнения диссертационной работы, внедрены и успешно используются на предприятиях России.

Важнейшими параметрами обмоток СТ являются группа соединений, омическое сопротивление, коэффициент трансформации, ток короткого замыкания и потери холостого хода, которые измеряются на различных этапах эксплуатации и обслуживания СТ.

На рис. 1 показан упрощенный вид электрических цепей одной из фаз силового трансформатора.

В работе описаны оригинальные автоматизированные устройства для определения важнейших параметров силовых трансформаторов, которые существенно упрощают и ускоряют выполнение измерений и поднимают на новый качественный уровень испытания и диагностику обмоток силовых трансформаторов. Автоматизация измере-

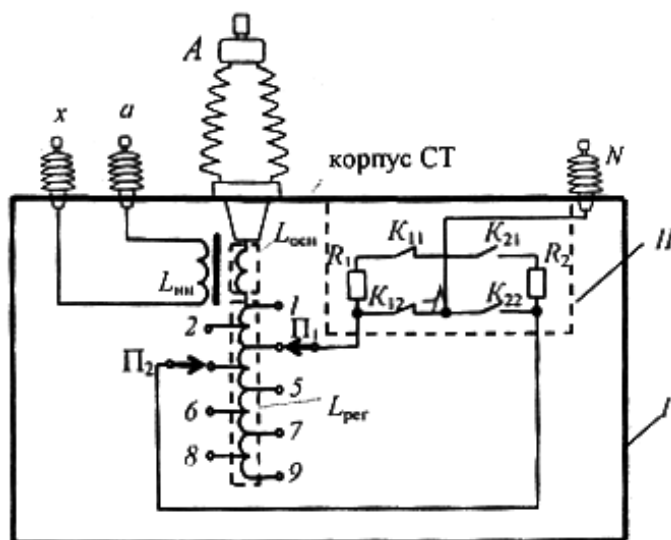


Рис. 1. Упрощенный вид электрических цепей одной из фаз силового трансформатора: $L_{осн}$ и $L_{нн}$ – основные обмотки высокого и низкого напряжения; $L_{рег}$ – регулировочная обмотка; 1–9 – регулировочные ответвления; Π_1 , Π_2 – переключатели; R_1 , R_2 – токоограничивающие резисторы; K_{11} , K_{21} , K_{12} , K_{22} – контакты контактора; x , a и A , N – вводы низкого и высокого напряжения, соответственно; I – бак силового трансформатора; II – бак РПН

ний реализована с применением многоканального цифрового регистратора (осциллографа).

Разработан новый метод мониторинга и диагностики устройств регуляторов под нагрузкой силовых трансформаторов, позволяющий осуществлять исследования контактов контактора и токоограничивающих резисторов РПН извне, т.е. без его вскрытия и слива из него трансформаторного масла.

В работе представлен новый автоматизированный метод снятия круговой диаграммы (КД) устройств РПН с помощью многоканального цифрового осциллографа.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы:

1. Предложен, разработан, реализован и внедрен новый метод интродиагностики переключающих устройств быстродействующих РПН, т.е. проводимый без вскрытия

его бака и слива из него трансформаторного масла. Разработанный метод сокращает материальные затраты и время диагностики РПН, полностью исключает возможность загрязнения окружающей среды и диэлектрической жидкости бака РПН, позволяет осуществлять проведение экспериментов в зимних условиях, а также обеспечивает создание базы данных.

2. Разработан автоматизированный метод определения круговой диаграммы устройств РПН силовых высоковольтных трансформаторов, позволяющий ускорить процесс измерений.

3. Показана возможность определения группы соединения и измерения полного сопротивления короткого замыкания, коэффициента трансформации, тока и потерь холостого хода при малом однофазном возбуждении высоковольтного трехфазного силового трансформатора с помощью одного автоматизированного устройства, состоящего из шестиканального цифрового осциллографа, специального коммутатора и трехканального источника питания. При этом достигается увеличение точности измерений за счет устранения влияния сопротивления соединительных проводов и автоматического приведения полученных результатов к частоте 50 Гц.

4. Разработано и внедрено автоматизированное средство измерения омического сопротивления высоковольтных обмоток трехфазного СТ с выведенной нейтралью, состоящее из цифрового осциллографа и трехканального источника напряжения постоянного тока с форсированием и ограничением создаваемых токов, обеспечивающее сокращение времени измерений.

Реф. Киреева Э.А.

УДК 620.1.05

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Л.Л. Филин. *Режимы работы и совершенствование средств релейной защиты систем автономного электроснабжения объектов газовой промышленности // Автореф. канд. дисс. Спец. 05.09.03 – М.: РГУНГ. – 26 с. E-mail: com@gubkin.ru*

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Нефтяная и газовая промышленность России бурно развивается. Растет спрос на все виды энергоносителей и особенно на газ.

В России создана единая газотранспортная система, содержащая большое количество протяженных магистральных газопроводов, транспортирующих газ из труднодоступных районов Крайнего Севера и Западной Сибири к потребителю. Увеличиваются объемы перекачиваемого газа, протяженности магистральных газопроводов, растет количество компрессорных станций (КС), дожимных компрессорных станций (ДКС), газораспределительных станций (ГРС), подземных хранилищ газа (ПХГ).

В планах ОАО «Газпром» предусматривается увеличение уровня добычи газа к 2010 г. до 550–560 млрд куб. м, к 2020 г. – до 580–590 млрд куб. м газа, а к 2030 г. – до 610–630 млрд куб. м. Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2020 г. предусма-

тривает развитие нефтегазового комплекса Восточной Сибири и Якутии, приоритетное направление отдается освоению месторождений полуострова Ямал, одновременно делается акцент на освоение месторождений для снабжения газом Дальнего Востока и экспорта газа в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Помимо газоснабжения потребителей внутри страны, российский газ обеспечивает более четверти потребности европейских потребителей в природном газе. С этим связано строительство таких крупных газопроводов, как «Ямал–Европа», «Голубой поток», а также Северо-Европейский газопровод, который является крупнейшим международным газотранспортным проектом.

В этих условиях все более актуальное значение приобретает обеспечение надежной работы объектов добычи, хранения и транспорта газа. Например, на компрессорных станциях каждая вынужденная остановка газоперекачивающих агрегатов (ГПА) приводит к нарушениям технологического

процесса по перекачке газа, потерям газа при остановке и пуске ГПА, сокращению срока службы и периода между ремонтами оборудования, возможному недоотпуску газа потребителям как внутри страны, так и за ее пределами.

Для обеспечения надежной работы газотранспортных систем особое значение имеет бесперебойное электроснабжение КС, ПХГ и промыслов.

В центральных районах КС и ПХГ обычно получали питание от энергосистемы, которая обеспечивала высокую надежность электроснабжения. Однако в настоящее время ситуация изменилась. Надежность электроснабжения от энергосистемы снижается. Подтверждением этому является кризис мая 2005 г. в Мосэнерго. Кроме того, в предъявляемых технических условиях на подключение к энергосистеме на потребителя возлагается неоправданно большая финансовая нагрузка. В связи с этим ОАО «Газпром» приняло решение о строительстве электростанций собственных нужд (ЭСН) даже в ранее благополучных районах для обеспечения электроснабжения собственных технологических объектов.

ЭСН являются основным источником электроснабжения в районах Крайнего Севера, где связь с энергосистемой отсутствует или является ненадежной. В этих условиях бесперебойная работа ЭСН имеет особо важное значение. Длительное исчезновение электроснабжения создает в условиях низких температур экстремальные ситуации, связанные не только с нарушением технологического процесса, но и с опасностью для жизни людей, что иногда приводит к необходимости эвакуации целых поселков обслуживающего персонала, поскольку электростанции используются для электроснабжения не только технологических объектов, но и жилых поселков обслуживающего объекты персонала.

Опыт эксплуатации ЭСН показал, что существуют проблемы, связанные не только с недостаточным качеством поставляемого

первичного оборудования, но и с нехваткой научной базы, с несовершенством конкретных проектных решений, особенно в области релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗА), режимного управления. Такое положение вполне объяснимо, поскольку малая энергетика в России не имеет такого опыта, как большая, и только начинает развиваться.

Данная работа посвящена анализу режимов работы ЭСН, средств релейной защиты и разработке рекомендаций, способствующих повышению надежности работы электростанций, что является актуальной исследовательской и технической задачей.

Цель работы – повышение надежности электротехнических комплексов объектов газовой промышленности на основе совершенствования режимов работы и средств релейной защиты и автоматики систем электроснабжения с автономными источниками питания (электростанциями собственных нужд).

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Разработан комплекс рекомендаций для проектирования систем электроснабжения с автономными источниками питания по схемным решениям, режимам работы, выбору оборудования, защит и автоматики.

2. Предложена методика оценки допустимой области режимов работы ЭСН по активной и реактивной мощности при параллельной работе с энергосистемой с применением различного станционного силового оборудования, доказана техническая эффективность применения асинхронизированных генераторов.

3. Обоснована необходимость оптимального сочетания первичного и вторичного регулирования частоты и мощности при параллельной работе с энергосистемой электростанций малой мощности, предложен закон регулирования.

4. Установлены требования и разработаны принципы действия новой релейной за-

щиты линий 6 (10) кВ, связывающих ЭСН с энергосистемой, отличающейся быстродействием и селективностью и обеспечивающей повышение надежности и устойчивости работы ЭСН.

5. Предложены методы оценки зон действия быстродействующих защит и противоаварийной автоматики для систем автономного электроснабжения.

Выполнен анализ проблем, возникающих в настоящее время при эксплуатации электростанций собственных нужд который показал, что необходимый уровень надежности функционирования электростанций и прилегающих электрических сетей еще не достигнут.

Анализ показал, что основная причина этого заключается в том, что отраслевые проектные институты, заводы-изготовители энергоблоков и поставщики систем управления не имеют необходимой научной и методической базы и опыта в проектировании и в изготовлении электростанций малой мощности, поскольку это направление развития энергетики для России является относительно новым.

Анализ схем электроснабжения, режимов работы и релейной защиты объектов, имеющих одновременно ЭСН, центральный распределительный пункт (ЦРП) для питания нагрузки и линии связи с энергосистемой, показал, что рациональнее располагать вводы от энергосистемы и генераторы ЭСН в одном узле, от которого будет получать питание ЦРП.

Исследование показало, что:

1. Даже при быстром отключении близкого трехфазного КЗ электростанция только с вторичным регулированием по обменной мощности после отключения КЗ теряет устойчивость и выпадает из синхронизма;

2. При введенном первичном регуляторе частоты вращения и вторичном регулировании обменной мощности электростан-

ция остается в синхронизме с энергосистемой, хотя и совершает один асинхронный проворот;

3. При параллельной работе с энергосистемой автоматика режимного управления (вторичное регулирование) должна регулировать обменную мощность по закону $\Delta P_{обм} = 0$ с введенным первичным регулятором частоты вращения, настроенным статически по закону $\Delta f + s\Delta P = 0$, где $\Delta P_{обм}$ – изменение обменной мощности, Δf – изменение частоты, s – коэффициент статизма, ΔP – изменение мощности генератора. При этом первичные регуляторы частоты вращения должны иметь зону нечувствительности не менее 0,1 Гц, что позволит электростанции не участвовать в системном регулировании частоты при ее усредненных отклонениях.

Показано, что на всех электростанциях со сборными шинами генераторного напряжения рекомендуется применение низкоомного заземления нейтрали с помощью трансформаторов заземления нейтрали, которое позволит не только снизить перенапряжения при однофазных замыканиях на землю, но и выполнить на всех присоединениях ЭСН защиту от ОЗЗ, действующую на отключение, защитить до 90% обмотки генераторов, при ОЗЗ. Режимы заземления нейтрали ЭСН и подстанции энергосистемы должны согласовываться между собой во всех случаях, кроме схем с регулировочными трансформаторами.

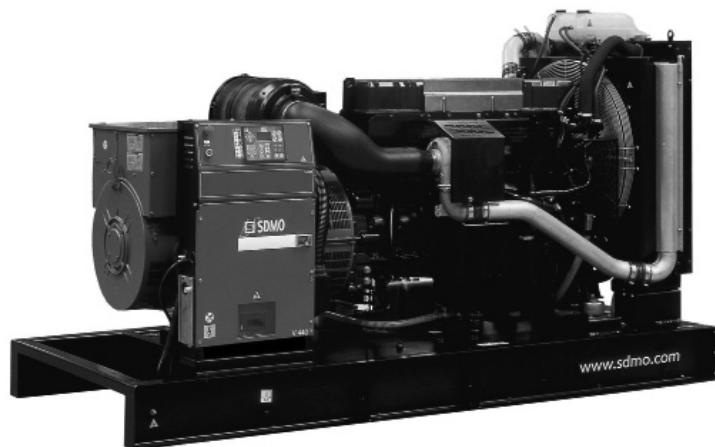


Рис. Источник автономного энергоснабжения

Выявлено, что на ЭСН с низкоомным резистивным заземлением нейтрали параллельная работа ТЗН разных секций ЭСН, ТЗН ЭСН и подстанции энергосистемы сопровождается чрезмерными токами однофазного замыкания на землю, которые могут вызвать большие разрушения при ОЗЗ в статорах генераторов. Для предотвращения этого режима должна предусматриваться специальная автоматика.

Опыт эксплуатации сетей 6 (10) кВ показал возможность возникновения и длительного существования феррорезонансных перенапряжений высокой кратности, которые часто приводят к повреждению трансформаторов напряжения из-за длительного протекания по их обмоткам токов, существенно превышающих номинальные. Поэтому на ЭСН рекомендуется применение антирезонансных трансформаторов напряжения типа НАМИТ независимо от установки ТЗН (они могут оказаться отключенными) и релейной схемы срыва резонанса.

Главное требование к защитах ЭСН – быстрое (без выдержки времени) отключение повреждений в зоне, КЗ в которой сопровождается снижением напряжения на шинах ЭСН ниже критического, при котором генераторы выпадают из синхронизма.

Опыт эксплуатации показал, что надежная работа ЭСН зависит не только от выполнения защит, но и от противоаварийной автоматики. Исследование показывает, что выполнение противоаварийной автоматики на ЭСН должно существенно отличаться от обычных решений, применяемых в распределительных сетях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выполнено исследование, при котором рассматривались схемные решения, режимные вопросы, релейная защита и автоматика электростанций собственных нужд. Особое внимание уделялось исследованию режимов параллельной работы генераторов ЭСН и энергосистемы, предложена методика оценки допустимой области режи-

мов работы ЭСН в зависимости от применяемого первичного оборудования. Выявлено, что при проектировании необходим комплексный подход, обеспечивающий единство процессов построения схем ЭСН, выбора оборудования, защит и противоаварийной автоматики, проработки режимных вопросов, выбора принципов автоматического регулирования частоты и мощности. Разработаны рекомендации по построению схем, выбору оборудования, защит, противоаварийной автоматики и автоматики режимного управления.

2. Выполнен анализ существующих комплексов защит и автоматики, устанавливаемых на ЭСН и линиях связи ЭСН с энергосистемой, выявлены их недостатки, разработаны рекомендации по их устранению, обоснована необходимость создания новых устройств, повышающих надежность функционирования электростанций при параллельной работе с энергосистемой. Предложены ряд новых решений (неполная ДЗШ с блокировкой от защит отходящих присоединений, делительная автоматика по повышению частоты, быстродействующая МТЗ «мертвой» зоны, автоматика ТЗН и др.) и усовершенствованные способы оценки зоны действия защит в различных режимах работы ЭСН, рассмотрена их взаимосвязь с устройствами режимного управления.

3. Разработана и внедрена быстродействующая логическая защита линий связи ЭСН с энергосистемой, обладающая абсолютной селективностью, относительной простотой исполнения и необходимым быстродействием для сохранения устойчивости генераторов после отключения КЗ.

4. Разработан и внедрен приемопередатчик дискретных команд, позволяющий выполнить быстродействующую логическую защиту линии и обладающий необходимыми и достаточными для данной защиты характеристиками.

5. Результаты исследований внедрены на действующих ЭСН.

Реф. Киреева Э. А

УДК 620.98

ГАРАНТИРОВАННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «СЕВКАБЕЛЬ» С НЕПРЕРЫВНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ

В.Е. Поляков, инж.,

Санкт-Петербургский государственный горный
институт им. Г.В. Плеханова, e-mail: rectorat@spmi.ru

В.И. Гусев, инж.,

ОАО «Севкабель», Санкт-Петербург,
e-mail: office@sevkab.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы обеспечения гарантированного электроснабжения промышленных потребителей особой группы 1-й категории по надежности электроснабжения. Приведены возможные экономические ущербы, которые могут быть нанесены в случае возникновения кратковременных нарушений в электроснабжении. Для их минимизации предложена гибридная система гарантированного электроснабжения, состоящая из источника бесперебойного питания и дизель-генераторной установки.

Summary. Lead: an article considers the questions of provision of uninterruptible power supply of industrial consumers of specific group of the 1 category on reliability and power supply. It states possible economical damages which can be caused in case of occurrence of short-term failures in power supply. Hybrid system of uninterruptible power supply consisting of UPS and diesel generator plant is suggested for their minimization.

Ключевые слова: система гарантированного электроснабжения, источник бесперебойного питания, дизель-генераторная установка, кратковременные перерывы в электроснабжении, провалы напряжения, надежность электроснабжения.

Keywords: system of uninterruptible power supply, UPS, diesel generator plant, short-term failures in power supply, voltage falls, reliability of power supply.

<< 27

не раскрывает, сколько у нее дата-центров и где они находятся. В апреле прошлого года представители Google заявили, что их дата-центры самые эффективные в мире, но какое количество энергии они потребляют, в компании не уточнили.

Главному редактору отраслевого издания Data Center Knowledge Ричу Миллеру (Rich Miller) удалось обнаружить 24 дата-центра Google. В среднем энергоемкость дата-центров крупных компаний составляет 30–50 мегаватт, но у Google потребление может быть и больше, не исключает Миллер.

В FERC, в задачу которой входит недопущение образования монополистов на энергетическом рынке, прогнозируют: проблем с получением лицензии у Google, скорее всего, не возникнет. Энергетика – слишком непрофильный для интернет-компаний, у которой нет собственных электростанций, вид бизнеса. Впрочем, FERC может попросить у Google, необычного заявителя, уточнить свои планы.

Крупный поисковик Yahoo тоже рассматривал возможность выйти на рынок электроэнергии. Но, по словам вице-президента Дэвида Диббла (David Dibble), компания сочла такой шаг нерентабельным. Впрочем, окончательно от этой мысли Yahoo не отказывается.

В последнее время Google уделяет пристальное внимание энергетическим рынкам. Недавно в партнерстве с компаниями TXU Energy и Sempra Energy она учредила проект Google s PowerMeter, который помогает компьютерным пользователям экономить энергию за счет анализа показаний счетчиков, установленных в их домах. Такая деятельность не требует согласия FERC.

Business-FM

Сверхнормативный износ основного оборудования большинства электростанций и электрических сетей, а также значительный дефицит электроэнергии во многих промышленных районах России привели к существенному увеличению количества и длительности перерывов в энергоснабжении от централизованных энергетических систем. Вследствие этого многие государственные и частные промышленные предприятия и финансовые учреждения несут большие убытки, в связи с чем им все чаще приходится решать проблему постоянного, резервного или аварийного электроснабжения независимо от состояния внешних энергоисточников [1].

Существуют непрерывные технологические производственные процессы, нарушение электроснабжения которых даже в несколько миллисекунд приводит к значительному экономическому ущербу. К таким процессам относится производство высоковольтного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на многих заводах России, в том числе и в ОАО «Севкабель».

В 2007 г. ОАО «Севкабель-Холдинг» запустила первую на Северо-Западе линию типа EPL-50 фирмы Maillefer для изготовления кабелей напряжением от 10 до 220 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена [2]. Полиэтилен в настоящее время является одним из наиболее широко применяемых изоляционных материалов при производстве кабелей среднего и высокого напряжения. В ОАО «Севкабель» изолированные жилы таких кабелей изготавливаются методом пероксидной сшивки на наклонной линии непрерывной вулканизации.

Высокотехнологичное оборудование фирмы Maillefer очень чувствительно к отклонениям уровня напряжения от номинальных значений. Кратковременное его снижение ниже $0,85U_{ном}$ вызывает отключение преобразователей постоянного тока электроприводов экструдеров, которые непосредственно накладывают изоляцию на токопроводящую жилу. Ложные срабатывания систем защиты оборудования, вызванные провалами напряжения, ошибочными переключениями на подстанциях и КЗ в промышленных сетях, могут привести к значительному ущербу. При двух отключениях линии EPL-50 в год вероятный среднегодовой ущерб из-за перебоев в электроснабжении ОАО «Севкабель» составит примерно 4,6 млн руб., в том числе прямые убытки – около 3,3 млн руб., косвенные (упущенная выгода) – 1,3 млн руб.

Ввиду технических и организационных сложностей электроснабжение ОАО «Севкабель» осуществляется по второй категории надежности, хотя технологические линии EPL-50 и EFL-30 относятся к первой категории, а часть электроустановок – к первой особой. Однако даже присвоение всему пред-

приятию первой категории не позволит избежать возможных экономических потерь, поскольку согласно п. 1.2.13 ПУЭ и в этом случае также существует вероятность одновременного зависящего кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия релейной защиты и автоматики.

Для минимизации возможных убытков, вызванных перерывами в электроснабжении, следует применять систему гарантированного электроснабжения (СГЭ), которая проектируется для работы в автономном режиме в течение промежутка времени от нескольких минут до нескольких часов с использованием в этот период энергии, запасенной в аккумуляторных батареях. Как правило, запас энергии батарей бывает ограничен, поэтому в состав комплекса должны быть включены автономные электрогенераторные установки, созданные на базе двигателей внутреннего сгорания.

Особенность СГЭ непрерывных технологических процессов – зависимость ее параметров от протекающих на производстве процессов, а также от характеристик используемого оборудования. Анализ паспорт-

ных данных основных энергопотребителей технологической линии EPL-50 (см. таблицу) показал, что при кратковременных перерывах в электроснабжении достаточно обеспечить резервирование подачи энергии на время не более 30 с. Этой выдержки обычно достаточно для восстановления уровня напряжения до номинального, после чего работа продолжается в штатном режиме.

При отключениях длительностью более 30 с следует предусмотреть успешное (безаварийное) завершение технологического процесса. На основе анализа особенностей технологии производства кабеля, изолированного сшитым полиэтиленом, было выявлено, что для этого необходимо обеспечить электроэнергией часть потребителей линии в течение 40 мин., поскольку за такой временной промежуток (согласно технологической инструкции) происходит процесс сшивки полиэтилена. На рис. 1 показана зависимость мощности, потребляемой электроустановками линии, от времени при отказе централизованного электроснабжения (здесь P_1 – мощность энергопотребителей, непрерывное электроснабжение которых требуется обеспечить при его перерывах).

Таблица

Паспортные данные основных энергопотребителей

Энергопотребитель технологической линии	Количество	Тип электрооборудования	Характеристика электрооборудования: $U_{ном}$, $I_{ном}$, $P_{ном}$
Экструдер 175	1	DC-motor	470 В, 431 А, 186 кВт
Экструдер 100	1	DC-motor	470 В, 175 А, 72 кВт
Экструдер 90	1	DC-motor	470 В, 144 А, 60 кВт
Привод тяги в середине линии	1	AC-motor	17 А, 8 кВт
Привод тяги в конце линии	1	AC-motor	30 А, 12 кВт
Привод отдающего устройства	2	AC-motor	12 А, 6 кВт
Привод принимающего устройства	2	AC-motor	12 А, 6 кВт
Азотная станция	1	Компрессоры	30 кВт
Установка нагрева линии	7	Понижающие трансформаторы	35 кВ·А

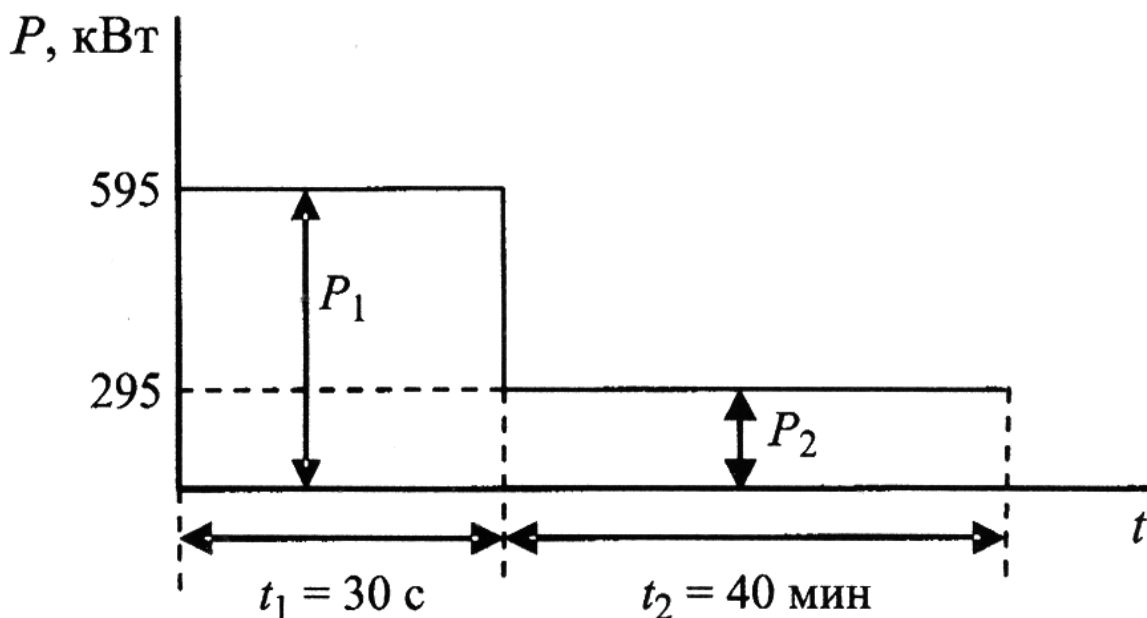


Рис. 1. Зависимость потребляемой мощности от времени

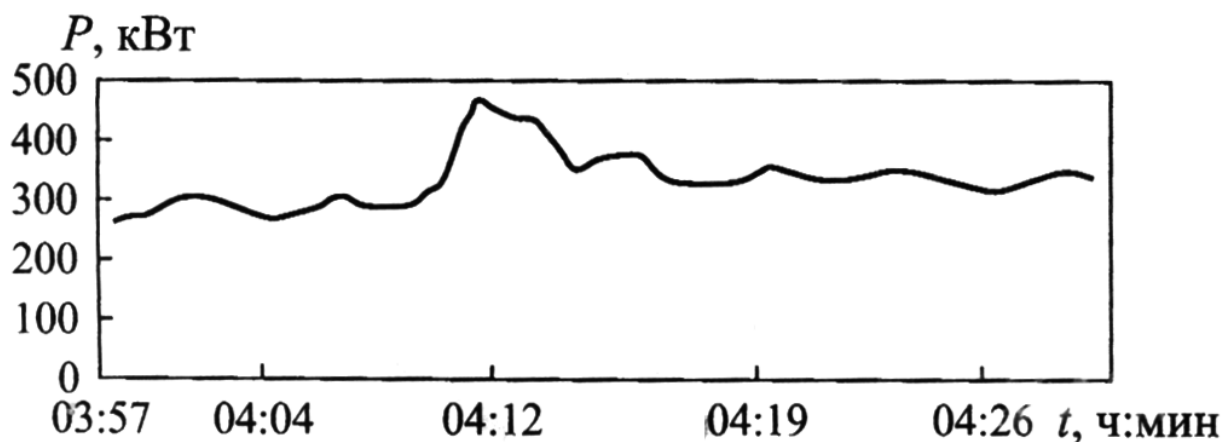


Рис. 2. Экспериментальная зависимость потребляемой мощности от времени

вах до 30 с; P_2 – мощность, необходимая для безаварийного завершения технологического процесса).

Однако суммарная мощность компонентов, заявленная в паспортах подключаемого оборудования, не дает объективной информации о потребляемой мощности и требует проведения дополнительных измерений. С целью определения необходимой максимальной мощности для реализации технологического процесса на линии EPL-50 были проведены измерения с помощью прибора

«Ресурс UF2M». В результате получена экспериментальная зависимость потребляемой мощности технологической линии от времени, одна из получасовых выборок которой приведена на рис. 2. Установлено, что максимальное значение полной потребляемой технологической линией мощности при производстве кабеля на напряжение 10 кВ составляет 450 кВт.

При создании СГЭ стоит учитывать, что продолжительность перехода питания на грузки с сети на резервный источник не

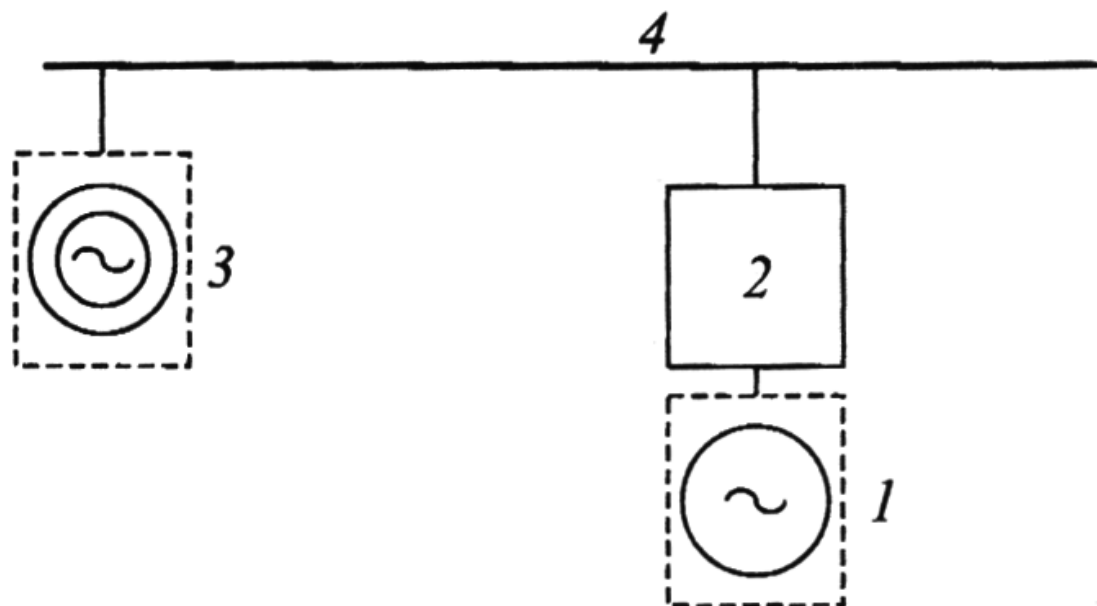


Рис. 3. Структурная схема гибридного источника

должна превышать допустимый перерыв в электроснабжении у самого чувствительного электропотребителя. На основе анализа характеристик электрооборудования по условию допустимых перерывов в питании предложен гибридный источник обеспечения бесперебойного электроснабжения, структурная схема которого приведена на рис. 3. Она включает следующие основные компоненты: систему централизованного электроснабжения 1; источник бесперебойного питания (ИБП) 2, который должен обеспечивать бесперебойное электроснабжение оборудования при кратковременных перерывах; электрогенераторную установку 3, способную обеспечить безаварийное завершение технологического процесса; шину переменного тока 4.

Ниже приведены составляющие экономического ущерба, тыс. руб., от возможных перебоев в электроснабжении линии EPL-50 при двух отключениях электроэнергии за год (по данным технической службы ОАО «Севкабель»):

– упущенная выгода (маржинальная прибыль) – 1346;

– стоимость всего брака – 3581;
– в том числе возврат из стоимости брака – 383.

Итого с учетом возврата – 3198.

Вместе с зарплатой (56 тыс. руб.) ущерб составляет 4600 тыс. руб.

Для обеспечения бесперебойного электроснабжения этой линии требуется СГЭ, состоящая из ИБП мощностью 600 кВт·А с блоком аккумуляторных батарей, позволяющих резервировать электроснабжение в течение 30 с, и электрогенераторной установки мощностью 295 кВт, выполняющей функцию источника электроэнергии для безаварийного завершения технологического процесса. Затраты на приобретение и установку СГЭ составят около 9 млн руб., а срок окупаемости – 2 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свириденко О.В., Щетинин А.А. Основные направления развития малой энергетики в Российской Федерации. – Энергонадзор информ, 2008. № 2.
2. Кривошапка И. К высокому напряжению готовы! – Энергетика и промышленность России, 2007. № 8.

УДК 621.3.05

НОВЫЙ ПОДХОД К РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ЛЮБЕРЕЦКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Э.А. Киреева,

канд. техн. наук, МЭИ (ГТУ)

Е.В. Трофимова,

инж., МГУП МВК

E-mail: eakireeva@mail.ru

Аннотация. Новые методы подхода к ремонту энергетического оборудования потребовали использования современных диагностических средств.

Summary. New methods of approach to repair of power equipment required usage of modern diagnostics means.

Ключевые слова: ремонт, электрооборудование, система ППР, очистные сооружения, средства диагностики, восстановление ресурса.

Keywords: repair, electrical equipment, system of scheduled maintenance, purifying plants, diagnostics means, resources recovery.

Основными задачами энергетической службы предприятия являются:

- обеспечение надежного, бесперебойного и безопасного снабжения всеми видами энергии;
- ремонт энергетического оборудования и его текущая эксплуатация;
- работы, связанные с внедрением мероприятий по экономии энергоресурсов;
- модернизация энергетического оборудования.

Ежегодно на ремонт электрооборудования расходуются огромные средства, ремонтными работами занят достаточно большой штат сотрудников. Поэтому важно повышать экономичность ремонтного производства.

Ремонт машин и других элементов основных фондов является необходимым производственным процессом с современной техникой. На Люберецких очистных сооружениях (ЛОС) поддержание оборудования

в работоспособном состоянии, восстановление его важных характеристик, улучшение эксплуатационных качеств, повышение экономической эффективности его использования достигается при помощи системы планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Сущность этой системы заключается в предотвращении прогрессивного износа оборудования проведением профилактических осмотров и различных видов ремонтных работ, чередование и периодичность которых зависят от особенностей агрегата и условий его эксплуатации.

Как известно, система ППР предусматривает следующие виды работ по обслуживанию и ремонту техники:

- межремонтное техническое обслуживание;
- текущий ремонт;
- капитальный ремонт.

В статье рассмотрены некоторые аспекты текущего ремонта электрооборудования.

Как известно, текущий ремонт – это разновидность планового ремонта, осуществляемого в процессе эксплуатации для обеспечения исправности и работоспособности оборудования (сетей) до очередного ремонта и состоящего в замене или восстановлении изношенных деталей, узлов (участков

сети), регулировке механизмов, проведении профилактических мероприятий, устранении отдельных неисправностей.

Согласно плану ППР, например, в цехе обработки осадка (ЦОО) Люберецких очистных сооружений в апреле 2009 г. из имеющегося в наличии электрооборудования текущему ремонту подлежало следующее оборудование (табл. 1).

Применяемый в настоящее время Сборник единых норм времени на выполнение работ по ремонту одноименного энергетического оборудования по МГУП «Мосводоканал» определяет:

1. Состав звена, выполняющего текущий ремонт (в рассмотренном примере – электродвигателей): электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования 5 разр. – 1 чел, 4 разр. – 1чел.

2. Содержание работ при текущем ремонте электрических машин.

Это все операции технического обслуживания и, например, для электродвигателей асинхронных с короткозамкнутым ротором:

- частичная разборка электродвигателя;
- проверка исправности работы и крепления вентиляторов;
- проточка шеек вала ротора и ремонт «беличьей клетки» (при необходимости);
- проверка зазоров;

Таблица 1

Оборудование ЦОО, подлежащее текущему ремонту

Наименование оборудования	Трудозатраты, чел/час
Станок наждачный ТШ-1, эл. двигатель, Р = 0,27 кВт, 1400 об./мин.	28,51
Насос ФНГ 450/22,5, эл. двигатель А250S4Y3, Р = 75 кВт, 1410 об./мин.	69,6
Насос дренажный СДВ 80/18, эл. двигатель АИРМ132М4, Р = 7,5 кВт, 1420 об./мин.	37,7
Метантенки 1 гр, мешалка SKABA, эл. двигатель FAF127eD132, Р = 75 кВт, 1450 об./мин.	37,7
Метантенки 2 гр, инжектор, эл. двигатель 4ФХСВОУЗ, Р = 1,3 кВт, 1450 об./мин.	28,51
Скрубберная насосная станция – насос №3 ФНГ, 450/22,5, эл. двигатель 4AM280S6Y3, Р = 75 кВт, 980 об./мин.	69,6
Скрубберная насосная станция – электротельфер грузоподъемностью 1 т, Р = 0,3 кВт	28,51

- смена фланцевых прокладок и закладка смазки в подшипники качения;
- замена изношенных подшипников качения;
- промывка подшипников скольжения и при необходимости их перезаливка;
- восстановление заточек у щитов электродвигателя;
- сборка электродвигателя с испытанием на холостом и в рабочем режимах;
- проверка крепления машины и исправности заземления.

В целом по Люберецким очистным сооружениям складывается следующая картина ремонта: необходимые трудозатраты в год для выполнения графика ППР (включая техническое обслуживание) составляют 298 790 чел.-час и, соответственно, 149 человек персонала при имеющихся 53 человеках в штате. Таким образом, существующая система вызывает определенные трудности при проведении планово-предупредительных ремонтов.

Сложившийся в стране экономический кризис привел к полной или частичной остановке многих производств, потере до 60% квалифицированного энергоремонтного персонала, большой процент ремонтных рабочих составляют лица пенсионного и предпенсионного возраста. В нынешних условиях уже нельзя больше оправдывать сверхнормативные ремонты. Восстановление ресурса оборудования должно происходить путем массовой замены неисправных узлов и агрегатов. Заводы-изготовители должны быть заинтересованы в расширенном производстве и реализации своей продукции и, несомненно, пойдут на активнейшее участие в ремонте своего оборудования (так называемое фирменное обслуживание). Кроме того, для ряда оборудования применяется стратегия замен (ремонтов) элементов после отказа, которая самореализуется в виде неплановых ремонтов оборудования.

Поэтому, применяя новые методы подхода к ремонту энергетического оборудо-

вания, можно решить ряд проблем, диктуемых современными условиями. Так, внедрены в эксплуатацию приборы, позволяющие производить диагностические обследования оборудования во включенном состоянии.

К ним относятся следующие:

1. Thermopoint 2/3/6 – прибор для бесконтактного измерения температуры (пирометр). Так как измерение производится бесконтактным методом, можно контролировать горячие, вредные и труднодоступные объекты, не подвергаясь опасности, не загрязняя контролируемый материал, не повреждая поверхность объекта. Прибор можно применять для технического обслуживания электрооборудования, систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха промышленных установок. Различные модели пирометра, обеспечивающие точные измерения температур в интервалах от –18 до 400°C, от –32 до 400°C, от –20 до 500°C, оснащены дополнительными функциями. Все модели отличаются прочной и надежной конструкцией.

2. Thermo Tracer – TH710MX/7102WX – инфракрасные камеры; модели оснащены функциями анализа изображений и измерения температуры.

3. Портативный компьютерный термограф IRTIS-200 (Россия).

Выделение тепла в электрооборудовании, связанное с потерями энергии, позволяет использовать инфракрасное излучение в целях диагностики. Термографическому сканированию подвергаются поверхность бака трансформатора, вводы, контактные соединения, элементы системы охлаждения и др.

По полученным термограммам можно идентифицировать ряд дефектов, таких как: наличие застойных зон масла; неправильная или неэффективная работа системы охлаждения; локальные нагревы элементов конструкции; ухудшение состояния контактных соединений; ухудшение изоляции высоковольтных вводов и трансформаторов тока; возникновение короткозамкнутых контуров и некоторые другие.

Использование приборов диагностики электрооборудования позволяет:

- оценивать общее состояние электрооборудования;
- своевременно локализовывать местные дефекты и, таким образом, предупреждать аварийные ситуации, связанные с большим экономическим ущербом;
- прогнозировать ресурс и нагрузочную способность электрооборудования.

4. Индикатор дефектов трехфазных обмоток ИДО-4.

5. Индикатор дефектов подшипников электрических машин ИДП-02.

Индикатор предназначен для контроля работоспособности подшипников качения электрических машин и обеспечивает оценку:

- износа дорожек и тел качения;
- режима смазывания тел качения.

Индикатор позволяет осуществлять качественный анализ состояния подшипников на работающей машине при номинальной нагрузке.

Контролируемый параметр – интенсивность вибрации подшипников.

Контролируемый диапазон частот, Гц:

- при оценке износа дорожек и тел качения – 500–1200;
- при оценке режима смазывания тел качения – 8000–8500;

6. «Агат» – универсальный виброизмерительный прибор, позволяющий проводить измерение общего уровня вибрации, амплитуды/фазы первой гармоники, выполнять спектральный анализ вибросигналов и их форм. Имеется возможность диагностики подшипников качения методом измерения пик-фактора и анализа спектра и формы огибающей вибросигнала. Прибор позволяет получить одно- и двухканальные характеристики (разгон/выбег) по первой гармонике от оборотного сигнала. Прибор незаменим при отладке оборудования после ремонта.

Программное обеспечение подобных приборов позволяет быстро устранять возникающие дефекты.

На Люберецких очистных сооружениях в эксплуатации находятся диагностические приборы ИДО-05, ИДП-02, «Агат-М», «Успех АТГ-209», которым с точки зрения эксплуатации можно дать соответствующую оценку.

Достоинствами этих приборов являются:

- сокращение трудо- и эксплуатационных затрат;
- наличие информации о состоянии оборудования в текущий момент времени;
- возможность заблаговременного планирования устранения неполадок.

Однако применение системы диагностирования этими приборами имеет ряд недостатков:

- необходимы большие капитальные затраты на приобретение приборов диагностики, а главное – системы обработки данных и программного обеспечения;
- низкая надежность некоторых приборов диагностики и узкая их номенклатура. Так, индикаторы, эксплуатирующиеся на ЛСА, могут выдавать ложную информацию;
- высокие затраты на обслуживание приборов диагностики и их поверку. Например, в 2009 г. по договору на техническое обслуживание индикаторов, находящихся на турбовоздуховодах в количестве 6 шт., было перечислено исполнителю почти 418 тыс. руб.

В современных условиях основная тенденция в планировании и организации ремонта характеризуется переносом всей ответственности за техническое состояние оборудования непосредственно на предприятия, поэтому наилучшие результаты дает сочетание различных систем технического обслуживания и ремонта.

Далее приведены краткие характеристики некоторых диагностических устройств, применяемых в МГПУ МВК.

а) ИДО-05 представляет собой портативный прибор, предназначенный для контроля трехфазных обмоток электрических машин, обеспечивающий обнаружение межвитковых замыканий; обрывов проводников; неправильного соединения схемы обмотки;

неудовлетворительного состояния изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками.

ИДО-05 позволяет выявлять дефекты трехфазной обмотки машины напряжением до 1 кВ без демонтажа и разборки последней (табл. 2).

б) АГАТ-М является современным двухканальным анализатором параметров вибрации, а также лучшим в своем классе прибором для проведения 2-плоскостной динамической балансировки вращающегося оборудования (табл. 3).

Отличительной особенностью анализатора АГАТ-М является наличие функции экспресс-диагностики подшипников качения, которая по однократному замеру позволяет определить дефекты монтажа, зарождающиеся дефекты подшипников, а также степень их износа.

Для контроля и анализа вибрации газоперекачивающих агрегатов, нефтяных насосов и другого оборудования, установленного во взрывоопасных помещениях категорий В-1а, В-1б, В-1г, прибор может поставляться во взрывозащищенном исполнении с уровнем взрывозащиты «Повышенная на-

дежность»; маркировка взрывозащиты – 2ExnLIICT4X.

в) ИДП-02 – индикатор, предназначенный для контроля работоспособности подшипников качения электрических машин и обеспечивающий оценку износа дорожек и тел качения; режима смазывания тел качения. Индикатор позволяет осуществлять качественный анализ состояния подшипников на работающей машине при номинальной нагрузке (табл. 4).

г) «Успех АТГ-209» – комплект трассопоисковый, предназначен для определения местоположения и глубины залегания скрытых коммуникаций (силовые и сигнальные кабели, трубопроводы) на глубине до 5 м и удалении до 3 км от места подключения генератора, определения мест повреждения кабельных линий, обследования участков местности перед проведением земляных работ, проведения работ по поиску скрытой проводки, а также для обнаружения мест разгерметизации трубопроводов на глубине до 6 м.

Комплект обнаруживает кабели под напряжением пассивным методом, определяет места положения обесточенных силовых

Таблица 2

Технические характеристики прибора ИДО-05

Параметры	Значение
Выходной переменный ток при измерении коэффициента несимметрии Кн: – действующее значение, мА – частота, кГц	1,5±0,15 1,0±1
Чувствительность (величина Кн при замыкании одного витка в фазе), %, не менее	5
Выходное постоянное напряжение при проверке состояния изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками, В	1000±100
Питание	Автономное или от внешнего блока питания
Напряжение питания, В	7–1,2+1,6
Потребляемая мощность, Вт, не более	3
Габариты, мм	205×80×50
Масса, кг, не более	0,5

Таблица 3

Технические характеристики анализатора параметров вибрации АГАТ-М

Параметры	Значение
Количество измерительных каналов	2
Частотный диапазон, Гц	2...10000
АЦП	14 бит
Интегрирование	Аналоговое одинарное и двойное
Входы	Два измерительных, вход подключения отметчика
Количество линий спектра	100, 200, 400, 800
Режимы запуска	Сводный, от отметчика, от сигнала
Длина выборки сигналов	256, 512, 1024, 2048
Число точек на характеристике	100
Общий объем памяти/область данных памяти/ПО	2 Мбт/1,5 Мбт/0,5 Мбт
Дисплей	Низкотемпературный, жидкокристаллический 128×128 точек с подсветкой
Скорость обмена с ПК, бод	Программируемая: 9600...115200
Питание	Встроенный аккумулятор 1,6 А·ч; сетевой блок питания
Длительность работы от аккумуляторов, ч	Не менее 6
Размеры, мм	220×110×38
Масса прибора/комплекта, г	880/6400

Таблица 4

Технические характеристики индикатора ИДП-02

Параметры	Значение
1	2
Контролируемый параметр	Интенсивность вибрации подшипника
Контролируемый диапазон частот, Гц:	
– при оценке износа дорожек и тел качения	500–1200
– при оценке режима смазывания тел качения	8000–8500
Динамический диапазон, дБ	80±2
Индикация	Световая
Питание	Автономное
Напряжение питания, В	7,2±2 (6 элементов Д-0,26Д)
Потребляемая мощность, Вт	Не более 0,5
Габаритны, мм	220×80×50
Масса, кг	Не более 0,8

1	2
Рабочее положение	Произвольное
Средний полный ресурс, ч	Не менее 60 000
Средний полный срок службы, лет	Не менее 12
Нормальные климатические условия:	
– температура окружающего воздуха, °C	Плюс 25±10
– относительная влажность воздуха, %	45–80

кабелей, кабелей телеметрии, связи и трубопроводов активным методом, а также обнаруживает утечки жидкостей, теплоносителей, находящихся под слоем грунта в канальной и бесканальной прокладке.

В состав комплекта входят: генератор АГ-102, приемник АП-005, электромагнитный датчик ЭМД-227, рамочная антенна ИЭМ-301 и акустический датчик АД-200.

Таким образом, используя современные диагностические средства, позволяющие проводить контроль электрооборудования, можно определить фактическое его состояние и тем самым решить вопросы, связанные с выводом этого оборудования в ремонт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сборник единых норм времени на выполнение работ по ремонту одноименного энергетического оборудования по МГП «Мосводоканал». 2002.
2. Колпачков В. И., Ящура А. И. Производственная эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт энергетического оборудования (справочник). М., 1999.
3. Руководство по эксплуатации ИДП-02.00.000. РЭ.
4. Инструкция по эксплуатации виброизмерительного прибора «Агат».
5. Рекламный буклет ОАО холдинговая компания Электрозавод «Диагностика трансформаторов и реакторов».

КОМПАНИЯ «ИНТЕР РАО ЕЭС» ДОГОВОРИЛАСЬ О ПОСТАВКАХ ОБОРУДОВАНИЯ НА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ В БРАЗИЛИИ

Госэнергохолдинг «ИнтерРАО» расширил свое присутствие в странах Латинской Америки, договорившись о поставках оборудования на гидроэлектростанцию в Бразилии, передает Reuters. Осуществляющая активную экспансию за рубеж ИнтерРАО подписала контракт с бразильской компанией ENERGI Power на поставку электротехнического оборудования на ГЭС Санто Антонино, говорится в сообщении российского холдинга. Для исполнения контракта энергоконцерн ищет партнера и объявил открытый сбор предложений, которые будет принимать до февраля 2010 г. Деталей контракта с Бразилией компания не дала, официальный представитель Интер РАО отказался привести подробности. Договоренности о поставках техники в крупнейшее государство Латинской Америки станет очередным проектом российского холдинга на территории южноамериканского континента. За последний год Интер РАО успела договориться об участии в строительстве трех ГЭС в Боливии, подписала соглашение с Венесуэлой об изучении использования нефтяного кокса в электроэнергетике, о строительстве энергоустановок на Кубе и развитии гидро- и геотермальной энергетики в Никарагуа, а также о поставке оборудования в Эквадор с возможным строительством ГЭС в этой стране.

РосФинКом

УДК 621.3.05

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

E-mail: info@energo-info.ru

Аннотация. Растет количество технологических нарушений в работе оборудования, в том числе КЗ. Для обеспечения взрывозащищенности оборудования его необходимо испытывать по специальным методикам.

Summary. Quantity of technological failures in operation of equipment including short circuits increases. To provide explosion safety of equipment it should be tested by special methodologies.

Ключевые слова: повреждаемость, причины, обеспечение взрывобезопасности, новая методика испытания.

Keywords: damaging, reasons, provision of explosion safety, new testing methodology.

Анализ повреждаемости парка трансформаторов и автотрансформаторов классов напряжения 110–500 кВ мощностью 63 МВА и более, эксплуатируемых на предприятиях электрических сетей, включая межсистемные сети России, за период с 1998 по 2002 г. показывает, что удельное количество технологических нарушений в работе указанных трансформаторов, приведших к их отключению действием автоматических защитных устройств или вынужденному отключению персоналом по аварийной заявке, составляет 1,8% в год.

При этом около 30% от общего числа этих технологических нарушений сопровождались возникновением внутренних коротких замыканий в трансформаторе [1].

Основными причинами технологических нарушений, сопровождавшихся внутренним коротким замыканием в трансформаторе, являются (в % от общего количества повреждений трансформаторов, сопровождавшихся внутренними короткими замыканиями) были:

- пробой внутренней изоляции высоковольтных вводов – 48%;

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

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

В соответствии с требованиями для обеспечения пожаробезопасности крупно-технологического маслonaполненного оборудования они должны оснащаться автоматическими системами водяного пожаротушения.

Автоматическими установками пожаротушения оснащаются:

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

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

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

Приведенные данные свидетельствуют о существовании проблемы в обеспечении взрывобезопасности и взрывозащищенности оборудования. Необходимость повышения взрывобезопасности и взрывозащищен-

ности высоковольтного маслonaполненного электрооборудования (ВМЭО) отражена в проекте «Основные положения (Концепция) технической политики в электроэнергетике России на период до 2030 года» и в «Положении о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС».

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

В основу испытаний на взрывобезопасность заложен метод инициирования электрической дуги во внутреннем объеме ВМЭО. Требования к этому методу представлены в стандарте МЭК 61869 (редакция 2007) «Измерительные трансформаторы».

Кроме этого существуют стандартизованные методы испытаний на взрывобезопасность для других видов основного оборудования:

- «Типовая методика испытаний вентилярных разрядников и ОПН на соответствие условиям безопасности»;
- Публикация МЭК 298 «Комплектные распределительные устройства переменного тока в металлической оболочке на номинальные напряжения от 1 до 72,5 кВ включительно».

В стандарте МЭК 61869 установлено требование: измерительные трансформаторы должны выдерживать определенные величины воздействия током КЗ определенного времени: значения токов КЗ: 1–1,25–1,6–2–2,5–3,15–4–5–6,3–8 кА (в определенных случаях до 10 кА) продолжительностью 0,1–0,2–0,3–0,5 с. В таблице 1 представлены значения токов КЗ и их продолжительность по требованиям, установленным в стандарте Франции, – EDF для оборудования напряжением 72,5–420 кВ.

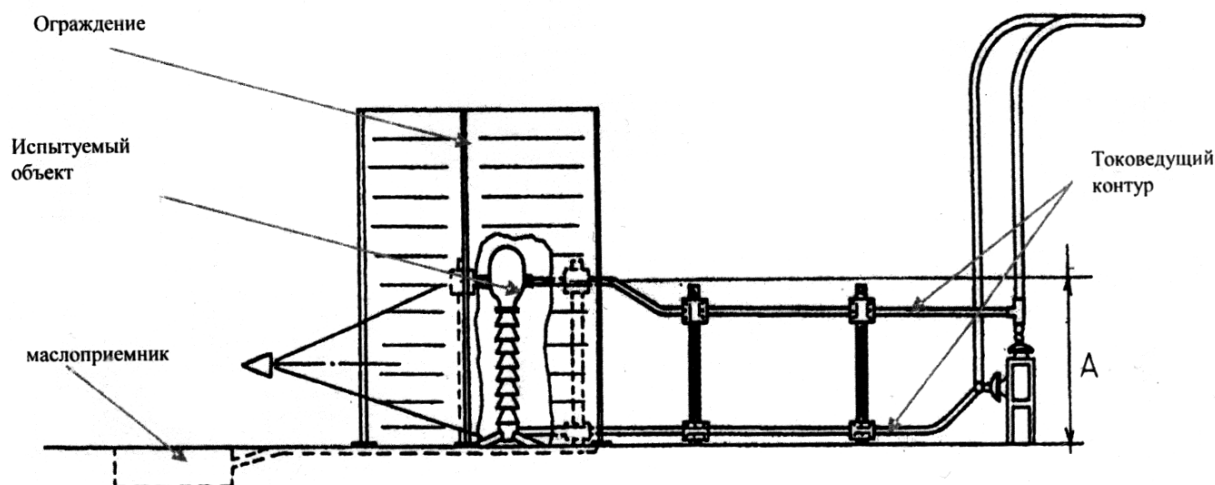


Рис. 1. Схема испытаний на взрывобезопасность

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

На рис. 1 представлена схема испытаний на взрывобезопасность измерительных трансформаторов согласно требованию стандарта EDF. Схема предполагает наличие мощного источника тока (ударный генератор или ударный трансформатор).

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

ного метода, является соблюдение автомобильности ударно-волновых процессов.

Методы испытания должны обеспечивать безопасность жизни и здоровья граждан, сохранность имущества физических и юридических лиц, экологическую безопасность, способствовать повышению надежности и работоспособности объектов электрических сетей с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В ходе создания альтернативного источника должны быть получены воспроизводимые данные по форме импульса высокого давления внутри объема высоковольтного МНЭО и скорости его распространения. Характеристики фронта высокого давления, создаваемого альтернативным источником в трансформаторном масле, должны быть аналогичны фронтам, возникающим при внутреннем КЗ в ВМЭО. ОАО «ФСК ЕЭС» совместно с институтами Российской академии наук проводит работы по созданию альтернативного метода испытания на взрывобезопасность ВМЭО в рамках целевой научно-исследовательской программы «Взрывобезопасность». Предварительная оценка технико-экономических показателей позволяет рассчитывать на значительное снижение затрат при проведении испытаний на взрывобезопасность ВМЭО по новой методике.

По материалам журнала «Энерго-инфо»

УДК 621.31

ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ В ЦИФРОВЫХ АСКУЭ

А.Л. Гуртовцев,

канд. техн. наук, РУП «БелТЭИ», Минск

E-mail: haff@beltei.by

Аннотация. Рассмотрены вопросы выполнения синхронных измерений электроэнергии и мощности в цифровых АСКУЭ. Показано существенное различие между числоимпульсными и цифровыми АСКУЭ в отношении синхронных измерений. Рассмотрены особенности современных микросхем высокоточных цифровых часов. Проанализированы различные варианты синхронизации шкал времени цифровых измерительных каналов в цифровых АСКУЭ от источников сигналов точного времени.

Summary. An article considers questions of execution of synchronous measuring of electrical energy and power in digital automatic system for commercial accounting of power consumption. It shows significant difference between pulse-count and digital automatic system for commercial accounting of power consumption in relation of synchronous measuring. An article considers peculiarities of modern integrated circuits of high-accuracy digital clocks. Various versions of synchronization of time scales of digital measuring channels in digital automatic system for commercial accounting of power consumption from signal sources of exact time were analyzed.

Ключевые слова: цифровые АСКУЭ, учет электроэнергии, счетчики, синхронные измерения, измерения времени, точность хода часов, временные интервалы.

Keywords: digital automatic system for commercial accounting of power consumption, energy accounting, synchronous measuring, time measuring, accuracy movement, time intervals.

Современные АСКУЭ в электроэнергетике и у потребителей являются масштабными системами, выполняющими одновременно измерение и учет электрической энергии и мощности во многих территориально распределенных точках электросети. Все эти системы должны работать в реальном времени и обеспечивать его пра-

вильное определение как по всем точкам учета, так и для всей иерархии тех временных интервалов, за которые измеряются и рассчитываются значения мощности и энергии.

Проблемы и решения метрологии таких измерений во времени рассматриваются в данной статье.

**РУЧНОЙ СЪЕМ
ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ**

С появлением в конце XIX столетия первого электромеханического счетчика электрической энергии (патент на индукционный счетчик был выдан в 1889 г.) учет электроэнергии на электростанциях, промышленных предприятиях и в быту проводился путем регулярного списывания инспектором или потребителем показаний счетных механизмов (с дисплея) счетчиков и занесения их в учетный документ с последующим вычислением по ним расхода электроэнергии за расчетный период времени.

Так как потребление электроэнергии отдельными абонентами было тогда относительно невелико, то вплоть до 30-х годов XX века счетные механизмы счетчиков имели всего три десятичных знака до запятой (к середине 30-х годов их количество увеличилось до четырех, а во второй половине века – до нынешних пяти цифр) и один-два знака после запятой (класс точности массовых счетчиков – 2,5 или 3,0). Такие счетчики вели однотарифный накопительный учет электроэнергии, потребленной за расчетный период (месяц). Расход электроэнергии за этот период вычисляли как разность между последним и предыдущим показаниями счетчиков, снятыми в конце соответствующих периодов.

Точность привязки показаний счетчиков к реальному времени зависела от исполнительности потребителей. Фактически временная погрешность месячного учета могла достигать нескольких суток или в лучшем случае нескольких часов, т.е. находилась в диапазоне от 1 до 10% и более, иногда превышая в несколько раз погрешность учета электроэнергии счетчиком. Если на объекте учета было установлено несколько территориально удаленных друг от друга счетчиков, суммарная временная погрешность учета по объекту в целом могла быть еще выше за счет затрат времени на обход точек учета для снятия показаний. И сейчас многие бытовые потребители снимают (и оплачивают)

показания своих счетчиков с задержкой на 2–3 недели после окончания расчетного периода, т.е. с временной погрешностью 50% и более. Общие требования к индукционным счетчикам, включая их терминологию, регламентируются стандартами.

Уже в 30-е годы прошлого столетия в индустриально развивающихся странах из-за нехватки генерирующих мощностей возникла проблема управления потребительским спросом на электроэнергию посредством тарифов, дифференцированных по зонам суток. В Европе, в частности в Германии, стали использовать для крупных промышленных потребителей трехфазные счетчики с двумя счетными механизмами. Один из механизмов использовался для фиксации электроэнергии, потребленной в часы дневного высокого тарифа НТ (Н-Hoch), а другой – в часы ночного низкого тарифа NT (N-Niedrig). Переключение счетного механизма с одного тарифа на другой осуществлялось с помощью внешних специальных электромеханических или электрических часов (работа современных переключателей по времени регламентируется стандартом. Таким образом, в приборном учете впервые измерения количества электроэнергии автоматически привязывались к часам, размещаемым вне индукционных счетчиков. Но и для таких приборов сохранился прежний принцип ручного считывания показаний в конце расчетного периода.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СЪЕМ
ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ
В ЧИСЛОИМПУЛЬСНЫХ АСКУЭ**

Идея и технические средства для автоматизированного дистанционного считывания показаний счетчиков известны с тех пор, как появились сами счетчики. Но практическая реализация таких систем началась в промышленно развитых странах только в 70–80-е годы прошлого столетия, когда появились интегральные технологии. В бывшем СССР основой автоматизации учета электрической энергии стали автоматизирован-

ные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Толчком к созданию стало введение в 1968 г. двухставочного тарифа для крупных промышленных потребителей. В соответствии с ним устанавливались основная плата за заявленную максимальную мощность потребителя в часы пик энергосистемы и дополнительная плата за потребление электроэнергии за расчетный период. В связи с этим впервые возникла задача измерения фактической совмещенной электрической мощности потребителя, т.е. усредненной мощности по каждому получасу реальной шкалы времени (ШВ), суммируемой по всем точкам коммерческого учета.

Типичная двухуровневая структура АСКУЭ того времени (рис. 1) содержала на нижнем уровне индукционные счетчики с встроенными телеметрическими датчиками импульсов Д, а на верхнем уровне – специализированные измерительные информаци-

онные системы учета и контроля электроэнергии ИИСЭ. Счетчики совместно с измерительными трансформаторами тока и напряжения (на рис. 1 они не показаны) составляли измерительные каналы. Принцип передачи измерительной информации от счетчика к системе заключался в преобразовании аналоговой величины (угла поворота диска индукционного счетчика $\Delta\phi$), пропорциональной измеренному за интервал времени Δt кванту электроэнергии ΔE , в дискретную величину – количество импульсов $N = K\Delta\phi = KC\Delta E$, где K – количество счетных меток, нанесенных на диск; C – постоянная счетчика, об./($\text{кВт}\cdot\text{ч}$), т.е. количество полных оборотов диска, приходящихся на 1 $\text{кВт}\cdot\text{ч}$ измеренной счетчиком электроэнергии. Очевидно, что каждый i -й импульс соответствует измеренному кванту энергии $\Delta Ei = KC\Delta E/N$, а количество энергии пропорционально количеству импульсов: $\Delta E = N/(KC)$. Такой прин-

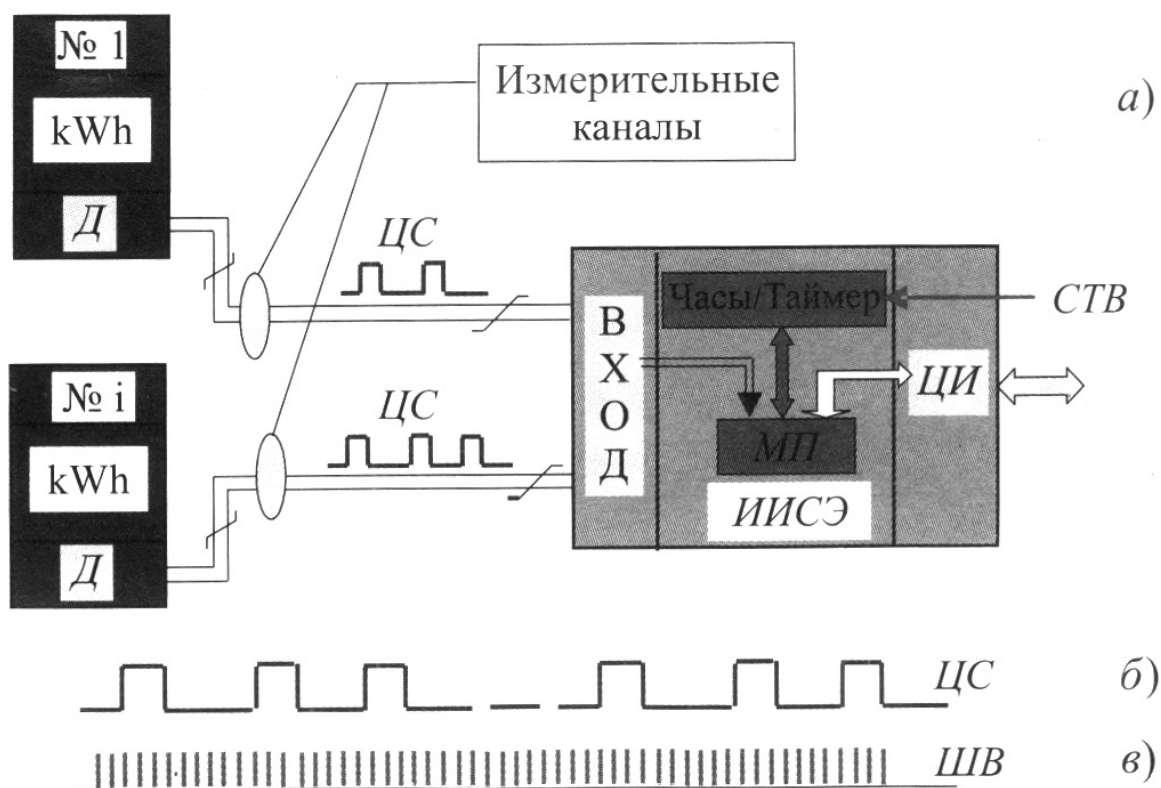


Рис. 1. Структура числоимпульсной АСКУЭ (а), временная диаграмма (б) и метки времени (в): МП – микропроцессор; Д – датчик импульсов; ЦС – цифровой сигнал; ЦИ – цифровой интерфейс; СТВ – сигнал точного времени; ШВ – шкала времени

цип передачи измерительной информации от счетчика к системе получил название числоимпульсного, а сами системы – числоимпульсные АСКУЭ.

В этих АСКУЭ процесс измерения электроэнергии не заканчивается в счетчиках (в измерительных каналах), так как при дистанционном съеме показаний счетчика на его интерфейсном выходе представлено не «значение физической величины», а измерительный сигнал, т.е. «сигнал, содержащий количественную информацию об измеряемой физической величине». Из данного сигнала еще необходимо выделить измерительную информацию, т.е. «информацию о значениях физических величин», и именно это выделение и происходит в системе ИИСЭ. Она содержит микропроцессор *МП* с памятью и встроенные часы/таймер, к ШВ которых привязывается формирование числовых результатов измерений энергии и мощности за требуемые интервалы времени (3 мин., 30 мин., сутки и т.д.). Основные измерительные функции ИИСЭ состоят в том, чтобы формировать системную ШВ и принимать в ее масштабе от счетчиков-датчиков телеметрические импульсы, накапливать их по интервалам времени в своей памяти, преобразовывать неименованную числоимпульсную каналную измерительную информацию в именованную – энергию и мощность (с учетом постоянных счетчиков и канальных коэффициентов трансформации), алгебраически суммировать каналную информацию по группам с целью нахождения совмещенных мощностей и потребления энергии по объекту учета в целом.

В числоимпульсных АСКУЭ независимо от наличия или отсутствия встроенных часов в счетчиках-датчиках (в таких системах помимо индукционных позднее стали применяться и электронные счетчики с телеметрическими выходами) привязка всех цифровых сигналов измерений от каждого счетчика к единой ШВ осуществляется только в ИИСЭ. Для синхронизации ШВ системы с астрономическим временем уже в середине 80-х го-

дов использовались сигналы точного времени (СТВ), передаваемые по радиостанции «Маяк» в начале каждого часа в виде «шести точек» (соответствующий модуль ИИСЭ принимал эти сигналы с низкочастотного выхода радиоприемника и корректировал время в системе) [7].

Таким образом, цифровые результаты измерений энергии и мощности в числоимпульсных АСКУЭ формируются не в счетчиках-датчиках (не в измерительных каналах), а в системе ИИСЭ, с выходного цифрового интерфейса которой цифровые результаты могут передаваться для дальнейшего использования в вычислительные сети. Поэтому двухуровневая числоимпульсная АСКУЭ в целом, включая измерительные каналы и системы типа ИИСЭ, должна рассматриваться как средство измерений со всеми вытекающими из этого последствиями. До сегодняшнего дня во всех странах СНГ, включая Россию, Беларусь и Украину, применяется большое количество таких АСКУЭ, созданных в последние два десятилетия. Но их уже сменяют цифровые АСКУЭ.

ЦИФРОВЫЕ АСКУЭ

Понятие и принципы построения цифровых АСКУЭ существенно отличаются от числоимпульсных АСКУЭ в функциональном и метрологическом отношениях и поэтому противопоставляются им. Основой таких систем стали цифровые измерительные каналы (ЦИК) – «измерительные каналы, на выходе которых результаты измерений представлены в виде цифровых результатов».

Результат измерения физической величины – это «значение величины, полученное путем ее измерения», а значение физической величины – «выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц. Числовое значение физической величины – «отвлеченное число, входящее в значение величины». Вместе с тем в многолетней метрологической практике, относящейся к измерительным системам, наряду с числовым результа-

том измерения стали рассматривать как результат и измерительный сигнал. Действительно, измерительный сигнал содержит количественную информацию об измеряемой величине, но эта информация скрыта в нем, и для ее выделения необходимо с сигналом провести ряд дополнительных измерительных операций. Именно поэтому измерительный сигнал как результат измерения принципиально отличается от числового результата измерения, который только и можно рассматривать как факт окончания самого процесса измерения и начала перехода к использованию его результата в средствах неизмерительного назначения.

Для лучшего понимания числового результата измерения как конца процесса измерения введено новое понятие цифрового результата измерения физической величины. Это – «числовое значение физической величины, полученное путем ее измерения, представленное в позиционной системе счисления в виде приближенного рационального числа заданного формата с известными точностью представления и достоверительной вероятностью». В современных технических системах такие результаты представляются в двоичной, восьмеричной, шестнадцатеричной, двоично-десятичной или десятичной системе счисления и в формате числа с фиксированной или плавающей запятой. Данное определение цифрового результата измерений четко ограничивает его от иных результатов измерений, включая измерительные сигналы или стрелочные отсчеты, с получением которых процесс измерения еще не может быть признан завершенным.

В соответствии с понятием цифрового результата определяются и все другие метрологические и технические понятия: цифровое измерение – «измерение физической величины, результат которого представляется в виде цифрового результата», цифровое средство измерений – «средство измерений, выполняющее цифровое измерение», цифровая измерительная система – «сово-

купность цифровых измерительных каналов и иных технических средств неизмерительного назначения, объединенных единым алгоритмом функционирования, предназначенная для измерений, а также выполнения иных операций неизмерительного назначения над цифровыми результатами измерений с целью определения цифровых значений одной или нескольких физических величин или их функций».

Введение понятия цифрового результата измерения требует пересмотра ряда других ранее широко использовавшихся понятий метрологии, например понятия косвенного измерения – «определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной». Это понятие сформировалось и действовало в период аналоговых измерений, когда их результатом становилось не число, а измерительный аналоговый или цифровой сигнал. С переходом к цифровым результатам измерений любые их функции уже не являются измерительными, а становятся вычислительными. Следовательно, для цифровых измерений понятие косвенного измерения теряет смысл (но сохраняет его для результатов измерений, представленных сигналами). Поэтому необходим соответствующий пересмотр прежних понятий метрологии, основанный на учете требований современных цифровых информационных технологий, которые, в частности, легли в основу создания цифровых АСКУЭ.

Цифровая АСКУЭ определяется как «цифровая измерительная система, использующая в качестве основного средства измерения в составе каждого своего цифрового измерительного канала электронный счетчик с встроенной в него цифровой базой данных и с внешним доступом к ней по цифровому интерфейсу и/или цифровому табло». Для этих АСКУЭ все измерения электроэнергии и мощности заканчиваются на выходе ЦИК, точнее, на цифровом вы-

ходе электронного счетчика. Далее готовые цифровые результаты измерений используются в цифровых операциях неизмерительного назначения: передачи, хранения, обработки, отображения, документирования и распространения цифровых данных. Технические средства неизмерительного назначения, надстроенные поверх ЦИК, оперируют с цифровыми результатами измерений и при некорректной работе могут их исказить. Но, во-первых, вопрос о том, как использовать результаты измерений, не относится к самим измерениям и обеспечению их единства, а, во-вторых, правильную работу средств неизмерительного назначения можно обеспечить за счет контроля их неизмерительных, но точностных характеристик в операциях цифровой проверки, цифровой экспертизы, цифровой аттестации и других аналогичных операциях.

Если вопросы цифровых преобразований в цифровых измерительных системах и цифровых АСКУЭ уже подробно рассмотрены в ряде работ и со стороны метрологов не могут быть оспорены по существу, то работа цифровых АСКУЭ в едином масштабе времени требует отдельного анализа. Большинство возражений против рассмотрения цифровых АСКУЭ в виде совокупности средств измерительного и неизмерительного назначения сводится к тому, что все эти средства должны работать в едином масштабе времени, и, следовательно, измерять время, а это якобы автоматически превращает их все если не в средства измерений энергии и мощности, то в средства измерений времени. Прежде чем перейти к анализу работы цифровых АСКУЭ во времени, рассмотрим основные понятия из области измерения времени и частоты.

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Время выражает длительность бытия и последовательность смены состояний всех материальных систем и процессов в мире (оно не существует само по себе, вне ма-

териальных изменений). Измерение времени основано на наблюдении (в астрономии) или осуществлении (в технике) периодически повторяющихся процессов одинаковой длительности – равномерных или квазиравномерных. Для измерения и хранения времени применяют различные часы, которые являются приборами отсчета времени и в своей основе используют постоянные периодические физические процессы – колебания маятника, кварца, переход атомов из одного энергетического состояния в другое и т.п. Измерение времени, т.е. его длительности, сводится к измерению числа периодов используемого процесса, приходящихся на измеряемую длительность: чем больше частота процесса, тем на большее количество частей можно разделить эту длительность и тем точнее ее измерить. Современный международный стандарт времени и частоты реализован в атомных квантовых часах, основанных на частоте спектральной линии атома цезия-133 (сконструированы в США в 1949 г., их точность сегодня достигла $+5 \cdot 10^{-16}$ с, т.е. 1 с за 70 млн лет; в 2000 г., созданы экспериментальные атомные часы на ионе ртути, точность которых в 6 раз выше). В 1967 г. цезиевый стандарт был принят за основу при определении единицы времени «секунда» в Международной системе единиц SI.

Основные понятия, связанные с временем и частотой, определяются межгосударственным стандартом: события – «положение события во времени», интервал времени – «время, истекшее между моментами двух событий», шкала времени – «непрерывная последовательность интервалов времени определенной длительности, отсчитываемая от начального момента (для ШВ устанавливают условный нуль, единицу величины и порядок корректировки)», координированные ШВ – «ШВ, в которых числовые выражения положения любого события отличаются друг от друга на значение, не превышающее установленного допуска», синхронные шкалы времени – «ШВ, числовые вы-

ражения любого события которых совпадают (ШВ, у которых разности между числовыми выражениями положения любого события известны с заданной точностью, называют привязанными ШВ)». Сравнение разных ШВ позволяет определить смещение между ними. От сравнения ШВ следует отличать их синхронизацию, т. е. приведение их в состояние синхронности (термин «синхронизация» имеет греческие корни «син» – совместно и «хронос» – время, и поэтому часто встречающееся выражение «синхронизация времени» является тавтологией, правильнее говорить о синхронизации часов или ШВ).

Стандарт определяет также такие понятия времени, как «всемирное время», «атомное время», «международная шкала координированного времени UTC», «национальная шкала координированного времени UTC (R)», «часовой пояс», «поясное время» и др. Под операциями определения времени понимается «экспериментальное или расчетное определение числового значения момента события в какой-либо ШВ», под измерением интервала времени – «экспериментальное определение длительности измеряемого интервала времени в принятых единицах величин», а под хранением времени – «действия, выполняемые для определения времени в избранной шкале времени с заданной точностью».

Измерение времени осуществляют через измерение частоты и фазы периодической функции соответствующего средства измерения частоты и (или) времени – меры, эталона или часов. Частота f – это «величина, измеряемая числом одинаковых событий в единицу времени», а фаза – «аргумент периодической функции, соответствующий ее определенному состоянию». Частоту можно измерять как прямым счетом числа одинаковых событий N на конкретном интервале времени измерений τ_u : $f = N/\tau_u$, так и путем сравнения измеряемой частоты с частотой, значение которой известно. Мерой частоты называют «техническое средство, используемое для измерений и предназначен-

ное для воспроизведения частоты заданного размера и (или) формирования ШВ с нормированными метрологическими характеристиками». Метрологические характеристики средств измерений времени и частоты включают в себя такие понятия, как поправка часов – «значение интервала времени, которое прибавляют к показаниям часов, чтобы получить действительное время в данной шкале», ход часов – «изменение поправки часов за интервал времени, отнесенное к этому интервалу» (например, суточный ход – с/сут) и др. Прецизионную меру частоты, относительная погрешность по частоте которой на протяжении 1 года не превышает $\pm 5 \cdot 10^{-9}$, называют стандартом частоты.

Сигнал, несущий информацию о размерах единиц частоты и ШВ, воспроизводимых конкретной мерой частоты, называют сигналом частоты и (или) времени. Если этот сигнал относится к национальной ШВ, его именуют эталонным. Такой сигнал передает информацию от государственного эталона времени и частоты средствами потребителя по различным каналам связи: телевизионным, радио- и другим каналам, а также через глобальную спутниковую систему Государственная служба времени и частоты (ГСВЧ), содержит сеть организаций ряда министерств и ведомств, несущих ответственность за воспроизведение и хранение единиц времени и частоты и передачу их размеров, за обеспечение потребителей информацией о точном времени, а также выполнение измерений времени и частоты в установленных единицах и ШВ.

Сигналы точного времени могут передаваться как в рамках ГСВЧ, так и различными зарубежными национальными или международными организациями и системами, в частности радионавигационными системами типов ГЛОНАСС (Россия), NAVSTAR (США), широковещательными (например, «Маяк») или специальными (метеорологическими, морскими) радиостанциями и т.п. Вещательные сигналы для проверки времени большинством радиостанций передаются в виде ше-

сти звуковых точек (точность этой системы сигналов – до 0,5 с). В ряде случаев можно еще передавать цифровую информацию об актуальной дате, текущем времени и его типе – летнем или зимнем. В последние годы появилась возможность получения цифровых сигналов точного времени из Интернета и ведомственных Интранетов с соответствующих серверов точного времени, использующих, в частности, рубидиевые стандарты частоты и времени, синхронизируемые с государственными первичными эталонами.

ЦИФРОВЫЕ ЧАСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Хранение, измерение и передача сигналов времени в современных цифровых системах, включая микропроцессорные электросчетчик и компьютеры, базируются на использовании цифровых микросхем часов реального времени ЧРВ (RTC – Real Time Clock). Типичными представителями таких

часов являются часы/календари реального времени одного из мировых лидеров в этом направлении – американской фирмы Dallas Semiconductor (владелец – компания Maxim Integrated Products). Широкое применение получили, в частности, ее микросхемы DS1202, DS1307, DS1337, DS3231 и др.

На рис. 2 приведена структурная схема микросхемы DS1202, содержащая делитель с осциллятором (к нему подключен стандартный кварцевый резонатор с собственной частотой 32,768 кГц), часы с календарем, статическое ОЗУ и регистр ввода-вывода. Микросхема в корпусе DIP имеет восемь выводов, к двум (GND, VCC) из которых подключается источник питания, к двум (X1, X2) – резонатор, к одному (I/O) – последовательный цифровой ввод-вывод данных, еще к двум (SCLK, RST) – линия внешней синхронизации последовательного интерфейса и вход сигнала сброса; восьмой вывод – резервный.

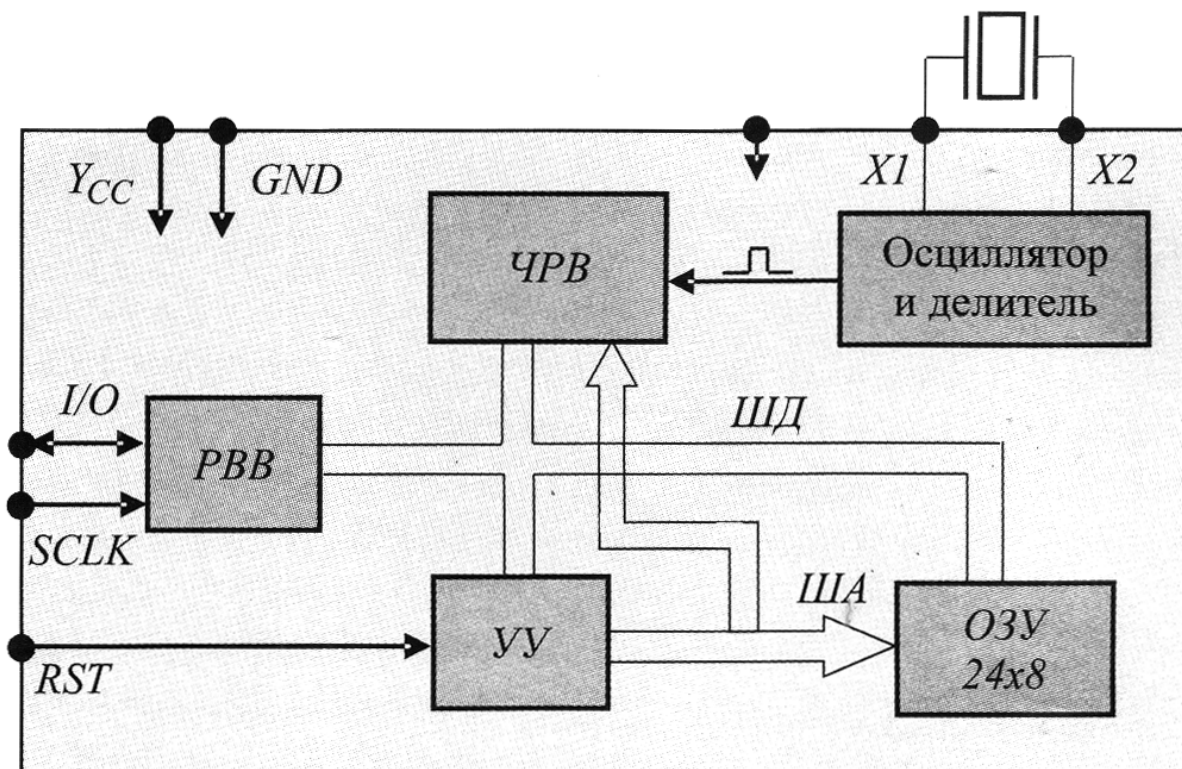


Рис. 2. Структура микросхемы часов реального времени DS1202: ЧРВ – часы реального времени; PBB – регистр ввода-вывода цифровых данных; УУ – устройство управления; ОЗУ – оперативное запоминающее устройство; ША – шина адреса; ШД – шина данных

Информация о реальном времени и календаре представляется в часах в цифровом двоично-десятичном коде (BCD – Binary Codes Decimal) в следующем виде: секунды (00–59), минуты (00–59), часы (01–12 или 00–23), дата (01–28/29; 01–30; 01–31), день (01–07), месяц (01–12) и год (0–99). Если в текущем месяце менее 31 дня, микросхема автоматически определит количество дней в месяце с учетом високосности года. Часы работают в 24- или 12-часовом формате (AM/PM – до полудня/после полудня). К микропроцессору микросхема подключается только тремя выводами (RST, I/O и SCLK), а цифровые данные могут передаваться в микропроцессор побитно по одному байту или их последовательностью. Рабочий диапазон температур для микросхемы промышленного применения: от –40 до +85°C.

Во всех цифровых микросхемах часов базовой единицей времени является секунда, которая формируется путем счета импульсов-меандров от осциллятора-делителя (если, например, делитель делит стандартную частоту осциллятора $f_0 = 32768$ Гц на 64, то частота импульсов на входе ЧРВ $f_4 \sim 512$ Гц). Секунда и более крупные интервалы времени в цифровых часах измеряются при $f_0 = 32768$ Гц с относительной предельной погрешностью не более $0,5/32768 = 15,2 \cdot 10^{-6} = \pm 15,2$ (единица ppm – parts per million – миллионная доля) и то при условии, что частота осциллятора стабильна во времени. На самом деле в процессе эксплуатации часов с кварцевыми резонаторами их электромеханическая и тепловая чувствительность приводит к нестабильности формируемой частоты f_0 . При отсутствии соответствующей компенсации и синхронизации часов многие из них имеют нестабильность до 100 мин./год (16,5 с/сут., или 190 ppm).

Чаще всего выделяют три причины изменения точности хода часов, связанные с нестабильностью времязадающего элемента (кварцевого резонатора):

а) начальную неточность отсчета времени в нормальных условиях, обусловленную начальной неточностью резонатора;

б) нестабильность из-за процессов старения резонатора;

в) нелинейный температурный коэффициент резонатора (имеет куполообразную зависимость ухода собственной частоты от температуры при ее отклонении в минус или плюс относительно нормальных условий).

Наиболее очевидным, но дорогим способом уменьшения нестабильности резонатора является повышение его физического качества. Поэтому на практике основным методом уменьшения нестабильности резонатора вследствие каждой из указанных причин является ее компенсация с помощью соответствующих цифровых поправок, значения которых вычисляются в процессе производственной калибровки микросхем и резонаторов и записываются в табличном виде в память микросхемы. При работе микросхемы цифровые значения поправок (положительные или отрицательные) алгебраически суммируются с данными регистра секунд ЧРВ с требуемой периодичностью, например 1 раз в сутки.

В результате использования этих и других мер удается снизить временную нестабильность часов до ± 24 мин./год (для DS1307) и даже до 2 мин./год (0,3 с/сут., или 4 ppm). Такую высокую точность хода имеют, например, микросхемы DS3231, DS3232 и DS3235, снабженные встроенными кварцевыми резонаторами и датчиками температуры. В процессе эксплуатации датчик измеряет текущую температуру в микросхеме, и в соответствии с ней извлекается из памяти таблицы температурных поправок нужное значение, которое и используется для коррекции часов. Данные микросхемы наиболее пригодны для применения в микропроцессорных электросчетчиках и серверах для выполнения операций хранения и определения времени. Заметим, что микросхемы часов, как и электросчетчики, в которых они используются, не измеряют временные интервалы (не выполняют задачу измерения времени, его длительности), а формируют единицы времени, т.е. являются мерой и применяются для определения времени.

СИНХРОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ЦИФРОВЫХ АСКУЭ

Типичная двухуровневая структура цифровой АСКУЭ содержит N цифровых измерительных каналов ЦИК1, ЦИК2, ..., ЦИК_n, персональный компьютер ПК, который осуществляет обмен данными с ними через сетевую среду связи, и источник сигналов точного времени ИСТВ.

Типичные структуры ЦИК1 – ЦИК3 различаются только наличием и составом масштабных преобразователей – измерительных трансформаторов тока ТТ и напряжения ТН. Во всех ЦИК их обязательным элементом является электронный (микропроцессорный) электросчетчик с встроенными цифровыми часами, хранимой цифровой базой данных учета и внешним доступом к базе и часам по цифровым интерфейсам ЦИ.

Часы ЦИК (счетчиков) хранят свои автономные ШВ, базовой единицей которых является секунда. Если эти ШВ идеальны, т.е. не имеют погрешностей, то в отсутствие внешней синхронизации их можно признать координированными с максимально возможным смещением между ними в пределах не более ± 1 с. При наличии же внешней синхронизации от ИСТВ смещение, в принципе, можно уменьшить почти до нуля, тогда шкалы станут практически синхронными.

ШВ в ЦИК используются для привязки к ним определенных событий, возникающих в процессе измерений количества электроэнергии в точках измерений электрической сети, к которым подключены те или иные ЦИК. Такими событиями являются моменты начала и окончания интервала времени, за который необходимо измерить количество электроэнергии. ЦИК ведут измерение количества электроэнергии постоянно и непрерывно, но с привязкой этого процесса к иерархии временных интервалов, длительности и последовательности которых определяются задачами учета электроэнергии и мощности, сформулированными еще для первых АСКУЭ. Наиболее часто учет количества электроэнергии в АСКУЭ идет по 1-, 3-,

15-, 30- и 60-минутным интервалам для формирования усредненных по этим интервалам значений контрольной или расчетной мощности и по зонам суток, суткам, неделям и декадам, месяцам, кварталам и годам – для формирования расчетных значений электроэнергии. В условиях оптового и розничного рынков электроэнергии в России расчетным значением мощности является часовая, а в Беларуси – получасовая мощность.

В числоимпульсных АСКУЭ часы в счетчиках либо отсутствовали (в индукционных счетчиках), либо не использовались (в электронных счетчиках с телеметрическими выходами) для формирования числоимпульсных сигналов: вся привязка к временным интервалам процесса измерения электроэнергии и мощности в N точках измерения проводилась централизованно по одним часам ИИСЭ. Таким образом, формировались совмещенные значения мощности или электроэнергии. В цифровых АСКУЭ происходит принципиально иной, децентрализованный процесс привязки измерений электроэнергии к автономным ШВ отдельных счетчиков. Поэтому здесь имеем дело с синхронными или координированными (привязанными) измерениями электроэнергии и мощности в N точках измерения.

В терминологии по метрологии приводятся определения прямых и косвенных, абсолютных и относительных, совместных и совокупных измерений, но отсутствуют понятия синхронных или координированных измерений. Дадим этим новым понятиям следующее определение: «синхронные (координированные) измерения физической величины – это измерения однородной переменной физической величины в N пространственно распределенных точках измерения, в каждой из которых значения величины соотносятся как события с моментами или интервалами времени автономной ШВ точки измерения, а ШВ всех точек синхронизированы (координированы)». В общем случае в качестве физической величины, подлежащей синхронным или координированным изме-

рениям, может рассматриваться не только электроэнергия, но, например, температура, давление и т.п. Но при измерениях электроэнергии синхронные измерения важны для выполнения над ними последующих алгебраических вычислений с целью определения мощности или электроэнергии по группам точек измерения (по объектам учета, по сечениям учета).

Достичь синхронных измерений электроэнергии и мощности в цифровых АСКУЭ, особенно в масштабных АСКУЭ, имеющих тысячи точек измерения, распределенных по территории большой энергосистемы, очень сложно. Современные микропроцессорные счетчики электроэнергии имеют, как правило, точность суточного хода часов (причем в нормальных условиях) в диапазоне $\pm (0,5-2,0)$ с/сут. В условиях эксплуатации реальные цифры в несколько раз выше. Для достижения практического синхронизма ШВ таких счетчиков, например с максимальным смещением шкал не более $\pm 0,1$ с, необходимо обеспечить синхронизацию часов на субсекундном уровне, причем с частотой подачи внешнего сигнала синхронизации чаще, чем 1 раз в час.

Минимальным интервалом времени, который имеет в АСКУЭ коммерческое значение, является интервал измерения расчетной мощности, равный 3600 с (для России) или 1800 с (для Беларуси). В то же время реальная погрешность измерения электроэнергии в ЦИК, как правило, превышает 1% и в большинстве случаев составляет 2–3% даже при использовании самых высокоточных электронных рабочих счетчиков, например класса 0,2S (следует помнить об основных и дополнительных погрешностях счетчиков, ТТ, ТН и реальных режимах их работы, в том числе в диапазоне первичной нагрузки менее 5% номинальной). Поэтому допустимая погрешность определения времени должна быть такой, чтобы не вносить существенную дополнительную погрешность в результат измерения электроэнергии за интервал расчетной мощности. С учетом того,

что в метрологии погрешности независимых величин принято складывать квадратично, достаточно, чтобы погрешность определения времени в АСКУЭ была не выше 0,25%. Для интервала 3600 с такая погрешность составит ± 9 с, а для интервала 1800 с – $\pm 4,5$ с относительно точной ШВ. Исходя из этого, в Белорусской энергосистеме в требованиях к цифровым АСКУЭ принята допустимая погрешность определения времени ± 3 с.

Установив указанное предельное смещение автономных ШВ, в дальнейшем следует говорить уже не о синхронных, а о координированных (или привязанных) измерениях электроэнергии и мощности. В них существенно то, что, во-первых, координация шкал может быть осуществлена на уровне секунд чисто цифровыми методами, т.е. путем точных алгебраических операций, а во-вторых, она может проводиться достаточно редко, например 1 раз в сутки. В двухуровневой структуре цифровой АСКУЭ имеют место принципиальные возможности синхронизации ШВ счетчиков: непосредственно от ИСТВ через сетевую среду связи и опосредованно через компьютер. В качестве сетевой среды связи может рассматриваться любая среда: радиосеть, спутниковая связь, радиотрансляционная сеть, Интернет, Интранет и т.д. В простейшем случае такая среда является физическим пространством (например, земной атмосферой), а чаще всего – сложной технической сетью, содержащей множество аппаратно и программно коммутируемых компонентов (линий связи, модемов, коммутаторов, концентраторов, маршрутизаторов и т.п.).

Синхронизация ШВ счетчиков возможна двумя методами: с помощью специальных сигналов синхронизации – сигналов точного времени; посредством цифровых данных о точном времени. В первом случае каждый счетчик должен иметь встроенный приемник соответствующих сигналов точного времени, например GPS-приемник при использовании американской спутниковой системы глобального позиционирования или радио-

приемник для приема сигналов из радиосети или радиотрансляционной сети. Во втором случае достаточно наличия в каждом счетчике стандартного цифрового интерфейса, через который со счетчиком может осуществляться обмен цифровыми данными не только учета, но и времени. В зависимости от используемой сетевой среды цифровые интерфейсы счетчиков могут иметь проводное (RS-232, RS-485, CAN, Ethernet и т.п.) или модемное (GSM-модем, RadioEthernet, оптоволоконный модем и т.п.) окончание. Первый метод целесообразно использовать в АСКУЭ при субсекундной синхронизации, а второй – при секундной.

Далее в качестве основного метода синхронизации рассматривается второй метод.

Для синхронизации часов в Интернете или Интранете разработан ряд цифровых протоколов, например NTP (Network Time Protocol). Он позволяет использовать в качестве ИСТВ различные эталонные источники – серверы точного времени (СТВ), которые в свою очередь синхронизируются от национальных или международных эталонов времени и частоты. К СТВ могут обращаться обычные ПК или специализированные устройства, подключенные к сети и имеющие в составе своего программного обеспечения соответствующие протоколы синхронизации. В процессе синхронизации ПК опрашивает многократно СТВ для получения достоверной статистики задержки цифрового пакета в сети. В своем запросе ПК указывает собственное текущее время, а СТВ в своем ответе указывает время передачи пакета (вычисляемое как разность между временем отправления и получения пакета) и свое текущее время. Получив пакет, ПК вычисляет задержку передачи пакета как половину времени передачи его туда и обратно и с учетом этого может скорректировать свое собственное время по времени СТВ. Таким образом, синхронизация часов в сети осуществляется только цифровыми методами.

Из вышеизложенного понятно, что вся метрология цифровой АСКУЭ автоматиче-

ски заканчивается на уровне ЦИК (счетчиков), где сосредоточены все операции измерений электроэнергии, хранения и определения времени, получения цифровых результатов по электроэнергии и мощности в точке их измерений. При аттестации или поверке этих ЦИК как средств измерений (СИ) достаточно рассчитать в условиях эксплуатации их инструментальные погрешности по предельным относительным основным и дополнительным погрешностям стандартных компонентов ЦИК (счетчикам и измерительным трансформаторам) и проверить координацию их ШВ относительно эталонной. В варианте С1 между каждым ЦИК и ИСТВ существует только сетевая среда, которая вследствие своей специфики (объема и сложности) принципиально не может быть метрологически аттестована как СИ. Но физические и технические характеристики этой среды, влияющие на точность передачи через нее цифровых результатов измерений электроэнергии и времени, могут быть учтены, как показано выше, в соответствующих цифровых алгоритмах, закладываемых в ЦИК, ИСТВ и метрологию теми задачами, которые вполне ПК. При этом на верхнем уровне АСКУЭ могут быть решены без нее. ПК осуществляются только цифровые операции над цифровыми результатами координированных измерений электроэнергии и мощности в ЦИК. Следовательно, ПК принципиально нельзя рассматривать в АСКУЭ как СИ электроэнергии или времени.

Координация ШВ ЦИК осуществляется от ИСТВ опосредованно через ПК. Становится ли из-за этого ПК средством измерения, по крайней мере, времени? ПК содержит, как и счетчик, цифровые часы, которые осуществляют хранение времени, синхронизируются от СТВ и в свою очередь используются для цифровой синхронизации часов ЦИК. Вообще говоря, если в ПК будут использоваться «плохие» часы, имеющие, например, суточный уход ± 10 с/сут, и редко синхронизируемые от СТВ, то они могут вызвать нерегламентированное смещение координирован-

ных ШВ ЦИК относительно верной ШВ. Но ведь точно так же ПК при неправильном выборе разрядности цифровых операций может исказить результаты цифровых преобразований над результатами цифровых измерений в ЦИК. Поэтому требования к точности хода цифровых часов ПК, как и требования к другим его цифровым техническим характеристикам, следует рассматривать не как метрологические, а как точностные и нужно подвергать ПК не поверке, а цифровой проверке. Следовательно, ПК не надо рассматривать как СИ, вносить их в Госреестр или аттестовывать как меру времени. Такой подход в максимальной степени адекватен современным цифровым технологиям и не перегружает метрологию теми задачами, которые вполне могут быть решены без нее.

В более сложных, например трехуровневых структурах цифровых АСКУЭ (рис. 3), на среднем уровне появляются микропроцессорные устройства сбора и передачи данных УСПД, которые осуществляют функции сбора цифровых данных учета электроэнергии и мощности, а также промежуточного цифрового хранения и синхронизации ШВ ЦИК₁, ЦИК₂, ..., ЦИК_N.

В такой структуре возможны дополнительные три варианта синхронизации ШВ ЦИК:

а) С3 – от ИСТВ опосредованно через УСПД;

б) С4 – от ИСТВ опосредованно через сетевую среду связи 2, соединяющую УСПД с ПК, и через УСПД;

в) С5 – ИСТВ опосредованно через ПК, сетевую среду 2 и УСПД.

Очевидно, что и в такой структуре к УСПД и ПК достаточно предъявить точностные требования по цифровым операциям, включая цифровую синхронизацию, и не требовать их превращения в СИ. В будущем все АСКУЭ будут реализовываться только как цифровые, содержащие простые цифровые измерительные каналы, подлежащие метрологической аттестации и поверке в качестве средств измерений. Все другие технические средства, надстроенные над этими каналами и обрабатывающие их цифровые результаты измерений энергии, мощности и определения времени, являются средствами неизмерительного назначения и не требуют метрологического контроля. Эволюция цифровых измерительных каналов по мере совершенствования интегральных цифровых технологий будет продолжаться в направлении дальнейшего перенесения многих системных функций измерений энергии и определения времени в точки измерений и, в частности, в первичные преобразователи (цифровые измерительные трансформаторы тока и напряжения), устраняя тем самым составную конструкцию цифровых измерительных каналов.

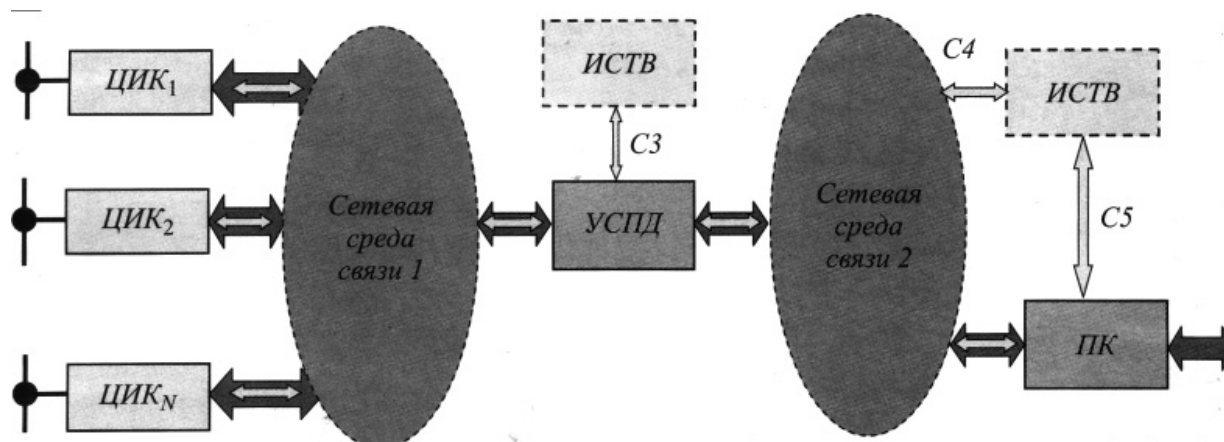


Рис. 3. Варианты синхронизации С3, С4 и С5 ЦИК в трехуровневой структуре цифровой АСКУЭ: УСПД – устройство сбора и передачи данных; ЦИК – цифровые измерительные каналы; ИСТВ – источник сигналов точного времени; ПК – персональный компьютер

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

А.И. Бухаров А.И., инж.,

*автор-составитель Московский институт энергобезопасности
и энергосбережения*

Вопрос. Чем и как обеспечивается надежная работа силовых трансформаторов?

Ответ. При эксплуатации силовых трансформаторов должна обеспечиваться их надежная работа. Нагрузки, уровень напряжения, температура, характеристики масла и параметры изоляции должны находиться в пределах установленных норм; устройства охлаждения, регулирования напряжения, защиты, маслохозяйство и другие элементы должны содержаться в исправном состоянии.

Уровень масла в расширителе неработающего трансформатора должен находиться на отметке, соответствующей температуре масла трансформатора в данный момент.

Обслуживающий персонал должен вести наблюдение за температурой верхних слоев масла по термосигнализаторам и термометрам, которыми оснащаются трансформаторы с расширителем, а также за показаниями мановакуумметров у герметичных трансформаторов, для которых при повышении давления в баке выше 50 кПа (0,5 кгс/см²) нагрузка должна быть снижена.

Стационарные установки пожаротушения должны находиться в состоянии готовности к применению в аварийных ситуациях и подвергаться проверкам по утвержденному графику.

Вопрос. Какие знаки и подписи должны быть на дверях трансформаторных подстанций и камер?

Ответ. На дверях трансформаторных пунктов и камер, с наружной и внутренней стороны, должны быть указаны подстанционные номера трансформаторов, а также с наружной стороны должны быть предупреждающие знаки, соответствующие требованиям Правил применения и использования средств защиты, используемых в электроустановках. Двери должны быть постоянно закрыты на замок. На каждой ТП 6–10/0,4, находящейся за территорией организации должно быть нанесено ее наименование, адрес и телефон владельца.

Вопрос. Какие условия должны быть выполнены для параллельной работы трансформаторов?

Ответ. Допускается параллельная работа трансформаторов при условии, что ни одна из обмоток не будет нагружена током, превышающим допустимый ток для данной обмотки.

Параллельная работа трансформаторов разрешается при следующих условиях:

- группы соединения обмоток одинаковы;
- соотношение мощностей трансформаторов не более 1:3;

- коэффициенты трансформации отличаются на более чем на $\pm 0,5\%$;
- напряжения короткого замыкания отличаются на более чем на $\pm 10\%$;
- произведена фазировка трансформаторов.

Для выравнивания нагрузки между параллельно работающими трансформаторами с различными напряжениями короткого замыкания допускается в небольших пределах изменение коэффициента путем переключения ответвлений при условии, что ни один из трансформаторов не будет перегружен.

Вопрос. Какие знаки должны быть на баках трехфазных трансформаторов наружной установки?

Ответ. На баках трехфазных трансформаторов наружной установки указываются подстанционные номера. На группах однофазных трансформаторов подстанционный номер указывается на средней фазе. На баки группы однофазных трансформаторов наносится расцветка фаз.

Трансформаторы наружной установки окрашиваются в светлые тона краской, устойчивой к атмосферным воздействиям и воздействию трансформаторного масла.

Вопрос. Какая перегрузка трансформаторов допускается в аварийных режимах?

Ответ. В аварийных режимах допускается кратковременная перегрузка трансформатора сверх номинального тока при всех системах охлаждения независимо от длительности и значения предшествующей нагрузки и

температуры охлаждающей среды в следующих пределах:

Вопрос. Какой срок установлен для осмотра трансформаторов?

Ответ. Осмотр трансформаторов без их отключения должен проводиться в следующие сроки:

- главных понижающих трансформаторов подстанций с постоянным дежурством персонала – 1 раз в сутки;
- остальных трансформаторов электроустановок с постоянным и без постоянного дежурства персонала – 1 раз в месяц.

В зависимости от местных условий и состояния трансформаторов указанные сроки могут быть изменены ответственным за электрохозяйство организации. На трансформаторах, оснащенных переключателями ответвлений обмоток без возбуждения (ПБВ), правильность выбора коэффициента трансформации должна проверяться не менее двух раз в год – перед наступлением зимнего максимума и летнего минимума нагрузки.

Внеочередные осмотры трансформаторов проводятся:

- после неблагоприятных погодных воздействий (гроза, резкое изменение температуры, сильный ветер и др.)
- при работе газовой защиты на сигнал, а также при отключении трансформатора защитой.

Вопрос. Какая периодичность капитальных и текущих ремонтов трансформаторов?

Ответ. Текущие ремонты трансформаторов проводятся по мере необходимости. Пе-

Таблица

Перегрузка по току масляных и сухих трансформаторов

Масляные трансформаторы:					
перегрузка по току, %	30	45	60	75	100
длительность перегрузки, мин.	120	80	45	20	10
Сухие трансформаторы:					
перегрузка по току, %	10	30	40	50	60
длительность перегрузки, мин.	60	43	32	18	5

риодичность текущих ремонтов устанавливает ответственный за электрохозяйство.

Капитальные ремонты (планово-предупредительные по типовой номенклатуре работ) должны проводиться: трансформаторов 110 кВ и выше мощностью 125 МВ·А и более не позднее чем через 12 лет после ввода в эксплуатацию с учетом результатов диагностического контроля, в дальнейшем – по мере необходимости; остальных трансформаторов – в зависимости от их состояния и результатов диагностического контроля.

Внеочередные ремонты трансформаторов должны выполняться, если дефект в каком-либо их элементе может привести к отказу. Решение о выводе трансформатора в ремонт принимает руководитель организации или ответственный за электрохозяйство.

Вопрос. Какой неснижаемый запас изоляционного масла должен быть на предприятии?

Ответ. Предприятие, имеющее на балансе маслonaполненное оборудование, должно хранить неснижаемый запас изоляционного масла не менее 110% объема наиболее вместительного аппарата.

Вопрос. Когда трансформатор должен быть аварийно выведен из работы?

Ответ. Трансформатор должен быть аварийно выведен из работы при:

- сильном неравномерном шуме и потрескивании внутри трансформатора;
- ненормальном и постоянно возрастающем нагреве трансформатора при нормальных нагрузке и работе устройств охлаждения;
- выбросе масла из расширителя или разрыве диафрагмы выхлопной трубы;
- течи масла с понижением его уровня ниже масломерного стекла.

Вопрос. Какие надписи должны быть на электродвигателях и аппаратах управления ими?

Ответ. На электродвигатели и приводимые ими механизмы должны быть нанесены стрелки, указывающие направления враще-

ния. На электродвигателях и пускорегулирующих устройствах должны быть подписи с наименованием агрегата или механизма, к которому они относятся.

Вопрос. Какие параметры качества электрической энергии должны быть обеспечены для надежной работы электродвигателей?

Ответ. Напряжение на шинах распределительных устройств должно поддерживаться в пределах 100–105% номинального. Для обеспечения долговечности электродвигателей использовать их при напряжении выше 110% и ниже 90% номинального не рекомендуется.

При изменении частоты питающей сети в пределах $\pm 2,5\%$ номинального значения допускается работа электродвигателей с номинальной мощностью.

Номинальная мощность сохраняется при единовременном отклонении напряжения до $\pm 10\%$ и частоты до $\pm 2,5\%$ номинальных значений при условии, что при работе с повышенным напряжением и пониженной частотой или с пониженным напряжением и повышенной частотой сумма абсолютных значений отклонений напряжения и частоты не превышает 10%.

Вопрос. Какая периодичность пуска электродвигателей?

Ответ. Электродвигатели с короткозамкнутыми роторами разрешается пускать из холодного состояния два раза подряд, из горячего – один раз, если заводской инструкцией не допускается большего количества пусков. Последующие пуски разрешаются после охлаждения электродвигателя в течение времени, определяемой заводской инструкцией для заданного типа электродвигателя.

Повторные включения электродвигателей в случае отключения их основными защитами разрешаются после обследования и проведения контрольных измерений сопротивления изоляции.

Для электродвигателей ответственных механизмов, не имеющих резерва, одно по-

вторное включение после действия основных защит разрешается по результатам внешнего осмотра двигателя. Повторное включение в случае действия резервных защит до выяснения причины отключения не допускается.

Вопрос. Когда электродвигатель должен быть немедленно отключен от сети?

Ответ. Электродвигатель должен быть немедленно отключен от сети в следующих случаях:

- при несчастных случаях с людьми;
- появлении дыма или огня из корпуса двигателя, а также из его пускорегулирующей аппаратуры и устройства возбуждения;
- поломке приводного механизма;
- резком увеличении вибрации подшипников агрегата;
- нагреве подшипников сверх допустимой температуры, установленной в инструкции завода-изготовителя.

В эксплуатационных инструкциях могут быть указаны и другие случаи, при которых электродвигатели должны быть немедленно отключены, а также определен порядок устранения аварийного состояния и пуска электродвигателей.

Вопрос. Какие измерения должны проводиться для определения технического состояния заземляющего устройства?

Ответ. Для определения технического состояния заземляющего устройства ежегодно должны проводиться:

- измерение сопротивления заземляющего устройства;
- измерение напряжения прикосновения (в электроустановках, заземляющее устройство которых выполнено по нормам на напряжение прикосновения), проверка наличия цепи между заземляющим устройством и заземляющими элементами, а также соединений естественных заземлителей с заземляющим устройством;
- измерение токов короткого замыкания электроустановки, проверка состояния пробивных предохранителей;

– измерение удельного сопротивления грунта в районе заземляющего устройства.

Для ВЛ измерения проводятся у опор, имеющих разъединители, защитные промежутки, разрядники, повторное заземление нулевого провода, а также выборочно у 5% железобетонных и металлических опор в населенной местности.

Измерения должны выполняться в период наибольшего высыхания грунта (для районов вечной мерзлоты – в период наибольшего промерзания грунта).

Результаты измерений оформляются протоколом.

На главных понижающих подстанциях и трансформаторных подстанциях, где отсоединение заземляющих проводников от оборудования (для выполнения корректных измерений) невозможно по условиям обеспечения категорийности электроснабжения, техническое состояние заземляющего устройства оценивается по результатам измерений и осмотра с выборочным вскрытием грунта.

Вопрос. Какие требования предъявляются к помещениям аккумуляторных батарей?

Ответ. Стены и потолок помещения аккумуляторной, двери и оконные переплеты, металлические конструкции, стеллажи и другие части окрашиваются кислотостойкой (щелочестойкой) и не содержащей спирта краской. Вентиляционные короба и вытяжные шкафы окрашиваются с наружной и внутренней сторон. Для окон необходимо применять матовое или покрытое белой клеевой краской стекло.

Для освещения помещений аккумуляторных батарей применяются лампы накаливания, установленные во взрывозащищенной арматуре. Один светильник должен быть присоединен к сети аварийного освещения. Выключатели, штепсельные розетки, предохранители и автоматы располагаются вне аккумуляторного помещения. Осветительная электропроводка выполняется проводом в кислотостойкой (щелочестойкой) оболочке.

Вопрос. Какой порядок осмотра электроустановок?

Ответ. При осмотре электроустановок напряжением выше 1 кВ не допускается входить в помещения, камеры, не оборудованные ограждениями или барьерами, препятствующими приближению к токоведущим частям. Не допускается проникать за ограждения и барьеры действующих электроустановок. При осмотре электроустановок разрешается открывать двери камер, сборок, пультов управления и других устройств. Не допускается выполнение какой либо работы во время осмотра.

Вопрос. На какое расстояние не допускается приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин к находящимся под напряжением неогражденным токоведущим частям?

Ответ. Расстояния от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений от временных ограждений: на ВЛ до 1 кВ – 0,6 м, в остальных электроустановках до 1 кВ – без прикосновения не нормируется; в электроустановках 1–35 кВ – 0,6 м; 60, 110 кВ – 1,0 м; 150 кВ – 1,5 м; 220 кВ – 2,0 м; 330 кВ – 2,5 м; 400, 500 кВ – 3,5 м; 1150 кВ – 8,0 м.

Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов: на ВЛ и в электроустановках до 1 кВ – 1 м; в электроустановках 1–35 кВ – 1,0 м; 60, 110 кВ – 1,5 м; 150 кВ – 2,0 м; 220 кВ – 2,5 м; 330 кВ – 3,5 м; 400, 500 кВ – 4,5 м; 1150 кВ – 10,0 м.

Вопрос. Как должен действовать персонал при обнаружении замыканий на землю токоведущих частей электроустановки?

Ответ. При замыкании на землю в электроустановках 3–35 кВ приближаться к обнаруженному месту замыкания на расстояние менее 4 м в ЗРУ и менее 8 м в ОРУ и на ВЛ допускается только для оперативных переключений с целью ликвидации замыкания и освобождения людей, попавших под на-

пряжение. При этом следует пользоваться электрозащитными средствами.

Вопрос. Какие правила безопасности при работе с предохранителями?

Ответ. Снимать и устанавливать предохранители следует при снятом напряжении. Допускается снимать и устанавливать предохранители под напряжением, но без нагрузки. Под напряжением и под нагрузкой допускается заменять: предохранители во вторичных цепях, предохранители трансформаторов напряжения и предохранители пробочного типа.

При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться в электроустановках выше 1 кВ – изолирующими клещами (штангой) с применением диэлектрических перчаток и средств защиты лица и глаз, в электроустановках до 1 кВ – изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками и средствами защиты лица и глаз.

Вопрос. Как проводятся работы в действующих электроустановках?

Ответ. Работы в действующих электроустановках проводятся по наряду-допуску, по распоряжению, по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Не допускается самовольное проведение работ, а также расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом или распоряжением. Выполнение работ в электроустановках в зоне действия другого наряда необходимо согласовывать с работником, ведущим работы по этому наряду или выдавшим наряд. Согласование оформляется до подготовки рабочего места записью на лицевой стороне наряда «согласовано» и подписью работника, согласующего документ.

Ремонты электрооборудования выше 1 кВ, работа на токоведущих частях без снятия напряжения в электроустановках выше 1 кВ, а также ремонты ВЛ независимо от напряжения, как правило, должны выполняться по тех-

нологическим картам или проекту производства работ (ППР).

Вопрос. *Какие условия должны быть выполнены при работах под напряжением в электроустановках до 1 кВ?*

Ответ. В электроустановках до 1 кВ при работе под напряжением необходимо огрaдить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение, работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на резиновом диэлектрическом ковре, для работы применять изолированный инструмент (у отверток должен быть изолирован стержень), пользоваться диэлектрическими перчатками.

Не допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами, пользоваться ножовками, напильниками, металлическим метром и т.п.

Вопрос. *Как осуществляется проверка отсутствия напряжения?*

Ответ. Проверка отсутствия напряжения проводится указателем напряжения, исправность которого перед применением устанавливается с помощью предназначенных для этого специальных приборов или приближением к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.

В электроустановках выше 1 кВ пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

Вопрос. *Как осуществляется проверка отсутствия напряжения в электроустановках до 1 кВ?*

Ответ. В электроустановках до 1 кВ с заземленной нейтралью при применении двухполюсного указателя проверяют отсутствие напряжения между фазами и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником. Можно применять предварительно проверенный вольтметр.

Запрещается пользоваться контрольными лампами.

Устройства, сигнализирующие об отключенном положении аппарата, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры являются только дополнительными средствами, подтверждающими отсутствие напряжения, и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

Вопрос. *Кому разрешается проверять отсутствие напряжения?*

Ответ. В распределительных устройствах выше 1 кВ проверку отсутствия напряжения проводят работники из оперативного или оперативно-ремонтного персонала с группой IV единолично и с группой III в электроустановках до 1 кВ.

На воздушной линии выше 1 кВ проверку отсутствия напряжения проводят два работника с группами IV и III, а на воздушной линии до 1000 В два работника с группой III.

Вопрос. *Какие правила установки заземлений?*

Ответ. Заземления устанавливаются на токоведущей части непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносное заземление сначала присоединяется к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, устанавливается на токоведущие части. Переносное заземление снимается в обратной последовательности: сначала с токоведущих частей, а потом отсоединяется от заземляющего устройства.

Установка и снятие переносных заземлений проводится в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках выше 1 кВ изолирующей штанги. Закрепляются зажимы переносных заземлений этой же штангой или непосредственно руками в диэлектрических перчатках.

Запрещается использовать для заземления проводники, не предназначенные для

этой цели, а также присоединять заземление путем скрутки.

В тех случаях, когда сечение жил кабеля не позволяет применить переносные заземления, у электродвигателей до 1 кВ необходимо заземлять кабельную линию медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля либо соединять между собой жилы кабеля и изолировать их. Такое заземление или соединение жил кабеля учитывается в оперативной документации наравне с переносным заземлением.

Вопрос. Как проводится установка заземлений в распределительных устройствах?

Ответ. В электроустановках выше 1 кВ заземляются токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенного для работ участка со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, за исключением отключенных для работы сборных шин, на которые точно установить одно заземление.

При работах на отключенном линейном разъединителе на провода спусков со стороны воздушной линии независимо от наличия заземляющих ножей на разъединителе устанавливается дополнительное заземление, не нарушаемое при манипуляциях с разъединителем. Заземленные токоведущие части отделяются от токоведущих частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом. Видимый разрыв обеспечивается отключенными выключателями, разъединителями, отделителями или выключателями нагрузки, снятыми предохранителями, демонтированными шинами или проводами. Непосредственно на рабочем месте заземление на токоведущие части дополнительно устанавливается в тех случаях, когда эти части могут оказаться под наведенным напряжением (потенциалом).

Места для наложения заземлений должны быть очищены от краски.

Вопрос. Допускается ли временное снятие заземлений?

Ответ. Допускается временное снятие заземлений, установленных при подготовке

рабочего места, если это требуется по характеру выполняемых работ, например измерение сопротивления изоляции. Временное снятие и повторную установку заземлений выполняют оперативный, оперативно-ремонтный персонал или по указанию выдающего наряд производителя работ.

Разрешение на временное снятие заземлений, а также на выполнение этих операций производителем работ записывается в строку наряда «Отдельные указания», где и для какой цели снимаются заземления.

Вопрос. Какие меры безопасности должны соблюдаться при резке кабеля и вскрытии муфты?

Ответ. Перед вскрытием муфт или разрезанием кабеля необходимо удостовериться в том, что эти операции будут проводиться на том кабеле, на каком нужно, что этот кабель отключен и выполнены технические мероприятия, необходимые для допуска к работам на нем.

На рабочем месте подлежащий ремонту кабель определяется следующим образом:

- при прикладке кабеля в туннеле, коллекторе, канале по стенам здания – прослеживанием, сверкой раскладки с чертежами и схемами, проверкой по биркам;
- при прокладке кабелей в земле – сверкой их расположения с чертежами прокладки.

Для этой цели должна быть предварительно выполнена контрольная траншея (шурф) поперек пучка кабелей, позволяющая видеть все кабели.

В случае, когда нет уверенности в правильности определения подлежащего ремонту кабеля, применяется кабелеискательный аппарат.

Вопрос. Как проверяется отсутствие напряжения на кабеле, подлежащем ремонту?

Ответ. Проверка отсутствия напряжения осуществляется с помощью специального приспособления, состоящего из стальной иглы или режущего наконечника и изолирующей штанги. Приспособление обеспечива-

ет прокол или разрезание брони и оболочки до жил с замыканием их между собой и на землю. Кабель у места прокола прикрывается экраном. В туннелях, коллекторах и колодцах приспособление может применяться при наличии дистанционного управления.

Если в результате повреждений кабеля открыты все токоведущие жилы, отсутствие напряжения проверяется непосредственно указателем напряжения без прокола.

Вопрос. *Какие меры безопасности необходимо выполнять при работе на кабельных линиях в подземных сооружениях?*

Ответ. Работу в подземных кабельных сооружениях, а также осмотр со спуском в них должны выполнять по наряду не менее трех человек, из которых двое – страхующие. Между работающими и страхующими должна быть установлена связь.

Производитель работ должен иметь группу IV. В каждом цехе (участке) необходимо иметь утвержденный руководителем организации перечень газоопасных подземных сооружений, с которым оперативный персонал должен быть ознакомлен.

Все газоопасные подземные сооружения отмечаются на плане. Люки и двери помещений надежно запираются. На них наносится знак в соответствии с государственным стандартом.

В колодце может находиться и работать один человек с группой III с применением предохранительного пояса со страховочным канатом. Предохранительный пояс должен иметь наплечные ремни, пересекающиеся со стороны спины с кольцом на пересечении для крепления каната. Другой конец каната должен держать один из страхующих рабочих.

Вопрос. *Как эксплуатируется система вентиляции в аккумуляторной?*

Ответ. Порядок эксплуатации системы вентиляции в помещении аккумуляторной батареи с учетом конкретных условий определяется местной инструкцией.

Приточно-вытяжная вентиляция помещения аккумуляторной батареи включается перед началом заряда батареи и отключается после полного удаления газов, не раньше чем через 1,5 часа после окончания заряда.

Вопрос. *Какие защитные средства и приборы применяются при работах в аккумуляторных?*

Ответ. Для работы в аккумуляторных необходимы следующие защитные средства и приборы.

Для работ с кислотой и щелочью костюм (грубошерстный или хлопчатобумажный с кислотостойкой пропиткой при работе с кислотой и хлопчатобумажный – с щелочью), резиновый фартук, резиновые перчатки, галоши, резиновые сапоги (под брюки) и защитные очки;

- ареометры и термометры для измерения плотности и температуры электролита;
- переносной вольтметр постоянного тока с пределами измерения 0–3 В;
- аккумуляторный фонарь;
- стеклянная или фарфоровая (полиэтиленовая) кружка с носиком вместимостью 1,5–2 л для приготовления электролита и доливки его в сосуды;
- 2,5%-ный раствор пищевой соды для кислотных батарей и 10%-ный раствор борной кислоты или уксусной эссенции (одна часть на восемь частей воды) для щелочных батарей; вода для обмыва рук;
- полотенце.

Вопрос. *При каком напряжении должен использоваться переносной электроинструмент?*

Ответ. Питание переносных электроприемников следует выполнять от сети напряжением не выше 380/220 В. В зависимости от категории помещения по уровню опасности поражения людей электрическим током для защиты при косвенном прикосновении в цепях, питающих переносные электроприемники, могут быть применены автоматическое отключение питания, защитное элек-

трическое разделение цепей, сверхнизкое напряжение, двойная изоляция.

Вопрос. Как осуществляется заземление или зануление переносных электроприемников?

Ответ. Заземление или зануление переносных электроприемников осуществляется специальным защитным проводником (РЕ), расположенным в одной оболочке с фазными проводниками (третья жила кабеля или провода для электроприемников однофазного и постоянного тока, четвертая или пятая жила – для электроприемников трехфазного тока), присоединенным к корпусу электроприемника и к защитному контакту вилки штепсельного соединителя. Использование для этой цели нулевого рабочего проводника, в том числе расположенного в общей оболочке, не допускается. РЕ-проводник должен быть медным, гибким, его сечение должно быть равно сечению фазных проводников.

Вопрос. Как организуется работа на предприятиях, электроустановки которых постоянно обслуживаются специализированными организациями?

Ответ. Организациям, электроустановки которых постоянно обслуживаются специализированными организациями, допускается предоставлять их работникам права оперативно-ремонтного персонала после соответствующей подготовки и проверки знаний в комиссии по месту постоянной работы.

Командированным персоналом работы в действующих электроустановках проводятся по нарядам и распоряжениям, а работникам, которым даны права оперативно-ремонтного персонала, – и в порядке текущей эксплуатации.

Вопрос. Что относится к основным электрозащитным средствам в электроустановках до 1 кВ?

Ответ. К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1 кВ относятся:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- изолированный инструмент.

Вопрос. Что относится к основным электрозащитным средствам в электроустановках выше 1 кВ?

Ответ. К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1 кВ относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, устройства для прокола кабеля, указатели повреждения кабелей и т.п.);
- прочие средства защиты; изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше (полимерные изоляторы, изолирующие лестницы и т.п.).

Вопрос. В чем заключается поражающее действие электрического тока на организм человека?

Ответ. Биологическое действие электрического тока на организм человека, оказываемого под напряжением, проявляется в судорожном сокращении различных групп мышц, в том числе мышц, осуществляющих дыхательное движение грудной клетки и регулирующих работу сердца. Наибольшую опасность представляет нарушение сердечной деятельности вследствие возникновения фибрилляции сердца, которое характеризуется разновременным несогласованным сокращением отдельных волокон сердечной мышцы, приводящим к нарушению ритмичного сокращения сердца или даже к его параличу.

Вид поражения человека электрическим током, при котором нарушается дыхание и не пульсирует сердце, носит название электрического удара. Степень физиологического воздействия электрического тока в основном определяется его родом и величиной, длительностью протекания и зависит от пути тока через тело человека и индивидуальных свойств человека. Наиболее вероятный путь рука – рука, рука – ноги, нога – нога.

Кроме того, поражение может произойти и без непосредственного прохождения тока через тело человека в результате ожогов, вызванных открытой электрической дугой.

Вопрос. Какие бывают ожоги?

Ответ. Ожоги бывают термические – вызванные огнем, паром, горячими предметами и веществами; химические – кислотами и щелочами и электрические – воздей-

ствием электрического тока или электрической дуги.

По глубине поражения все ожоги делятся на четыре степени:

- первая – покраснение и отек кожи;
- вторая – водяные пузыри;
- третья – омертвление поверхностных и глубоких слоев кожи;
- четвертая – обугливание кожи, поражение мышц, сухожилий и костей.

Вопрос. Чем определяется опасность для человека при прохождении через него электрического тока?

Ответ. Величиной тока, прошедшего через тело;

- временем нахождения человека под электротоком;
- частотой тока;
- индивидуальными свойствами человека.

НОВОСТИ

ОАО ТКЗ «КРАСНЫЙ КОТЕЛЬЩИК» ИЗГОТОВИТ КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НОВОГО ЭНЕРГОБЛОКА УРЕНГОЙСКОЙ ГРЭС

ОАО «ЭМАльянс» и ОАО «ОГК-1» подписали договор на проектирование, изготовление и поставку двух котлов-утилизаторов для новой парогазовой установки ПГУ-450 Уренгойской ГРЭС.

Общая стоимость выполнения работ по договору составит почти 900 млн руб. Срок поставки оборудования – первый квартал 2011 г.

Работы по проектированию котлов-утилизаторов будут выполняться специалистами Инжинирингового центра «ЭМАльянс-БСКБУ КУ» (г. Барнаул). Производство основного оборудования будет обеспечено ОАО ТКЗ «Красный котельщик». Все работы по данному проекту будут проводиться совместно с американскими специалистами в рамках лицензионного соглашения между ОАО «ЭМАльянс» и NOOTER/ERIKSEN, INC (США). Современные котлы-утилизаторы отечественного производства будут создаваться с применением новейших технологических решений, которые значительно уменьшат металлоемкость конструкций и повысят эксплуатационную надежность оборудования. Котельное оборудование подобного уровня для парогазовых установок позволяет увеличить КПД энергоблока до 60%.

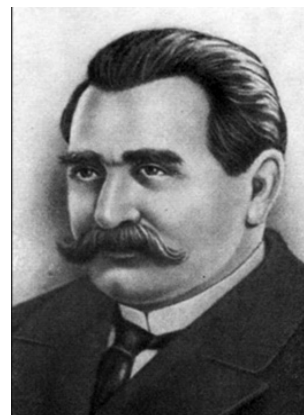
Напомним, что текущий портфель заказов ОАО «ЭМАльянс» к концу 2009 г. превысил 41 млрд руб.

Парогазовый энергоблок 450 МВт на Уренгойской ГРЭС планируется ввести в эксплуатацию в конце 2012 г. Общий объем инвестиций в проект оценивается в объеме до 25 млрд руб. (с учетом НДС).

Ввод нового энергоблока на Уренгойской ГРЭС направлен на повышение надежности функционирования энергосистемы Тюменской области. С вводом блока в эксплуатацию мощность станции возрастет более чем в 18 раз. Помимо обеспечения электроэнергией крупнейшего нефте- и газодобывающего региона, проект повышает уровень занятости в регионе в период строительства и эксплуатации энергоблока.

Advis.ru

АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ЛОДЫГИН



Имя Александра Николаевича Лодыгина связано главным образом с построением электрической лампы накаливания. Как известно, приоритет изобретения лампы накаливания оспаривался очень многими лицами, и по поводу него возникло много так называемых патентных процессов.

Принцип электрической лампы накаливания был известен до А.Н. Лодыгина. Но А.Н. Лодыгин был тем, кто пробудил громадный интерес к построению источников света, действующих на принципе накаливания проводника током. Построив более совершенную лампу, чем другие изобретатели, А.Н. Лодыгин впервые превратил ее из физического прибора в практическое средство освещения, вынес ее из физического кабинета и лаборатории на улицу и показал широкие возможности ее применения для целей освещения.

Он получил образование военного инженера в Московском военном училище, которое окончил в 1867 г. Вскоре, выйдя в отставку, он начал работать над схемой лампы накаливания.

Сначала Лодыгин пытался в качестве нити накала использовать железную проволоку, но, потерпев неудачу, заменил ее угольным стержнем, помещенным в стеклянный баллон. В 1872 г. он подает заявку на изобретение лампы накаливания. В 1874 г. Лодыгин получает патент на свое изобретение, а Петербургская академия наук присуждает ему Ломоносовскую премию.

В 1890-х гг. XIX в. Лодыгин изобрел несколько типов ламп накаливания с металлическими нитями и первым предложил применять в лампах вольфрамовые нити. Как известно,

именно из вольфрама делают нити накала в современных электрических лампочках.

В 1884 г. А.П. Лодыгин окончательно решил уехать за границу. Несколько лет он проработал в Париже, а в 1888 г. приехал в Америку. Здесь работал сначала в области ламп накаливания над изысканием лучшего материала, чем уголь, для тела накала. Несомненно, выдающимися и основополагающими в этом направлении были те его работы, которые были связаны с изготовлением тела накала из тугоплавких металлов. В Америке ему были выданы патенты на калильное тело для ламп накаливания из платиновых нитей, покрытых родием, иридием, рутением, осмием, хромом, вольфрамом и молибденом. Эти патенты сыграли заметную роль в развитии работ над построением ламп накаливания с металлической нитью; в 1906 г. они были приобретены концерном «Дженерал Электрик».

В 1894 г. А.Н. Лодыгин поехал из Америки в Париж, где организовал электроламповый завод и одновременно принимал участие в делах автомобильного завода «Колумбия», но в 1900 г. он снова возвращается в Америку, участвует в работах по постройке нью-йоркского метрополитена, работает на крупном аккумуляторном заводе в Буффало и на кабельных заводах.

16 марта 1923 г., в возрасте 76 лет, А.Н. Лодыгин скончался в США. С его смертью мир потерял выдающегося русского инженера, впервые применившего лампу накаливания для практики освещения, энергичного борца за развитие промышленной электротермии.

Правила предоставления статей для публикации в научно-практическом журнале «Электрооборудование: эксплуатация и ремонт»

В редакцию журнала предоставляются:

1. Авторский оригинал статьи (на русском языке) – в распечатанном виде (с датой и подписью автора) и в электронной форме (первый отдельный файл на CD-диске/по электронной почте), содержащий текст в формате Word (версия 1997–2003).

Весь текст набирается шрифтом Times New Roman Cyr, кеглем 12 pt, с полуторным междустрочным интервалом. Отступы в начале абзаца – 0,7 см, абзацы четко обозначены. Поля (в см): слева и сверху – 2, справа и снизу – 1,5. Нумерация – «от центра» с первой страницы. Объем статьи – не более 15–16 тыс. знаков с пробелами (с учетом аннотаций, ключевых слов, примечаний, списков источников).

Структура текста

Сведения об авторе/авторах: имя, отчество, фамилия, должность, место работы, ученое звание, ученая степень, домашний адрес (с индексом), контактные телефоны (раб., дом.), адрес электронной почты – размещаются перед названием статьи в указанной выше последовательности (с выравниванием по правому краю).

Название статьи и УДК

Аннотация статьи (3–10 строк) об актуальности и новизне темы, главных содержательных аспектах размещается после названия статьи (курсивом).

Ключевые слова по содержанию статьи (8–10 слов) размещаются после аннотации.

Основной текст статьи желательно разбить на подразделы (с подзаголовками).

Инициалы в тексте набираются через неразрывный пробел с фамилией (одновременное нажатие клавиш Ctrl + Shift + «пробел». Между инициалами пробелов нет.

Сокращения типа т. е., т. к. и подобные набираются через неразрывный пробел.

В тексте используются кавычки «...»; если встречаются внутренние и внешние кавычки, то внешними выступают «елочки», внутренними «лапки» – «...”...”».

В тексте используется длинное тире (–), получаемое путем одновременного нажатия клавиш Ctrl + Alt + «-», а также дефис (-).

Таблицы, схемы, рисунки и формулы в тексте должны нумероваться; схемы и таблицы должны иметь заголовки, размещенные над схемой или полем таблицы, а каждый рисунок – подрисуночную подпись.

Список использованной литературы/использованных источников (если в список включены электронные ресурсы) оформляется в соответствии с принятыми стандартами, выносится в конец статьи. Источники даются в алфавитном порядке (русский, другие языки). Отсылки к списку в основном тексте даются в квадратных скобках [номер источника в списке, страница].

Примечания нумеруются арабскими цифрами (с использованием кнопки меню текстового редак-

тора «надстрочный знак» – x²). При оформлении библиографических источников, примечаний и ссылок автоматические «сноски» текстового редактора не используются. Сноска дается в подстрочнике на 1-й странице в случае указания на продолжение статьи и/или на источник публикации.

Подрисуночные подписи оформляются по схеме: название/номер файла иллюстрации – пояснения к ней (что/кто изображен, где; для изображений обложек книг и их содержания – библиографическое описание и т. п.). Номера файлов в списке должны соответствовать названиям/номерам предоставляемых фотоматериалов.

2. Материалы на английском языке – информация об авторе/авторах, название статьи, аннотация, ключевые слова – в распечатанном виде и в электронной форме (второй отдельный файл на CD / по электронной почте), содержащие текст в формате Word (версия 1997–2003).

3. Иллюстративные материалы – в электронной форме (фотография автора обязательна, иллюстрации) – отдельными файлами в форматах TIFF/JPG разрешением не менее 300 dpi.

Не допускается предоставление иллюстраций, импортированных в Word, а также их ксерокопий.

Ко всем изображениям автором предоставляются подрисуночные подписи (включаются в файл с авторским текстом).

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

5. Желательно рекомендательное письмо научного руководителя – для публикации статей аспирантов и соискателей.

Авторы статей несут ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.

Редакция не всегда разделяет мнения авторов и не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных.

Редакция журнала не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

Редакция вправе изъять уже опубликованную статью, если выяснится, что в процессе публикации статьи были нарушены чьи-либо права или общепринятые нормы научной этики.

О факте изъятия статьи редакция сообщает автору, который представил статью, рецензенту и организации, где работа выполнялась.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается. Статьи и предоставленные CD-диски, другие материалы не возвращаются.

Статьи, оформленные без учета вышеизложенных Правил, к публикации не принимаются.

Правила составлены с учетом требований, изложенных в Информационном письме Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ от 14.10.2008 № 45.1–132 (<http://5ak.ed.go5.ru/ru/list/inletter-14-10-2008/>).

Профессиональные праздники и памятные даты

1 марта



Всемирный день гражданской обороны. В этот день в 1972 г. вступил в силу Устав Ассамблеи Международной организации гражданской обороны (МОГО). Дата призвана пропагандировать деятельность всех национальных служб по защите населения и окружающей среды. МЧС России является полноправным и активным членом МОГО с 1993 г.



День эксперта-криминалиста МВД. 1 марта 1919 г. начал функционировать Кабинет судебной экспертизы при Центросуде РСФСР — первое экспертное подразделение в органах внутренних дел России. Ныне эта структура является, по сути, научно-технической службой милиции.

3 марта



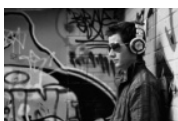
Всемирный день писателя. Отмечается с 1986 г. по решению 48-го конгресса Международного пен-клуба. Первый такой клуб был основан в Англии в 1921 г., получив название от аббревиатуры: poets (поэты), essayists (очеркисты), novelists (романисты). Международная организация писателей выступает в защиту свободы информации во всех странах.

8 марта



Международный женский день. История праздника берет начало с 8 марта 1857 г., когда работницы фабрик Нью-Йорка провели демонстрацию в защиту своих прав. В европейских странах день начали отмечать с начала XX века, но официальный статус он получил в 1921 г. в Советской России. Именно по инициативе СССР на Ассамблее ООН в 1975 г. праздник и получил Международное признание.

9 марта



Международный день ди-джея. Отмечается от имени международной клубной индустрии с 2002 г. С тех пор World DJ Day — не просто праздник, а целый ряд благотворительных акций музыкантов и танцоров в помощь детским организациям.

10 марта



День архивов. В этот день Петром I был подписан первый в России государственный акт — «Генеральный регламент или Устав». Он определил государственную должность архивариуса, которому надлежало «...письма прилежно собирать, оным реестры чинить, листы перемечивать...». С тех пор берет начало государственная архивная служба России.

11 марта



День работников наркоконтроля. В октябре 2007 г. Указом Президента России был образован Государственный комитет, призванный бороться с незаконным оборотом наркотиков и заниматься профилактикой наркомании. А 16 февраля 2008 г. Владимир Путин подписал Указ о новом профессиональном празднике работников наркоконтроля.

12 марта

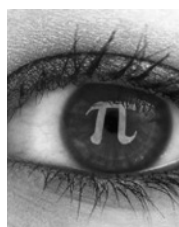


День работников уголовно-исполнительной системы Минюста России. В этот день 1879 г. Император Александр III издал Указ о создании тюремного департамента, положивший начало единой государственной системе исполнения наказаний в России.

14 марта



День работников геодезии и картографии. Профессия картографа появилась в России в марте 1720 г., когда по приказу Петра I были проведены первые картографические измерения. А официальный профессиональный праздник был установлен Указом Президента РФ 11 ноября 2002 г. С тех пор он отмечается каждое второе воскресенье марта.



Международный день числа «Пи». Основопологающее математическое соотношение используется учеными и специалистами всего мира. В американском написании дата выглядит как 3.14, потому именно в этот день и отмечается праздник. Знаменательно, что он совпадает с днем рождения выдающегося физика современности Альберта Эйнштейна.

15 марта



Всемирный день защиты прав потребителей. Отмечается в годовщину выступления в Конгрессе Президента США Джона Ф. Кеннеди в 1961 г. В выступлении были сформулированы четыре основных права потребителя: на безопасность, на информацию, на выбор и право быть услышанным. Позднее к ним добавились еще четыре, а с 1983 г. день был закреплен в международном календаре праздничных дат.

16 марта



День подразделений экономической безопасности в системе МВД России. Предшественником этой службы был знаменитый отдел по борьбе с хищениями социалистической собственности и спекуляцией (ОБХСС), созданный 16 марта 1937 г. в составе Наркомата внутренних дел СССР. А в феврале 1992 г. в МВД России было создано Главное управление по экономическим преступлениям (ныне — ГУБЭП).

19 марта



День моряка-подводника. В 1906 г. по Указу Императора Николая II классификацию судов военного флота пополнил новый разряд кораблей — в строй вступили первые 10 подводных лодок. Первая из них («Дельфин») была построена на Балтийском заводе в 1904 г. Сегодня группировка подводных атомных крейсеров с крылатыми ракетами является гордостью ВМФ России.

Поздравим друзей и нужных людей!

20 марта



Всемирный день астрологии. В конце XX века европейские астрологи предложили отмечать этот праздник именно 20 марта, в день начала нового астрономического и астрологического года. Мифологическое учение о влиянии звезд на человека возникло в глубокой древности. Но и в наши дни оно имеет немало почитателей по всему миру.

21 марта



День работников торговли, бытового обслуживания населения и жилищно-коммунального хозяйства. В Советском Союзе праздник появился в 1966 г. и отмечался в четвертое воскресенье июля. Позже, согласно Указу Президиума Верховного Совета СССР от 01 ноября 1988 г., работники торговли и обслуживания получили другую праздничную дату — каждое третье воскресенье марта.



Всемирный день поэзии. День зародился в 1999 г., на 30-й сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО. По замыслу организаторов, праздник призван послужить созданию духовного и позитивного образа поэзии как подлинно современного искусства, открытого людям.



Международный день кукольника. Идея выделить особый день для почитания этого жанра принадлежит известному иранскому деятелю кукольного театра Дживаду Золфагарихо. Праздник отмечается с 2003 г. согласно решению Международного союза театров кукол УНИМА. Основная идея — объединение профессионалов и любителей одного из древнейших видов искусства



Всемирный день Земли. Изначально праздник отмечается во многих странах в День весеннего равноденствия, что символизирует наступление весны. 26 февраля 1971 г. в ООН была принята специальная прокламация, посвященная защите нашей планеты. С тех пор ежегодно 21 марта в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке звонит колокол мира.



Международный день борьбы за ликвидацию расовой дискриминации. Провозглашен Генеральной Ассамблеей ООН в 1966 г. Дата выбрана в память жертв трагических событий в ЮАР: в этот день в 1960 г. во время мирной демонстрации против законов режима апартеида от пуль полиции погибли 69 африканцев.

22 марта

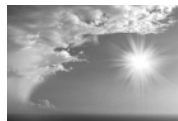


День Балтийского моря. Решение о ежегодном праздновании дня моря было принято на 17-м заседании Хельсинкской конвенции в 1986 г. Сегодня важнейший морской транспортный коридор, связывающий Россию, Европу и Азию, нуждается в экологической защите и очистке.



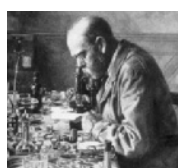
Всемирный день водных ресурсов. Идея проведения Всемирного дня впервые прозвучала в 1992 г. на Конференции ООН по охране окружающей среды в Рио-де-Жанейро. Официально дата установлена годом позже, на Генеральной Ассамблее ООН. Основная цель — привлечение всеобщего внимания к охране и сохранению ресурсов пресной воды.

23 марта



День работников гидрометеорологической службы России. В 1834 г., согласно «высочайшему соизволению» Императора Николая I, в Санкт-Петербурге была учреждена Нормальная магнитно-метеорологическая обсерватория. Указом о дате профессионального праздника российских метеорологов Указ Президента РФ от 19 мая 2008 г.

24 марта



Всемирный день борьбы с туберкулезом. В этот день 1882 г. немецкий микробиолог Роберт Кох объявил о сделанном им открытии возбудителя туберкулеза. В 1993 г. Всемирная организация здравоохранения объявила болезнь национальным бедствием и назвала дату Всемирным днем борьбы с ней.

25 марта



День работника культуры. Инициатором такого объединяющего профессионального праздника стал министр культуры РФ Александр Соколов. Согласно Указу Президента страны от 28 августа 2007 г., все хранители и создатели российской культуры отмечают свой день ежегодно 25 марта.

27 марта



День внутренних войск МВД России. 27 марта 1811 г. Император Александр I подписал Указ о формировании в российских городах батальонов внутренней стражи. С тех пор внутренние войска не раз реорганизовывались, но всегда выполняли важнейшие задачи по сохранению территориальной целостности страны и поддержанию общественного порядка. В 1996 г. Указ Президента РФ вернул историческую дату на свое почетное место.



Международный день театра. Установлен в 1961 г. IX Конгрессом Международного института театра (МИТ). СССР, а затем и Россия — постоянный член исполнительного комитета этой организации, призванной крепить дружбу между народами и расширять творческое сотрудничество.

29 марта



День специалиста юридической службы в Вооруженных силах. Профессиональный праздник военных юристов установлен Указом Президента РФ от 31 мая 2006 г. Этот день был утвержден в качестве признания значимости правового обеспечения военной безопасности РФ.

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
Агентства «Роспечать»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ

на ~~журнал~~

84817

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРТОЧКА

ПВ

место

литер

на ~~журнал~~

84817

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Стоимость

подписки

передатрсовки

руб.

коп.

Количество комплектов

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
«Почта России»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ

на ~~журнал~~

12532

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРТОЧКА

ПВ

место

литер

на ~~журнал~~

12532

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Стоимость

подписки

передатрсовки

руб.

коп.

Количество комплектов

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передплатовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией

об оплате стоимости подписки (передплатовки).

Для оформления подписки на газету или журнал,
а также для передплатовки издания бланк абонемента
с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами,
разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями,
изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при передплатовке
издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится
работниками предприятий связи и подписных агентств.

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передплатовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией

об оплате стоимости подписки (передплатовки).

Для оформления подписки на газету или журнал,
а также для передплатовки издания бланк абонемента
с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами,
разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями,
изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при передплатовке
издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится
работниками предприятий связи и подписных агентств.

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

полугодие
2010

Выгодное предложение!

Подписка на 1-е полугодие по льготной цене – 3024 руб. (подписка по каталогам – 3780 руб.)

Оплатив этот счет, **вы сэкономите на подписке около 20%** ваших средств.

Почтовый адрес: 125040, Москва, а/я 1

По всем вопросам, связанным с подпиской, обращайтесь по тел.:

(495) 749-2164, 211-5418, 749-5483, тел./факс (495) 250-7524 или по e-mail: podpiska@panor.ru

ПОЛУЧАТЕЛЬ:

ООО Издательство «Профессиональная Литература»

ИНН 7718766370	КПП 771801001	р/сч. № 40702810438180001886	Вернадское ОСБ №7970, г. Москва
----------------	---------------	------------------------------	---------------------------------

БАНК ПОЛУЧАТЕЛЯ:

БИК 044525225	к/сч. № 30101810400000000225	Сбербанк России ОАО, г. Москва
---------------	------------------------------	--------------------------------

СЧЕТ № 1ЖК2010 от «___» _____ 2009

Покупатель:

Расчетный счет №:

Адрес:

№№ п/п	Предмет счета (наименование издания)	Кол-во экз.	Цена за 1 экз.	Сумма	НДС 0%	Всего
1	Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт (подписка на I полугодие 2010 г.)	6	504	3024	Не обл.	3024
2						
3						
ИТОГО:						
ВСЕГО К ОПЛАТЕ:						

Генеральный директор

Главный бухгалтер



Генеральный директор

К.А. Москаленко

Главный бухгалтер

Л.В. Москаленко

ВНИМАНИЮ БУХГАЛТЕРИИ!

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ (С ИНДЕКСОМ) И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

НДС НЕ ВЗИМАЕТСЯ (УПРОЩЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ).

ОПЛАТА ДОСТАВКИ ЖУРНАЛОВ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ. ДОСТАВКА ИЗДАНИЙ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО ПОЧТЕ ЦЕННЫМИ БАНДЕРОЛЯМИ ЗА СЧЕТ РЕДАКЦИИ. В СЛУЧАЕ ВОЗВРАТА ЖУРНАЛОВ ОТПРАВИТЕЛЮ, ПОЛУЧАТЕЛЬ ОПЛАЧИВАЕТ СТОИМОСТЬ ПОЧТОВОЙ УСЛУГИ ПО ВОЗВРАТУ И ДОСЫЛУ ИЗДАНИЙ ПО ИСТЕЧЕНИИ 15 ДНЕЙ.

ДАННЫЙ СЧЕТ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВАНИЕМ ДЛЯ ОПЛАТЫ ПОДПИСКИ НА ИЗДАНИЯ ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ И ЗАПОЛНЯЕТСЯ ПОДПИСЧИКОМ. СЧЕТ НЕ ОТПРАВЛЯТЬ В АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА.

ОПЛАТА ДАННОГО СЧЕТА-ОФЕРТЫ (СТ. 432 ГК РФ) СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ЗАКЛЮЧЕНИИ СДЕЛКИ КУПИ-ПРОДАЖИ В ПИСЬМЕННОЙ ФОРМЕ (П. 3 СТ. 434 И П. 3 СТ. 438 ГК РФ).

ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЕЖНОГО ПОРУЧЕНИЯ

Поступ. в банк плат.

Списано со сч. плат.

ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №

Дата

Вид платежа

Сумма
прописью

ИНН	КПП	Сумма			
Платательщик		Сч.№			
		БИК			
		Сч.№			
Банк Плательщика		БИК	044525225		
Сбербанк России ОАО, г. Москва		Сч.№	30101810400000000225		
Банк Получателя		Сч.№	40702810438180001886		
ИНН 7718766370					
КПП 771801001					
ООО Издательство «Профессиональная Литература»		Вид оп.	Срок плат.		
Вернадское ОСБ 7970 г. Москва					
Получатель		Наз.пл.	Очер. плат.		
		Код	Рез. поле		

Оплата за подписку на журнал **Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт** (___ экз.)
на **6** месяцев, без налога НДС (0%). ФИО получателя _____
Адрес доставки: индекс _____, город _____,
ул. _____, дом _____, корп. _____, офис _____
телефон _____, e-mail: _____

Назначение платежа

Подписи

Отметки банка

М.П.



При оплате данного счета
в платежном поручении
в графе «**Назначение платежа**»
обязательно укажите:

- 1 **Название издания и номер данного счета**
- 2 **Точный адрес доставки (с индексом)**
- 3 **ФИО получателя**
- 4 **Телефон (с кодом города)**

По всем вопросам, связанным с подпиской,
обращайтесь по тел.:
(495) 922-1768, 211-5418, 749-5483,
тел./факс **(495) 250-7524**
или по e-mail: **podpiska@panor.ru**