

ПОДПИСКА



2010

I ПОЛУГОДИЕ

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

1 ПОДПИСКА НА ПОЧТЕ

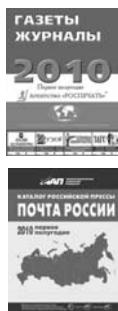


ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ РОССИИ

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

Поступ. в банк плат.		Списано со сч. плат.		XXXXXX	
ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №			Дата	электронно Вид платежа	
Сумма прописью	ИНН	КПП	Сумма		
			Сч. №		
Платательщик			БИК		
Банк плательщика			Сч. №		
Сбербанк России ОАО, г. Москва			БИК	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.					

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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**«Электрооборудование:
эксплуатация и ремонт»**

№ 2/2010

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

**На смену резисторным РПН приходят
вакуумные регуляторы типа VCM 7**

*Компания «Хуамин» разработала вакуумный переключатель
типа VCM для регулирования напряжения под нагрузкой.*

Перспективы применения мини-ТЭЦ 10

**Сколько электроэнергии выработали
электростанции России в 2009 году? 13**

*По оперативным данным ОАО «СО ЕЭС», выработка электро-
энергии в ЕЭС России за восемь месяцев 2009 года составила
616,6 млрд кВт·ч, потребление – 607,1 млрд кВт·ч.*

ПРИБОРЫ

И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

**Оборудование гарантированного электропитания
с повышенной степенью защиты в сетях 0,4 кВ 16**

*Для повышения надежности электропитания разработаны
источники с повышенной степенью защиты (стабилизаторы
напряжения ИБП, компенсаторы реактивной мощности).*

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

**Итоги круглого стола «Энергосберегающие
технологии, инновации, конкурентоспособность
отечественной промышленности» 24**

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**О повышении качества электрической
энергии в точках общего присоединения
тяговых подстанций 28**

*Рассмотрен вопрос обеспечения электромагнитной совмести-
мости в точке общего присоединения тягового трансформа-
тора за счет снижения несимметрии при использовании ем-
костных фильтров на стороне высшего напряжения тяговой
подстанции или на стороне тяговой нагрузки.*

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ №2/2010

Повышение надежности работы электрооборудования за счет использования нанотехнологий..... 32

Нанотехнологии постепенно внедряются в электроэнергетику: производство кабелей, измерительную технику, трансформаторы тока и т. д.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Технологии сбора данных с приборов учета тепла 38

Рассматривается выбор оптимальной технологии сбора и передачи данных при применении теплосчетчиков.

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Диагностика прессовки обмоток силового трансформатора 42

Установлены основные причины повреждаемости силовых трансформаторов. Необходим каталог повреждений по результатам испытаний.

Испытание и диагностика кабельных линий на напряжение 6–10 кВ на МГУП «Мосводоканал» 45

Рассматривается современный подход к испытаниям и диагностике кабельных линий напряжением 6–10 кВ в процессе эксплуатации.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

Средства для повышения надежности электроснабжения промышленных потребителей 52

Анализируются используемые средства для повышения надежности электроснабжения.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Электротехническое и технологическое оборудование (управление, контроль, испытания)..... 61

Повышение надежности электрооборудования установки «ковш-печь»..... 66

ИМЕНА И ДАТЫ

Томас Алва Эдисон 72



«ELECTRICAL EQUIPMENT: EXPLOITATION AND REPAIR» # 2, 2010

NEWS IN POWER-ENGINEERING

MARKET AND PERSPECTIVES

Vacuum regulators, type VCM, replace resister on-load tape changers..... 7

Company Huaming developed vacuum switch type VCM for on-load tap changing.

Perspectives of application of co-generation plant 10

How much electrical energy was generated by electrical stations in Russia in the year 2009? 13

According to the data of «System, operator of unified electric power system» OAO, generation of electrical power in Russia per 8 months in 2009 constituted 616,6 billions of kW/hr and consumption was 607,1 billion of kW/hr.

ELECTRICAL EQUIPMENT AND DEVICES

Equipment of uninterrupted power supply with increased level of protection in 0,4 kV networks 16

For improvement of reliability of power supply supplies with increased level of protection were developed (voltage stabilizers, UPS, reactive power compensator).

ENERGY SAVING

Results of round table «Energy saving technologies, innovations, competitive ability of Russian industry» 24

PROBLEMS AND SOLUTIONS

Concerning improvement of the quality of electrical energy in the points of common connection of tracking substations 28

An article considers question of provision of electromagnetic compatibility in the point of common connection of traction transformer due to reduction of asymmetry when using capacitive filter at the high voltage side of tracking substation or at the side of traction load.

Improvement of reliability of operation of electrical equipment due to application of nanotechnologies 32

Nanotechnologies are gradually implemented in electric power industry: cables manufacture, measuring equipment, current transformers etc.

SHARING EXPERIENCES

Technologies of data collection from heat meters 38

An article considers selection of optimal technology of data collection and transmission when applying heat meters.

DIAGNOSTICS AND TESTING

Diagnostics of pressing of power transformer's windings 42

Main reasons of failures of power transformers are detected. The catalog of failures according to test results is necessary.

Testing and diagnostics of cable lines with voltage of 6–10 kV at MGUP Mosvodokanal 45

An article considers the modern approach to the testing and diagnostics of cable lines with voltage of 6–10 kV in the process of exploitation.

EXPLOITATION AND REPAIR

Means of improvement of reliability of electrical supply of industrial consumers 52

An article analyses used means for improvement of reliability of electrical supply.

RESEARCH-TO-PRACTICE DEVELOPMENTS

Electrotechnical and technological equipment (control, monitoring, tests) 61

Improvement of reliability of electrical equipment of ladle furnace 66

NAMES AND DATES

Thomas Alva Edison 72

РАЗВИТИЕ ОМСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ОСТАЕТСЯ В ЧИСЛЕ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА

В среднесрочной перспективе в Прииртышье будет реализован ряд крупных энергоемких проектов в машиностроении, сельском хозяйстве, нефтехимии, оборонной, обрабатывающей и электронной промышленности, которые невозможно выполнить без активного развития энергетической системы Омской области. Об этом заявил первый заместитель председателя правительства Омской области Валерий Бойко на заседании регионального Совета по развитию электроэнергетики.

В Омской области после определенной негативной коррекции в начале текущего года, наблюдается тенденция к стабильному росту потребления электроэнергии, объем которого превысит 10 млрд кВт·ч. В целом этот показатель останется на уровне прошлого года. К 2013 году, по прогнозам ОАО «Системный оператор ЕЭС», потребление электроэнергии в регионе может возрасти на 30%.

Правительством Омской области предпринимается ряд мер по стимулированию развития генерирующих мощностей и электросетевого комплекса. На территории региона свои инвестиционные программы реализуют такие крупные энергокомпании, как ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «МРСК Сибири», ОАО «ТГК-11». Задействуются механизмы партнерства государства и бизнеса. Например, из средств губернской казны будет направлено более 262 миллионов рублей на софинансирование строительства подстанции «Прибрежная». Также при поддержке региональных властей на реализацию этого проекта будут привлечены средства из Инвестиционного фонда Российской Федерации. Кроме того, в среднесрочной перспективе в регионе появятся несколько новых магистральных линий электропередачи.

Ближайшие планы развития омской генерации связаны с глубокой реконструкцией имеющихся энергоустановок. Так, на Омской ТЭЦ-3 энергетики намерены внедрить современные высокоэффективные парогазовые установки. Они позволят увеличить установленную мощ-

ность станции, а также повысить надежность энергоснабжения в регионе. Основными источниками финансирования должны стать собственные средства компании и привлеченные кредитные ресурсы.

ИА INFOLine

ДЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НАЧНЕТСЯ В 2010 ГОДУ – АНАЛИТИКИ БАНКА МОСКВЫ

Рынок электроэнергии в 2009 г. оказался под давлением экономического кризиса. Падение спроса происходило большую часть года, в отдельные периоды превышая 10%-ный рубеж. Относительная стабильность на рынке электроэнергии стала наблюдаться только ближе к концу года – в сентябре – октябре. Снижение потребления сопровождалось падением цен свободного рынка.

Тем не менее, даже несмотря на плохую рыночную конъюнктуру, финансовые результаты работы ОГК оказались весьма впечатляющими. По итогам полугодия оптовые генерирующие компании сумели продемонстрировать рекордные показатели рентабельности, что позволяло ожидать хороших результатов и по итогам всего года.

Мы сохраняем наши прогнозы относительно роста рынка электроэнергии, полагая, что в 2010 г. начнется длительный процесс восстановления. В данном обзоре мы изменили наши прогнозы уровня цен в свободном сегменте, что связано с более негативными, чем мы ожидали, итогами 2009 г. В результате пересмотра прогноз цен в энергетической зоне «Европа + Урал» в 2010–2015 гг. в среднем снижен на 1,6% и на 15,7% в Сибири.

Тем не менее основное влияние на изменение наших моделей оказала корректировка цен на новую мощность, оцененную с помощью новой методики определения экономической обоснованной стоимости мощности, принятой в ноябре Советом рынка.

Мы также изменили подход к оценке акций ОГК, переведя прогнозы в рубли и выделив из общего денежного потока новые проекты, ввод которых ожидается после 2014 г.

Принимая во внимание сделанные изменения, мы провели пересмотр наших целевых уровней стоимости акций на конец 2010 г. Из всех компаний сектора мы выделяем акции ОГК-4, по нашим оценкам, имеющие наибольший потенциал роста стоимости.

Финам. ru

РОСНАНО ИНВЕСТИРУЕТ В ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Наблюдательный совет РОСНАНО одобрил участие Корпорации в проекте по созданию производства наногетероструктурных фотопреобразователей с КПД 37–45%, солнечных модулей и энергоустановок нового поколения с линзами Френеля и системой слежения за солнцем. Его реализация позволит коммерциализировать разработанные в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН фундаментальные научно-технические принципы и технологические основы построения основных элементов концентраторных солнечных фотоэнергетических установок.

В концентраторных солнечных энергоустановках будут использованы каскадные солнечные элементы нового поколения на основе наногетероструктур для фотоэлектрического преобразования концентрированного излучения, линзы Френеля, концентрирующие солнечную энергию до 900 крат, а также высокоточные системы слежения за солнцем.

В предлагаемых концентраторных фотоэлектрических модулях прямое солнечное излучение, падающее на поверхность линзы Френеля площадью, например, 50х50 мм, концентрируется на высокоэффективном каскадном солнечном элементе площадью менее 4 мм². Солнечные элементы при этом не перегреваются за счет использования специально разработанных теплоотводов естественного охлаждения.

Для производства каскадных солнечных фотоэлементов, использующихся в тандеме с концентраторами, будут реализованы модификации метода химического осаждения из газовой фазы различных полупроводниковых материалов на подложки из германия.

«Необходимо отметить, что концентраторные технологии более эффективны и будут наиболее экономичными в долгосрочной перспективе. В ситуации дефицита кремния развитие концентраторных технологий становится более предпочтительным, – говорит управляющий директор РОСНАНО Сергей Поликарпов.

В рамках проекта будет создано производство полного цикла, включающего в себя выращивание наногетероструктур, производство чипов, сборку модулей, производство систем слежения за солнцем и сборку солнечных фотоэлектрических установок.

Объем выпуска новых установок составит около 85 МВт в год. Ожидается, что в 2015 году выручка проектной компании составит более 130 млн евро. Ее учредителями станут РОСНАНО, Module Solar AG и компания «Солнечный поток», учрежденная ключевыми разработчиками технологии.

Денежный вклад РОСНАНО в проект составит 1290 млн рублей, другие участники проекта также внесут денежные средства и интеллектуальную собственность на общую сумму 1290 млн рублей. Кроме того, в ходе реализации проекта предполагается привлечение 3150 млн рублей у сторонних инвесторов.

Общий бюджет реализации проекта оценивается в 5730 млн рублей.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН – один из крупнейших научных центров России, в котором широким фронтом ведутся как фундаментальные, так и прикладные исследования в важнейших областях современной физики и технологии. Институт является мировым лидером в области полупроводниковых гетероструктур (Нобелевская премия 2000 г. Ж. Алферова), включая гетероструктурные солнечные элементы и установки на их основе. Институт был основан в 1918 году, входит в состав Российской академии наук.

Module Solar AG – швейцарская компания, занимающаяся реализацией СФЭУ на ключевых рынках, а также материалов и компонент для них. Является соинвестором проекта, а также будет поддерживать проект в части вывода продукции на рынок.

ИА INFOLine

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



УДК 621.3.06

НА СМЕНУ РЕЗИСТОРНЫМ РПН ПРИХОДЯТ ВАКУУМНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ ТИПА VCM

Аннотация. Компания «Хуамин» разработала вакуумный переключатель типа VCM для регулирования напряжения под нагрузкой.

Summary. Company Huaming developed vacuum switch type VCM for on-load tap changing.

Ключевые слова: устройства РПН, замена на вакуумные переключатели, техническая характеристика, преимущества.

Keywords: on-load tap changers, replacement on vacuum switches, technical feature, advantages.

В большинстве силовых трансформаторов до последнего времени использовались регуляторы под нагрузкой, в которых применялись высокоскоростные переключающие резисторы и контакты из медно-вольфрамового сплава для гашения в масле при нулевом значении тока. В этом случае коксование и загрязнение масла становится большой проблемой в связи с повышенным обгоранием контактов при частых операциях, что требовало частых ремонтов.

В XXI веке – эре новых технологий – переключатели также переживают революци-

онные изменения. В связи с необходимостью модернизации электрических систем окончательно решить проблемы загрязнения масла, продлить рабочий ресурс переключателей, сократить расходы на ремонт, повысить надежность и безопасность операций компания «Хуамин» разработала вакуумный РПН типа VCM. Этот переключатель является новейшим продуктом, специально разработанным для модернизации и модификации существующих переключателей типа СМ с контактами из медно-вольфрамового сплава.

Свойства переключателей типа VCMу:

Переключатели типа VCM имеют тот же принцип работы, что и переключатели CM. Оба типа имеют переключатели перехода на двойных резисторах.

Переключатели типа VCM имеют те же общие размеры, что и тип CM (или M), что облегчает замену переключателя целиком или только шунтирующий переключатель. Это также сокращает расходы на модернизацию электрических сетей на переключателях типа CM.

Переключатели типа VCM используют вакуумные камеры вместо контактов из медно-вольфрамового сплава в переключателях типа CM, что позволяет избежать коксования и загрязнения масла и таким образом повы-

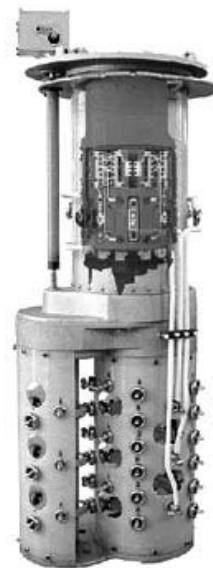


Рис. 1. Вакуумный РПН VCM

Таблица 1

Технические данные на РПН типа VCM

Модель		VCM III 500 VCM III 500	VCM I 500 VCM I 600	VCM I 800I	VCM I 1200	VCM I 1500
Макс. расчетный сквозной ток, А		500	600	800	1200	1500
Номинальная частота, Гц		50–60				
Тип соединения		3 фазы для соединения Y, 1 фаза для других соединений				
Макс. шаговое напряжение, В		3300				
Номинальная шаговая мощность, кВ·А		1400	1500	2000	3100	3500
Испытание короткой цепи	Термостабилизация (3 сек.)	8	8	16	24	24
	Динамический (пиковый)	20	20	40	60	60
Количество рабочих положений		18 без предызбирателя, 35 с предызбирателем				
Изоляция на землю	Макс. напряжение для оборудования (IV), кВ	72,5	126	170	252	
	Номинальное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (1 мин./50 Гц), кВ	140	230	325	460	
	Номинальное импульсное напряжение грозового разряда (кВ 1,2\50 мкс)	350	550	750	1050	
Предызбиратель		Размеры В. С. D в зависимости от уровня изоляции				
Механический рабочий ресурс		1 000 000 операций				
Электрический рабочий ресурс		3 000 000 операций				
Отделение для масла обходного переключателя	Рабочее давление, кПа	30				
	Уплотнение	без утечки при 6,104 Pa за 24 часа				
	Защита от высокого давления	Пробойный диск открывается при 300±20% kPa				
	Защитное реле	—	—	—	—	—

силь изолирующие свойства масла и рабочий ресурс контактов. Отпадает необходимость фильтрования и замены масла, что также снижает расходы.

Переключатели типа VCM рассчитаны на 300 000 операций без технического обслуживания, что значительно снижает расходы при эксплуатации и техническом обслуживании.

Переключатели типа VCM проводят долговременный ток через специальный механический шунт основных контактов и кратковременный ток через вакуумные камеры, что позволяет выдерживать более высокие

значения тока. Все вакуумные камеры закреплены в стационарном положении и не допускают сбоев в работе.

Технические данные на переключатели типа VCM:

РПН типа VCM могут использоваться на всех моделях трансформаторов с номинальным 3-фазным током 600 А, максимальным шаговым напряжением 3300 В и номинальным напряжением 63–220 кВ. Переключатель имеет 18 рабочих положений (без переходного селектора) или 35 рабочих положений (с переходным селектором). См. таблицу 1.

ВЫСТАВКИ В 2010 году

9-я Международная специализированная выставка кабелей, проводов, соединительной арматуры, техники прокладки и монтажа кабельно-проводниковой продукции

Дата проведения: 16–19 марта.

Место проведения: Москва, ВВЦ «Сокольники», пав. 4.

9-я Международная выставка и конференция «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности» – NDT-2010

Дата проведения: 17–19 марта.

Место проведения: Москва, СК «Олимпийский».

Международная конференция по энергетике

Дата проведения: 24–26 марта.

Место проведения: Москва, ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне.

11-я Международная выставка «Высокие технологии XXI века» – «ВТ-XXI-2010»

Дата проведения: 19–22 апреля.

Место проведения: Москва, ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне, пав. 7.

Тематика: нанотехнологии, энергетика, экология и др.

9-я Международная выставка и конгресс «Вода: экология и технология» – «ЭКВАТЭК-2010»

Дата проведения: 1–4 июня.

Место проведения: Москва, МВЦ «Крокус Экспо».

5-я Международная выставка и конференция «Трубопроводные системы коммунальной инфраструктуры: строительство, диагностика, ремонт и эксплуатация» – «Сити-Пайп-2010»

Дата проведения: 1–4 июня.

Место проведения: Москва, МВЦ «Крокус Экспо».

19-я Международная выставка электрооборудования для энергетики, электротехники и электроники, энерго- и ресурсосберегающих технологий бытовой электротехники – «Электро-2010»

Дата проведения: 7–10 июня.

Место проведения: Москва, ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне.

Выставка «Насосы, компрессоры, арматура»

Дата проведения: 26–29 октября.

Место проведения: Москва, МВЦ «Крокус Экспо», пав. 1, зал 4.



*Материал подготовлен
редакцией журнала
E-mail: aps@panor.ru*

УДК 620.98

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИ-ТЭЦ

Самый известный аргумент, приводимый противниками распространения мини-ТЭЦ, – их недостаточная рентабельность, являющаяся следствием низкого КПД малых станций и высокой амортизационной стоимости оборудования. Рассмотрим объективные факторы, определяющие эффективность работы небольших ТЭЦ.

Как известно, рентабельность системы энергоснабжения складывается из трех основных составляющих: эффективности производства, транспортировки и потребления энергии. Что касается транспортировки, то здесь преимущества мини-ТЭЦ налицо.

Однако чем больше расстояние между источником тепла и потребителем, тем она менее эффективна. Большая протяженность трубопровода увеличивает тепловые потери и затраты электричества на циркуляцию теплоносителя. Действительно, при дальней передаче теряется минимум 8–10% энергии. Если же источник расположен в непосредственной близости к потребителю,

то потери незначительны. Кроме того, стоимость подключения удаленных абонентов к внешним сетям часто сопоставима с бюджетом строительства малой станции.

Поскольку потери при транспортировке минимальны, можно считать, что вопрос рентабельности мини-ТЭЦ – это вопрос эффективности производства и потребления энергии.

Конечно, малым станциям сложнее добиться такого же КПД, как большим ТЭЦ. Последние работают с постоянной нагрузкой, тогда как занятость агрегатов малой мощности подвержена существенным колебаниям, как сезонным, так и суточным. Однако, как показывает зарубежная практика и опыт немногих отечественных проектов, имея достоверную информацию об этих колебаниях, можно существенно повысить рентабельность мини-ТЭЦ.

Детальный и регулярный анализ данных об энергопотреблении помогает оптимизировать режим эксплуатации оборудования и более рационально использовать топливо.

Достичь высоких показателей рентабельности позволяет организация на станции приборного учета энергоресурсов.

Конечно, режим производства электрической и тепловой энергии на мини-ТЭЦ зависит от особенностей потребления, суточных колебаний и пиковых нагрузок. В то же время благодаря своей близости к потребителю небольшие станции располагают большими возможностями для гибкого взаимодействия с ним.

Немаловажным является и то обстоятельство, что наличие оперативных данных об энергопотреблении на различных участках системы позволяет в режиме реального времени контролировать ее состояние.

Опыт применения мини-ТЭЦ на одном из объектов показал, что трехуровневая система автоматического управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе серийных блок-модулей фирмы Siemens AG практически полностью исключает вероятность ошибок персонала. Система автоматического считывания открывает доступ к данным в реальном времени и позволяет по запросу с диспетчерского пульта получать всю необходимую информацию о работе станции.

Экономия человеческих ресурсов, необходимых для ручного сбора данных, также снижает общие эксплуатационные расходы.

Даже при самом высоком КПД говорить о рентабельности мини-ТЭЦ бессмысленно, если система расчетов с потребителями не работает должным образом. А залогом ее эффективности является баланс между данными о расходе энергии на выходе станции и потреблении на стороне абонента.

Показательна ситуация, с которой столкнулись специалисты одного из энергоцентров. На выходе магистрали из ТЭЦ и на коммерческих узлах учета тепловой энергии у потребителей была выявлена 35-процентная разница в показаниях теплосчетчиков. Учитывая, что теплотрасса является новой, а ее протяженность составляет всего 1,5 км, подобные потери при транспортиров-

ке исключены. В результате проведенного специализированной организацией энергоаудита и анализа данных пришли к выводу об истинности показаний приборов, установленных со стороны энергоцентра.

После проверки узлов учета со стороны потребителей стало ясно, что были допущены нарушения: один из установленных приборов не соответствует проекту, и к тому же он уже был в эксплуатации. Этот узел учета заменили и провели пусконаладочные испытания. После этого ситуация нормализовалась.

Было бы разумным, чтобы каждый поставщик энергии имел четкую политику установки приборов учета и держал этот процесс под контролем. Здесь российской малой энергетике может быть полезен европейский опыт. На Западе приборы учета являются собственностью тепловой компании, поэтому поставщики энергии устанавливают у потребителей те счетчики, в точности показаний которых они уверены.

Известно, что три четверти генерирующих мощностей российских электростанций исчерпают свой ресурс к 2015 году. Поэтому вопрос об эффективности небольших энергоисточников актуален сегодня для многих руководителей и чиновников. Говоря о рентабельности той или иной станции, учитывают лишь прибыль от продажи электричества и тепла. Но не стоит забывать, что отсутствие энергии заставило бы отложить запуск производства или сдачу жилья на длительное время, иногда на несколько лет. Почему-то упущенную выгоду никто не считает.

Для достижения высокой производительности станции главное – подойти к ее проектированию с умом.

Решение о строительстве мини-ТЭЦ должен предварять глубокий анализ режимов энергопотребления объектов по отдельным составляющим. Правильный учет коэффициента одновременности работы оборудования, снятие пиковых нагрузок за счет аккумулирующих систем, использование

энергосберегающих решений позволяют сократить на 20–30% и капитальные, и эксплуатационные затраты.

В частности, при разработке проекта нужно учитывать, что КПД станции может быть значительно увеличен, если эксплуатировать ее в режиме тригенерации, когда часть тепловой энергии преобразуется в энергию охлаждения. В среднем КПД небольших станций составляет не менее 80–82% зимой и 60% в теплое время года. Если же летом использовать тепло для обеспечения работы холодильных установок абсорбционного типа, эффективность работы мини-ТЭЦ значительно повышается.

Так сделали в одном из районов, где летом тепло потребляется агрегатами, производящими хладагент для системы кондиционирования административного здания. Кстати, при необходимости можно учитывать энергию охлаждения отдельно. Если счетчики многофункциональные, например

как приборы Multecal, то задачу эту решить совсем несложно.

В заключение следует отметить, что мини-ТЭЦ находят сегодня все более широкое применение. Так, компания «НАТЭК» в настоящее время строит малую теплоэлектростанцию в подмосковной Лобне. При ее проектировании был учтен опыт работы энергоцентра в других районах, в том числе анализ данных о динамике потребления, полученных с помощью приборов учета.

Малая энергетика, конечно, не сможет полностью заменить большую. Однако нет сомнений в том, что у нее есть хорошие перспективы в нашей стране. Появление таких решений, как мини-ТЭЦ, стало ответом на один из главных вызовов современности: необходимость удовлетворения растущей потребности в тепле и электричестве. При условии грамотной реализации подобных проектов небольшие станции могут стать высокоэффективными источниками энергии.

НОВОСТИ

Концерн «РУСЭЛПРОМ» приступил к поставкам оборудования для Загорской ГАЭС-2 по контракту стоимостью 2,32 млрд руб.

Концерн «РУСЭЛПРОМ» начал поставки оборудования для строительства и запуска Загорской ГАЭС-2, одного из самых важных энергетических объектов России, рассчитанного на аккумуляцию энергии для покрытия пиковых нагрузок объединенной системы. Сумма контракта оценивается в 2,32 млрд рублей.

Первые партии оборудования весом более 150 тонн отгружены в конце ноября – первой декаде декабря 2009 г. В ходе выполнения контракта на период 2009–2014 гг. концерн «РУСЭЛПРОМ» поставит на гидроаккумулирующую станцию в Московской области 4 генератора-двигателя с системами возбуждения к ним, которые позволят достичь проектной мощности станции в 840 МВт. В 2010 г. будет полностью произведено и поставлено на Загорскую ГАЭС-2 оборудование, а также узлы и агрегаты для двух генераторов-двигателей.

Представители ОАО «РусГидро» в конце ноября – начале декабря 2009 г. посетили предприятия концерна, которые участвуют в проектировании и производстве агрегатов и машин по проекту «Загорская ГАЭС-2»: Ленинградский электромашиностроительный завод (г. Санкт-Петербург), Сафоновский электромашиностроительный завод (Смоленская область), «РУСЭЛПРОМ-Инжиниринг» (г. Екатеринбург) и «РУСЭЛПРОМ-Электромаш» (г. Санкт-Петербург).

Во время посещения компании «РУСЭЛПРОМ-Электромаш», проектирующей и выпускающей системы возбуждения, специалисты «РУСЭЛПРОМа» провели в присутствии представителей «РусГидро» успешные испытания оборудования, предназначенного для установки на Загорской ГАЭС-2. Представители заказчика также ознакомились с производственными процессами и оборудованием, на котором выполняется заказ, и высоко оценили качество выпускаемой продукции.

В октябре 2007 г. концерн «РУСЭЛПРОМ» стал победителем открытого одноэтапного конкурса на разработку, изготовление и поставку генераторов-двигателей, объявленного ОАО «РусГидро», в состав которого на правах филиала входит Загорская ГАЭС-2. По окончании строительства Загорская ГАЭС-2 станет второй по мощности и третьей запущенной в России гидроаккумулирующей электростанцией, начало работы которой намечено на 2014 г.

ИА INFOLine



УДК 621.31

СКОЛЬКО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВЫРАБОТАЛИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ В 2009 ГОДУ?

Аннотация. По оперативным данным ОАО «СО ЕЭС», выработка электроэнергии в ЕЭС России за восемь месяцев 2009 года составила 616,6 млрд кВт·ч, потребление – 607,1 млрд кВт·ч.

Summary. According to the data of «System, operator of unified electric power system» ОАО, generation of electrical power in Russia per 8 months in 2009 constituted 616,6 billions of kW/hr and consumption was 607,1 billion of kW/hr.

Ключевые слова: выработка электроэнергии, Россия, нагрузка, сравнение.

Keywords: generation of electrical power, Russia, load, comparison.

Суммарные данные об объеме выработки электроэнергии в целом по России, сообщаемые Системным оператором, складываются из показателей выработки электростанций, работающих в составе Единой энергетической системы России и генерирующих объектов, расположенных в изолированных энергосистемах (Таймырская, Камчатская, Сахалинская, Магаданская, Чукотская, а также энергосистемы централь-

ной и северной Якутии). Фактические показатели работы энергосистем изолированных территорий представлены субъектами оперативно-диспетчерского управления указанных энергосистем.

За 8 месяцев 2009 года производство электроэнергии в России в целом составило 630,5 млрд кВт·ч, что на 6,6% меньше, чем за аналогичный период 2008 года. Электростанции ЕЭС России выработали 616,6 млрд

кВт·ч (на 6,8% меньше, чем за восемь месяцев 2008 года), в изолированных энергосистемах произведено в общей сложности 14,0 млрд кВт·ч (рост выработки составил 2,8% по сравнению с аналогичным периодом 2008 года).

В табл. 1 приведены данные по объединенным энергосистемам (ОЭС) за восемь месяцев 2009 года.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России несли тепловые электростанции (ТЭС), выработка которых составила 365,3 млрд кВт·ч, что на 12,5% меньше, чем в 2008 году. Выработка ГЭС за восемь месяцев 2009 года увеличилась на 11,5% по сравнению с тем же периодом 2008 года и составила 115,8 млрд кВт·ч.

АЭС за январь – август 2009 года произведено 104,2 млрд кВт·ч, что на 2,7% меньше объема электроэнергии, выработанной за аналогичный период прошлого года.

Электростанции, являющиеся частью технологических комплексов промышленных предприятий и предназначенные в основном для снабжения их электроэнергией (электростанции промышленных предприятий), за восемь месяцев 2009 года выработали 31,2 млрд кВт·ч (на 5,4% меньше, чем в 2008 году).

Суммарный объем потребления электроэнергии в целом по России складывается из

показателей электропотребления объектов, расположенных в зоне Единой энергетической системы России и объектов, работающих в изолированных энергосистемах.

Потребление электроэнергии за восемь месяцев 2009 года в целом по России сократилось на 6,6% по сравнению с аналогичным периодом 2008 года и составило 621,0 млрд кВт·ч. В ЕЭС России потреблено 607,1 млрд кВт·ч (на 6,8% меньше), в изолированных энергосистемах – 14,0 млрд кВт·ч (на 2,8% больше).

Несмотря на суммарный спад энергопотребления, в ряде региональных энергосистем потребление электроэнергии за январь – август 2009 года увеличилось по сравнению с тем же периодом 2008 года: в Ингушской энергосистеме – на 8,3%, в Чеченской энергосистеме – на 5,3%, в Амурской энергосистеме – на 4%, в Дагестанской энергосистеме – на 1,6%, в энергосистеме Краснодарского края – на 1,2%, в Забайкальской энергосистеме – на 0,6%. В изолированных Таймырской, Чукотской и Камчатской энергосистемах потребление возросло на 9,0%, 2,6% и 0,3% соответственно.

По оперативным данным, производство электроэнергии в России в августе 2009 года составило 70,5 млрд кВт·ч, что на 8,6% меньше, чем в августе 2008 года. В том числе электростанции ЕЭС России выработали

Таблица 1

Данные по объединенным энергосистемам за восемь месяцев 2009 года

ОЭС	Выработка, млрд кВт·ч	Относительно восьми месяцев 2008 года, %	Потребление, млрд кВт·ч	Относительно восьми месяцев 2008 года, %
Восток (с учетом изолированных систем)	26,0	–1,0	25,5	–2,7
Сибирь (с учетом изолированных систем)	132,3	–5,4	135,8	–5,3
Урал	149,1	–9,0	152,7	–8,2
Средняя Волга	72,6	–4,3	63,5	–11,0
Центр	141,7	–9,1	135,7	–6,3
Северо-Запад	63,6	–2,2	56,6	–4,9
Юг	45,3	–6,3	51,2	–4,2

Таблица 2

Данные по объединенным энергосистемам за август 2009 года

ОЭС	Выработка, млрд кВт·ч	Относительно августа 2008 года, %	Потребление, млрд кВт·ч	Относительно августа 2008 года, %
Восток (с учетом изолированных систем)	2,6	3,1	2,5	-0,4
Сибирь (с учетом изолированных систем)	14,5	-4,0	15,1	-4,9
Урал	17,3	-11,1	17,9	-7,2
Средняя Волга	8,2	-2,5	7,2	-10,4
Центр	16,1	-9,8	15,4	-5,7
Северо-Запад	6,6	-13,8	6,2	-7,3
Юг	5,1	-15,2	5,7	-10,6

69,1 млрд кВт·ч (на 8,7% меньше, чем в августе 2008 года), в изолированных энергосистемах произведено 1,4 млрд кВт·ч (на 3,2% меньше, чем в августе 2008 года).

В табл. 2 приведены данные по объединенным энергосистемам за август 2009 года.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в августе 2009 года несли ТЭС, выработка которых составила 37,9 млрд кВт·ч, что на 19,4% меньше, чем в августе 2008 года. Выработка ГЭС за тот же период составила 14,6 млрд кВт·ч (на 13,6% больше, чем в августе 2008 года), выработка АЭС – 13,2 млрд кВт·ч (на 6,8% больше), выработка электростанций

промышленных предприятий – 3,5 млрд кВт·ч (на 1,6% меньше).

Потребление электроэнергии за август 2009 года в целом по России составило 70,0 млрд кВт·ч (на 6,8% меньше, чем в августе 2008 года), в том числе в ЕЭС России 68,6 млрд кВт·ч (на 6,9% меньше), в изолированных энергосистемах 1,4 млрд кВт·ч (на 3,2% меньше).

В августе 2009 года системный оператор на основе расчетов электроэнергетики и электрических режимов обеспечил включение в работу 2 газовых турбин на Саранской ГТ ТЭЦ суммарной мощностью 18 МВт.

НОВОСТИ

«Евраз» завершил программу ремонта в филиале ОАО «ЗСМК» – Западно-Сибирской ТЭЦ

Вложения в программу составили более 350 млн рублей. Ремонтная кампания на Западно-Сибирской ТЭЦ стартовала в середине марта 2009 года. За это время отремонтировано 11 котлоагрегатов и 6 турбоагрегатов, основное и вспомогательное оборудование топливоподдачи, котлотурбинного, электрического и химического цехов, проведена диагностика трубо- и паропроводов. Совместно с Кузбассэнерго выполнены температурные испытания теплосетей Заводского и Новоильинского районов Новокузнецка, которые являются основными потребителями тепловой энергии ТЭЦ. Проведены ремонты зданий и сооружений станции, в том числе стеновых панелей, кровли. Благодаря выполненной ремонтной кампании Западно-Сибирская ТЭЦ в установленный срок приступила к отопительному сезону и стабильно осуществляет подачу тепла в Новоильинский, Заводской районы города, а также в ОАО «ЗСМК». Паспорт готовности к зиме ТЭЦ получила 19 ноября.

Как отметил Сергей Корж, директор Западно-Сибирской ТЭЦ, «масштабная ремонтная кампания, проведенная в этом году на станции, позволяет продолжать стабильную работу, в том числе в период пиковых нагрузок». Среди восьми электростанций кузбасской энергосистемы ЗапсибТЭЦ занимает 3-е место по мощности и экономичности. Установленная электрическая мощность ТЭЦ составляет 600 МВт, тепловая – 1307,5 Гкал/ч. В прошлом году Западно-Сибирская ТЭЦ отметила свой 45-летний юбилей. За годы работы ТЭЦ выработала порядка 117 млрд кВт·ч электроэнергии, потребителям было отпущено около 115 млн Гкал тепловой энергии.

Русмет



Материал подготовлен
Группа «РУСЭЛТ»
E-mail: Info@ruself.ru

УДК 621.341.572

ОБОРУДОВАНИЕ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАЩИТЫ В СЕТЯХ 0,4 кВ

Аннотация. Для повышения надежности электропитания разработаны источники с повышенной степенью защиты (стабилизаторы напряжения ИБП, компенсаторы реактивной мощности).

Summary. For improvement of reliability of power supply supplies with increased level of protection were developed (voltage stabilizers, UPS, reactive power compensator).

Ключевые слова: гарантированное питание, стабилизаторы напряжения, ИБП, КРМ, качество электроэнергии, преимущества.

Keywords: uninterrupted power supply, voltage stabilizers, UPS, reactive power compensators, electrical power quality, advantages.

1. СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Для повышения надежности работы электrorаспределительных сетей Группа «РУСЭЛТ» разработала специальные бытовые стабилизаторы напряжения, которые максимально подходят для условий, в которых существуют отечественные электросети.

Функция, которую выполняют стабилизаторы напряжения в электросетях, – защита любых электроприборов (бытовых или промышленных) от скачков напряжения, помех в электрической сети. Группа разработала однофазные и трехфазные промышленные стабилизаторы напряжения собственно-

го производства серии СТС-3, СТС-5, СДТ, СТЭМ-2, комплектуемые различными опциями по требованию заказчика. Группа является единственным производителем серийных промышленных стабилизаторов напряжения мощностью до 1000 кВА в Российской Федерации.

а) Трехфазные промышленные стабилизаторы напряжения с изменением коэффициента подмагничивания серии СТС-3, СТС-5 предназначены для питания различного оборудования в трехфазных сетях с быстроменяющимся входным напряжением и изготавливаются в степенях защиты от внешних воздействий IP10, IP20, IP31, IP54.

Отличительными особенностями промышленных стабилизаторов напряжения СТС-3, СТС-5 являются:

- ◀ высокая точность стабилизации (1%);
- ◀ высокое быстродействие (0,1–0,2 сек.);
- ◀ высокая надежность;
- ◀ одновременная стабилизация фазного и межфазного напряжения;
- ◀ сохранение номинальной мощности во всем рабочем диапазоне входного напряжения;
- ◀ допускается работа в несимметричных режимах («перекос» фаз), при которых несимметрия по току нагрузки до 100% и несимметрия по напряжению сети до 20% от базовых значений.

Интегрированный в конструкцию промышленных стабилизаторов напряжения СТС-5 блок конденсаторов компенсатора реактивной мощности позволяет сократить потери электроэнергии до 30%. Анализатор электрических параметров МИК-21 промышленного стабилизатора напряжения СТС-5 осуществляет мониторинг входного и выходного, фазного и линейного напряжения, выходного тока, активной и реактивной мощности нагрузки с возможностью подключения к компьютеру для интеграции в систему электроснабжения с дистанционным контролем.

Группой освоено производство промышленных стабилизаторов напряжения серии СТС-3 для АЭС. Имеется лицензия на кон-

струирование и изготовление оборудования для атомных станций.

Промышленные стабилизаторы напряжения серии СТС разработаны для качественного электропитания высокоточных приборов и оборудования на промышленных предприятиях, в медицинских учреждениях, административных зданиях. Промышленные стабилизаторы напряжения СТС зарекомендовали себя стабильной работой в неустойчивых электросетях, срок их службы составляет 15 лет.

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ СЕРИИ СТС-5 СІР31/ІР54 МОЩНОСТЬЮ 16–160 кВА

Стабилизаторы обеспечивают одновременно автоматическую стабилизацию межфазного (380 В) и фазного (220 В) напряжения при питании от четырехпроводной сети переменного тока 50 Гц с точностью $\pm 1\%$. Диапазон допустимого входного межфазного напряжения составляет 304–437 В. СТС-5 содержит встроенный компенсатор реактивной мощности и обладает высокой перегрузочной способностью. Может комплектоваться анализатором состояния сети МИК-21, что позволяет осуществлять мониторинг 48 параметров с передачей информации на ПК по RS-485.

Конструктивное исполнение СТС-5-С IP54 имеет антивандальную повышенную степень защиты и предназначен для эксплуатации на ЛЭП 0,4 кВ.

Стабилизаторы СТС-5-С позволяют решать ряд проблем, связанных с обеспечением надежной и безопасной эксплуатации питания конечных потребителей в сетях 0,4 кВ:

- ◀ защита потребителей от бросков напряжений;
- ◀ защита потребителей от ударов молний и перенапряжений;
- ◀ устранение несимметрии напряжения на участке ВЛ-0,4 кВ за местом установки стабилизатора;
- ◀ устраняется возможность повышения напряжения у потребителя при обрыве нулевого провода или потери в его цепи контакта;

↖ не снижает мощности короткого замыкания, что обеспечивает быстрое и гарантированное перегорание предохранителя или отключение автоматического выключателя, что способствует повышению безопасности; в случае короткого замыкания переходит в режим байпаса, после устранения сбоя возвращается в режим нормальной эксплуатации.

б) Дискретные стабилизаторы напряжения серии СДТ предназначены для обеспечения качественным электропитанием потребителей в бытовых и промышленных условиях с частыми провалами и скачками напряжения в электросетях.

Основными достоинствами стабилизаторов напряжения серии СДТ являются:

- ↖ высокая точность стабилизации (2%);
- ↖ высокое быстродействие (0,2 с);
- ↖ высокая нагрузочная способность во всем диапазоне входных напряжений;
- ↖ защита от коротких замыканий и перегрузки;
- ↖ высокая надежность.

Стабилизатор напряжения серии СДТ представляет собой ступенчатый корректор напряжения переменного тока. Принцип работы стабилизатора напряжения основан на дискретном изменении коэффициента трансформации силового трансформатора за счет коммутации отводов первичной и вторичной обмоток трансформатора блоком тиристорных ключей. Микроконтроллер системы управления осуществляет необходимый алгоритм переключения тиристорных ключей при изменении входного напряжения, обеспечивая мягкую коммутацию и исключая броски тока. За счет коммутации тиристорных ключей как на «входе» стабилизатора напряжения, так и на «выходе» обеспечена высокая точность стабилизации.

Стабилизаторы напряжения серии СДТ производятся в степенях защиты IP20, IP31, IP54. Все трехфазные стабилизаторы напряжения серии СДТ комплектуются анализатором электрических параметров МИК-21 с отображением параметров электросети как на световой панели, так и с выводом инфор-

мации на ПК или другой прибор учета посредством протокола RS-485.

Технические характеристики стабилизатора напряжения серии СДТ позиционируют его как универсальный прибор для качественного электроснабжения в неустойчивых электросетях на промышленных предприятиях, в жилых домах и коттеджах, а также для питания медицинского оборудования.

в) Электродинамические промышленные стабилизаторы напряжения серии СТЭМ-2 однофазного и трехфазного исполнения от 10 до 1000 кВА предназначены для автоматической плавной стабилизации напряжения переменного тока. Промышленные стабилизаторы напряжения электродинамические серии СТЭМ-2 применяются для обеспечения качественным электропитанием бытовых и промышленных потребителей.

Преимущества промышленных стабилизаторов напряжения СТЭМ-2:

- ↖ высокое качество стабилизации выходного напряжения и плавность регулировки;
- ↖ наличие цепи «БАЙПАС» (прямое подключение нагрузки в обход стабилизатора напряжения);
- ↖ защита от коротких замыканий и значительных перегрузок.

Промышленные стабилизаторы напряжения СТЭМ-2 производятся в степенях защиты IP20 и IP31.

Внедрение в конструкцию промышленного стабилизатора напряжения СТЭМ-2 (для моделей исполнения-Р) изолирующего трансформатора обеспечивает гальваническую развязку, фильтрацию высокочастотных помех и нечетных гармоник. Гальваническая развязка позволяет использовать стабилизатор напряжения в неустойчивых электросетях с «перекосами» фазных напряжений, что допускает унифицировать стабилизатор напряжения для подключения различных видов оборудования. Регулирование напряжения производится перемещением ролика регулирующего автотрансформатора с помощью реверсивного электропривода по сигналам от платы управления.

Промышленные стабилизаторы напряжения СТЭМ-2 хорошо зарекомендовали себя для электропитания:

- ◀ медицинских учреждений;
- ◀ офисов и административных зданий;
- ◀ жилых домов и коттеджей.

Использование в трехфазных промышленных стабилизаторах напряжения СТЭМ-2 анализатора электрических параметров МИК-21 с возможностью вывода информации в ПК по протоколу RS-485 позволяет использовать стабилизатор напряжения в системе «умный дом».

Конструкция производимых Группой «РУСЭЛТ» стабилизаторов напряжения базируется на следующих принципах:

- ◀ соответствие современным требованиям безопасности;
- ◀ модульный метод построения изделий;
- ◀ обеспечение высокой надежности и большого эксплуатационного ресурса (до 15–20 лет);
- ◀ удобство технического и сервисного обслуживания.

2. ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Источники бесперебойного питания ИСТОК предназначены для защиты электрооборудования пользователя от любых неполадок в сети, включая искажение или пропадание напряжения сети, а также подавления высоковольтных импульсов и высокочастотных помех, поступающих из сети.

ИБП способны поддерживать работоспособность оборудования от нескольких наносекунд до нескольких часов.

Компания «РУСЭЛТ» предлагает источники бесперебойного питания (ИБП/UPS) собственного производства Исток серии ИДП:

- ◀ ИБП ИСТОК РУСЭЛТ™;
- ◀ Аккумуляторные модули для ИБП.

а) Источники бесперебойного питания ИСТОК серии ИДП, ИДП-Т однофазные

Источники бесперебойного питания (ИБП/UPS) Исток серии ИДП с двойным преобразованием обладает наиболее совершенной технологией по обеспечению качественной электроэнергией без перерывов в питании нагрузки при переходе с сетевого режима (питание нагрузки энергией сети) на автономный режим (питание нагрузки энергией аккумуляторной батареи), и наоборот. Обеспечивая синусоидальную форму выходного напряжения, такие источники бесперебойного питания (ИБП/UPS) используются для ответственных потребителей электроэнергии, предъявляющих повышенные требования к качеству электропитания (сетевое оборудование, файловые серверы, рабочие станции, оборудование вычислительных и телекоммуникационных систем, системы управления технологическим процессом, котельного оборудования и т.д.). Источники бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП содержат в своей структуре корректор коэффициента мощности, обеспечивающий входной коэффициент мощности, близкий к единице, и практически синусоидальную форму тока, потребляемого из сети.

Модельный ряд однофазных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП включает в себя модели мощностью 1, 2, 3, 6, 10 кВА, в двух конструктивных исполнениях: минитауэр (А) и 19" корпус (Т).

Также возможно конструктивное исполнение источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП, обеспечивающих повышенную степень защиты IP3.1, IP44. Это достигается размещением электронного модуля в специальном шкафу с двухсторонним доступом, со специальными герметичными разъемами и дополнительной системой вентиляции.

б) Промышленные источники бесперебойного питания ИСТОК серии ИДП2 трехфазные

Бестрансформаторная структура промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП2 с неуправляемым выпрямителем и бустером в цепи питания инвертора.

Отличительной особенностью промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП2 является отсутствие силового трансформатора, использование неуправляемого выпрямителя и наличие бустера повышающего преобразователя постоянного напряжения (БС) в силовой цепи промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП2. Аккумуляторная батарея, как правило, состоит из двух секций со средней точкой, соединенной с нейтральным проводом. Каждая секция АБ подключается к соответствующей выходной шине выпрямителя через тиристоры, которые закрыты в сетевом режиме работы, когда осуществляется заряд АБ. Зарядные устройства каждой секции АБ подключены к шинам стабильного напряжения постоянного тока на выходе бустера, что позволяет получить КПД 3У вплоть до 96...98%.

В указанных структурах промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП2 применяется двухплечевой бустер – повышающий преобразователь напряжения постоянного тока на IGBT-транзисторах.

Преобразователь осуществляет следующие функции:

- ◀ стабилизирует напряжение питания инвертора на уровне, необходимом для формирования номинальной величины выходного напряжения 220/380 В;

- ◀ обеспечивает балансировку напряжений положительной и отрицательной шин постоянного тока относительно нейтрали, что исключает появление постоянной составляющей в выходном напряжении;

- ◀ частично осуществляет коррекцию входного коэффициента мощности промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП2 за счет формирования входного тока, приближенного по форме к синусоиде с начальной фазой, совпадающей с фазой входного напряжения.

Модельный ряд трехфазных промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП2 включает в себя модели мощностью 1015, 20, 30, 40 кВА.

Также возможно конструктивное исполнение промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП, обеспечивающих повышенную степень защиты IP31, IP44. Это достигается размещением электронного модуля в специальном шкафу с двухсторонним доступом, со специальными герметичными разъемами и дополнительной системой вентиляции.

в) Источники бесперебойного питания ИСТОК серии ИДП3 трехфазные

Бестрансформаторные промышленные источники бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП3 с входным ШИМ-преобразователем на IGBT-транзисторах.

Стремление увеличить входной коэффициент мощности в широком диапазоне изменения нагрузки и улучшить динамические характеристики промышленных источников бесперебойного питания (ИБП) ИСТОК серии ИДП3 привело к появлению структур ИДП3 с мостовым ШИМ-преобразователем на IGBT-транзисторах. Преобразователь реализован на IGBT-транзисторах, фазных дросселях и накопительных конденсаторах. ИДП3 содержит в своей структуре, кроме IGBT-ШИМ-преобразователя, IGBT-инвертор (ИН) и выходной фильтр высших гармоник (Ф). В силовой цепи отсутствует схема зарядного устройства, т.к. его функции выполняет IGBT-ШИМ-преобразователь, аналогично классической структуре с двойным преобразованием. Такая структура промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП3 требует большего количества АБ для обеспечения необходимого напряжения питания инвертора (744 В), однако обладает повышенным временем резерва по сравнению с ИБП других структур при одинаковых емкостях АБ.

Применение входного ШИМ-преобразователя в структуре промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДП3 позволяет иметь следующие особенности:

- ◀ высокое значение входного коэффициента мощности (0,99) в широком диапазоне изменения нагрузки;

◀ поддержание стабильного напряжения постоянного тока на шинах питания инвертора в широком диапазоне изменения входного напряжения.

Модельный ряд трехфазных промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДПЗ включает в себя модели мощностью 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160 кВА.

Есть возможность изготовления промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДПЗ с параллельным резервированием N+1, такая система может включать в себя до 4 промышленных источников бесперебойного питания (ИБП/UPS) ИСТОК серии ИДПЗ мощностью от 10 до 160 кВА работающих в параллель.

г) Источники бесперебойного питания серии ИДПР31 мощностью 10–60 кВА

Источники бесперебойного питания серии ИДП-1 (однофазные) и ИДП-2 (трехфазные) представляют собой бестрансформаторные источники с двойным преобразованием энергии. ИДП содержит в своей структуре IGBT ККМ (корректор коэффициента мощности) – бустер, IGBT-ШИМ-инвертор. Такая структура обеспечивает широкий диапазон отклонения входного напряжения от номинального значения $\pm 20\%$ без перехода на питание от аккумуляторных батарей (АБ) при 100% нагрузке.

Отличительной особенностью является конструктивное исполнение ИДП-1 и ИДП-2, обеспечивающее повышенную степень защиты IP31. Это достигается размещением электронного модуля в специальном шкафу с двухсторонним доступом, со специальными герметичными разъемами и дополнительной системой вентиляции.

ИДП позволяют решать ряд проблем, связанных с обеспечением надежного и бесперебойного питания конечных потребителей в неустойчивых сетях 0,4 кВ:

◀ защита электрооборудования пользователя от любых неполадок в сети, включая искажение или пропадание входного напряжения, а также подавление высоковольтных

импульсов и высокочастотных помех, поступающих из сети;

◀ обеспечение высокой точности стабилизации выходного напряжения ($\pm 1\%$) при высоком значении входного коэффициента мощности (0,98);

◀ возможность работы на нелинейные нагрузки с крест-фактором 3/1.

3. КОМПЕНСАТОРЫ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ (КРМ)

Электрические потребители индуктивного характера (например, индукционные электродвигатели) потребляют из сети не только активную, но и индуктивную реактивную мощность. Появление этой составляющей мощности приводит к увеличению действующего значения тока, потребляемого из сети, и, как следствие, – к увеличению потерь в кабелях, трансформаторах и других распределительных устройствах систем питания. Кроме этого, увеличиваются общие расходы на электроэнергию. Поэтому необходимо предусматривать меры по снижению реактивной мощности, потребляемой из сети. Этого можно достигнуть применяя Устройства компенсации реактивной мощности серии КРМ.

Устройства компенсации реактивной мощности КРМ-0,4 (аналог УКМ 58) мощностью от 20 до 1000 кВАр, оснащенные автоматическим регулятором для компенсации реактивной мощности, помогут вам значительно сократить затраты на оплату электроэнергии, а также снизить нагрузку и увеличить срок службы силовых трансформаторов и кабелей.

Устройства компенсации реактивной мощности КРМ-0,4 производства Группы «РУСЭЛТ» имеют ряд преимуществ перед аналогичными устройствами:

- ◀ Простота установки и обслуживания.
- ◀ Высокая надежность и долговечность устройств, а также увеличенный срок гарантийного обслуживания.
- ◀ Невысокая стоимость в сравнении с другими производителями аналогичной продукции.

◀ Высокое качество изготовления, достигнутое заводом производителем.

На сегодня Группа производит ряд устройств для компенсации реактивной мощности:

◀ устройства компенсации реактивной мощности КРМ-0,4 с автоматическим регулированием;

◀ устройства компенсации реактивной мощности КРМ-0,4 нерегулируемые;

◀ устройства компенсации реактивной мощности КРМФ-0,4 фильтрокомпенсирующие;

◀ устройства компенсации реактивной мощности высоковольтные КРМ-6 (10), регулируемые;

◀ устройства компенсации реактивной мощности высоковольтные КРМ-6 (10), нерегулируемые.

Для расчета необходимой мощности конденсаторной установки КРМ-0,4 воспользуйтесь размещенным на сайте калькулятором для расчета необходимой компенсации реактивной мощности в кВАр.

КОМПЕНСАТОРЫ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ СЕРИИ КРМ-0,4 IP40/IP54 МОЩНОСТЬЮ 20–1000 кВАр

Рабочее напряжение – 0,4 кВ, число конденсаторных ступеней – 1–12, мощность ступени регулирования – 2,5–50 кВАр. Коммутация трехфазных конденсаторов производится быстродействующими контакторами с малымдребезгом контактов или тиристорными ключами по выбору заказчика.

КРМ-0,4 содержит программируемый регулятор РМК-15 с 5 видами программ и ручным управлением. Может комплектоваться анализатором состояния сети МИК-21.

Конструктивное исполнение КРМ-0,4 обеспечивает повышенную степень защиты IP40/IP54 и возможность эксплуатации в тяжелых климатических условиях.

Ресурс конденсаторных батарей – более 100 тыс. часов.

Применение КРМ-0,4 позволяет значительно снизить потери реактивной мощности и уменьшить затраты на электроэнергию.

4. ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Устройства частотного регулирования привода – частотные преобразователи – в наше время все чаще находят применение в различных отраслях промышленности и могут быть использованы в системах водоснабжения, теплоснабжения, водоочистки и др., смесителях, дозаторах, конвейерных линиях, транспортерах, прокатных станах, металлообрабатывающих и шлифовальных станках, камнеобрабатывающем, дробильном и буровом оборудовании и многом другом.

Преобразователь частоты дает возможность оптимизировать работу различных механизмов и обеспечить их функционирование с требуемой скоростью.

Группа в течение долгого времени поставляет на рынок частотные преобразователи для асинхронных двигателей, частотные преобразователи насосные, частотные преобразователи векторного типа.

◀ Частотные преобразователи серии EI-7011

◀ Частотные преобразователи серии EI-P7002 насосные

◀ Частотные преобразователи серии E3-8100

◀ Частотные преобразователи серии E2–8300

◀ Частотные преобразователи серии EI-9011

◀ Частотные преобразователи серии E3-9100

◀ Частотные преобразователи TOSHIBA

Преобразователи частоты позволяют значительно экономить ресурсы, и у предприятия появляется возможность возвращать их в оборот, тем самым увеличивая доходы.

В чем же заключается экономический эффект от внедрения ЧРП:

◀ в повышении качества выпускаемой продукции за счет точного поддержания параметров технологических процессов;

◀ в увеличении производительности станков и технологических линий за счет регулирования скорости вращения электродвигателей;

◀ в продлении срока службы оборудования за счет исключения ударных механических нагрузок и пиковых пусковых токов;

◀ в экономии электроэнергии за счет уменьшения скорости вращения насосов и вентиляторов на режимах с пониженной производительностью;

◀ в упрощении технического обслуживания агрегатов, установок и пр.

5. УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА

Группа «РУСЭЛТ» предлагает устройства плавного пуска серий:

◀ Устройство плавного пуска Энерджи Сейвер.

◀ Устройства плавного пуска ДМС.

Данные устройства обеспечивают плавный пуск электродвигателя с последующей оптимизацией его работы в зависимости от нагрузки, что позволяет:

◀ экономить средств на оплате счетов за энергопотребление;

◀ снизить значение заявленной мощности при двуставочном тарифе;

◀ отказаться от использования дорогостоящих конденсаторных компенсирующих устройств реактивной мощности;

◀ устранить «провалы» в питающей сети при пуске мощного оборудования;

◀ использовать проводники меньшего сечения или подключить к питающей сети большее количество оборудования;

◀ снизить износ и увеличить срок службы электрической и механической части оборудования, а следовательно, экономить на ремонте и замене оборудования, снизить потери, вызванные простоем оборудования;

◀ улучшить экологичность производства: снизить шум, нагрев, вибрацию;

◀ обеспечить встроенную защиту оборудования от короткого замыкания, нарушения чередования фаз и т. п.

ВЫБОР МОДЕЛИ УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА

При выборе модели устройства плавного пуска необходимо учитывать данные ис-

пользуемого электродвигателя и характер нагрузки.

Характеристики пуска в зависимости от используемого оборудования или решаемой задачи могут быть разделены на следующие категории:

◀ Легкий режим требует значения пускового тока не более $4 \times I_{\text{ном}}$.

◀ Тяжелый режим работы характеризуется наличием нагрузки, имеющей большее значение момента инерции и требующее значения пускового тока не менее $4,5 \times I_{\text{ном}}$ с временем разгона до 30 секунд.

◀ Очень тяжелый режим работы характеризуется большим значением момента инерции нагрузки, пусковым током свыше $6 \times I_{\text{ном}}$ и длительным временем разгона.

Для выбора модели устройства плавного пуска необходимо руководствоваться таблицей нагрузки в зависимости от применения и таблицей выбора модели в зависимости от типа нагрузки.

НОВОСТИ

«Иркутскэнерго» намерено до 2014 года построить газовую ТЭС на севере Иркутской области

ОАО «Иркутскэнерго» планирует до 2014 года построить на севере Иркутской области газовую тепловую станцию мощностью 1,2 тысячи мегаватт, которая будет работать на попутном газе нескольких северных месторождений, сообщил журналистам в среду гендиректор компании Сергей Эмдин.

«Стоимость станции в Усть-Куте пока точно не считали. Исходим из того, что стоимость будет рассчитываться по принципу: 1 евро за 1 киловатт мощности», – сказал Эмдин. По его словам, компания надеется, что на севере региона будет построена сеть газопроводов, по которой в Усть-Кут будет поступать попутный газ с нефтяных месторождений.

По мнению Эмдина, газ может поступать на станцию с четырех месторождений, расположенных в радиусе 300 километров от Усть-Кута: Дулиньминского (недропользователь – ЗАО «НК Дулиньма»), а также Ярактинского, Верхнемарковского, Аянского (принадлежат Иркутской нефтяной компании).

ОАО «Иркутскэнерго» является одной из крупнейших энергосистем РФ, ее установленная мощность – 12,9 тысячи мегаватт. РФ в лице Федерального агентства по управлению государственным имуществом владеет 40% акций компании.



Е. Барашева,
пресс-служба МТПП

УДК 621.341

ИТОГИ КРУГЛОГО СТОЛА «ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Политическое решение руководства страны повысить энергоэффективность экономики, добиться снижения энергозатрат, руководствуясь принципом энергосбережения, послужило стимулом для предметного обсуждения этих вопросов на круглом столе «Энергосберегающие технологии, инновации, конкурентоспособность отечественной промышленности», который состоялся 4 декабря в рамках Форума делового партнерства малых и средних предприятий Москвы «Московский партнериат–2009».

Круглый стол был организован Департаментом поддержки и развития малого и

среднего предпринимательства города Москвы совместно с Международным центром деловых контактов «Дельконт» и Московским агентством поддержки экспорта и инвестиций (МАПЭИ) – дочерней организацией Московской торгово-промышленной палаты.

Как известно, позиция московских властей по вопросу энергосбережения предельно ясна. Мэр Москвы Юрий Лужков неоднократно заявлял о необходимости решать проблему «беспрецедентно высокой энергозатратности не только экономики, но и всего нашего образа жизни», иначе по

мере исчерпания доступных запасов углеводородов через 20 лет Россию ожидает судьба энергодефицитной страны, в результате экономика потеряет конкурентоспособность, а население перестанет быть платежеспособным.

Круглый стол «Энергосберегающие технологии, инновации, конкурентоспособность отечественной промышленности», вызвавший несомненный интерес профессионалов и СМИ, по представительству и уровню обсуждения вопросов показал высокую готовность предпринимательского сообщества в партнерстве с властью решить поставленную задачу.

Городские власти на круглом столе представлял Михаил Вышегородцев, министр правительства Москвы, руководитель Департамента поддержки и развития малого и среднего предпринимательства города Москвы. В своем выступлении Михаил Вышегородцев рассказал о действиях правительства по улучшению развития малого и среднего предпринимательства в приоритетных направлениях – промышленное производство и инновации. Так, в части строительства производственных площадей для малого и среднего бизнеса была отмечена программа строительства технопарка «Нагатино-ЗИЛ». Первая очередь строительства площадью 200 тыс. кв. м уже сдана под аренду малому и среднему бизнесу. Другая часть технопарка, предназначенная для производственного малого бизнеса, будет застраиваться по принципу «небольших заводиков» – быстровозводимых модульных конструкций.

Новое решение принято правительством Москвы по вопросу распределения государственного заказа среди субъектов малого бизнеса. Михаил Вышегородцев сообщил, что в целях обеспечения 10–20%-ного участия малого бизнеса в госзаказе правительством подготовлено постановление «О дополнительных мерах поддержки инновационного предпринимательства», которое вводит административную ответствен-

ность заказчика за неисполнение данной нормы ФЗ. Согласно этому постановлению в 2010 г. будет сформирован реестр инновационной продукции, производимой московскими малыми и средними предприятиями, и с 2011 г. все государственные заказчики будут обязаны проводить 10% торгов продукции из этого реестра.

В рамках заявленной тональности круглого стола прозвучало выступление одного из организаторов, ведущего круглого стола – генерального директора МАПЭИ Сурена Варданяна. Он поделился информацией о заседании Экспертного совета по внешнеэкономическим и международным связям при мэре и правительстве Москвы, которое состоялось четвертого декабря под председательством мэра Москвы Ю.М. Лужкова. В процессе рассмотрения Советом основных концептуальных направлений внешнеэкономической деятельности города тему энергосбережения было решено выделить «отдельной строкой». «Это еще раз показало, что власти уделяют вопросу энергосбережения особое внимание», – отметил С. Варданян.

Со своими предложениями малому бизнесу выступил руководитель центра по энергосбережению ОАО «Мосэнергосбыт» Сергей Кюрегян. Он сообщил, что потенциал энергосбережения в сфере малого и среднего бизнеса Москвы до 2014 года составляет порядка 150 млн кВт·ч при общем потенциале в Москве – порядка 14 млрд кВт·ч. Автор доклада считает, что этот потенциал можно реализовать с помощью пакетных предложений. Так, Мосэнергосбыт совместно с правительством Москвы вывел на рынок новый продукт – энергосервисный контракт, согласно которому малому предпринимательству предлагается финансирование энергосберегающих мероприятий с возвратом инвестиций за счет полученной экономии средств. Сергей Кюрегян также предложил малым предприятиям участвовать в заседаниях научно-технического совета Мосэнергосбыта с представлением своих новых раз-

**В ЛИТВЕ УЧРЕЖДЕНА КОМПАНИЯ
BALTPPOOL ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ТОРГОВЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ**

ЗАО Litgrid, являющееся дочерней фирмой литовского сетевого оператора Lietuvos energija, учредило свое дочернее ЗАО Baltpool, которому поручается организация свободной торговли электроэнергией. Для этого Baltpool получена лицензия оператора электроэнергетического рынка.

Как сообщила Lietuvos energija, уставный капитал Baltpool – 300 тыс. литов (87 тыс евро). 100% акций Baltpool владеет Litgrid.

Lietuvos energija и Litgrid подписали договор о передаче во временное управление Litgrid линий электропередачи и прочей инфраструктуры, необходимой для реализации электроэнергии. Litgrid предстоит теперь получить лицензию на передачу электроэнергии.

Тем самым Литва начинает постепенный переход к свободному электроэнергетическому рынку.

С 1 января 2010 г. 35% электроэнергии в стране будет продаваться на рыночных условиях, то есть цена в этом сегменте не будет, как до сих пор, регулироваться государством, а установится в условиях рыночной конкуренции.

Прайм-ТАСС

**ОАО «ВОСТОЧНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ» ПРИСТУПИЛО
К СТРОИТЕЛЬСТВУ ХАБАРОВСКОЙ
ПАРОГАЗОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
(ПГУ ТЭЦ) МОЩНОСТЬЮ
400–500 МВт**

Строительство объекта осуществляется в рамках первого этапа проекта увеличения экспорта электроэнергии в Китай. Ввод в эксплуатацию Хабаровской ПГУ ТЭЦ наряду с линией электропередачи напряжением 500 кВ от подстанции Амурская до

>> 27

работок в области энергосбережения. Заедания проводятся ежемесячно в целях внедрения инновационных технологий для энергопотребителей (200 тыс. юридических лиц и 6 тыс. физических лиц).

О возможностях участия малого бизнеса в работе Госкорпорации «РОСТЕХНОЛОГИИ» рассказал заместитель начальника отдела инновационных технологий департамента корпоративных процедур и инновационного развития Госкорпорации «РОСТЕХНОЛОГИИ» Виктор Славянцев. Госкорпорация, объединяющая 50 предприятий общей численностью работников 800 тыс. человек, в течение полугода ведет активный поиск новых наработок и идей для дальнейшей реализации. Виктор Славянцев считает, что, несмотря на наличие большого научно-технического задела у предприятий оборонно-промышленного комплекса, малые компании реально могут рассчитывать на совместную работу с корпорацией при наличии интересных и обоснованных предложений.

С ситуацией по энергосбережению в сельском хозяйстве присутствующих ознакомил начальник отдела координации энергетического обеспечения Департамента научно-технологической политики и образования Министерства сельского хозяйства РФ Константин Чернецкий.

Необходимость обсуждения вопроса сельского хозяйства на круглом столе прояснил ведущий круглого стола Сурен Варданян. «Что касается сельского хозяйства, то для Москвы – это вопрос безопасности города на сегодняшний день. Мэр Москвы поставил задачу по созданию предприятий-агрохолдингов, которые обеспечивали бы безопасность города и бесперебойные поставки сельхозпродукции».

Константин Чернецкий сообщил, что вновь созданное подразделение Министерства сельского хозяйства РФ, которое он возглавляет, занимается вопросами снижения затрат на энергоресурсы, включая горюче-смазочные материалы, промышленный газ, электроэнергию. В настоящее время проводится мониторинг ситуации в субъектах Российской Федерации. Отдельными важными направлениями деятельности подразделения являются энергоэффективность и биоэнергетика. Константин Чернецкий предложил последовать примеру Минсельхоза и создать в московском регионе структуру для целенаправленной работы по вопросам энергоэффективности и энергосбережения.

С приветствием к собравшимся обратился представитель одного из организаторов круглого стола ЗАО «Международный центр деловых контактов «Дельконт» Геннадий Зикеев. Он рассказал о деятельности компании «Дель-

<< 26

конт», а также акцентировал внимание участников на главных, по его мнению, позициях сегодняшнего дня: не превращать деятельность в инновационной и энергосберегающих сферах в очередную кампанию под декларативными лозунгами; помнить, что главными потребителями производимой инновационной продукции должны являться жители России.

Переходя к следующей теме круглого стола – анализу российского и зарубежного опыта внедрения инновационных технологий, способствующих энергосбережению, и представлению отечественных инновационных проектов с точки зрения их инвестиционной привлекательности – Сурен Варданян отметил: «Сегодня мы постарались, чтобы участники, которые здесь выступают, изложили как наш отечественный, так и зарубежный опыт, как подходят к решению тех или иных задач, в том числе зарубежные компании».

Наверное, есть уже осознание того, что преклоняться ни перед кем давно не надо – своих возможностей достаточно. А вот учиться никогда не поздно в этой ситуации».

О том, как решаются вопросы энергосбережения за рубежом, рассказали два участника круглого стола.

Даниэль Дросте, руководитель проекта RUSEFF ознакомил с программой по финансированию устойчивой энергетике, которую представляет на российском рынке Евросоюз.

Борис Зарипов, ведущий специалист по работе с проектными организациями московского представительства компании «Мицубиси электрик», представил фирменную разработку в области инновационной техники – тепловой насос, работающий с высокой энергоэффективностью как при обычных, так и при низких температурах (до минус 25°).

Представители российских компаний также представили свои инновационные проекты и технические продукты в области энергосбережения. На заседании круглого стола выступили: Юрий Багдасаров, директор департамента Центра передачи технологий Федерального космического агентства; Сергей Сергеев, генеральный директор ООО «ТЕХНОАС»; Владимир Угаров, генеральный директор ЗАО «РезонансЭнерго»; Владимир Бердников, генеральный директор ООО НПЦ «ЭКОГЕОЭНЕРГИЯ»; Андрей Мищенко, генеральный директор ООО «Анда Текнолоджи»; Сергей Козлов, генеральный директор ООО «Тепло XXI века»; Сергей Шубенков, директор ЗАО «НФ»; Евгения Моисеева, начальник отдела маркетинга ЗАО «Альбатрос».

государственной границы с КНР в Амурской области позволит увеличить поставки электроэнергии из России в Китай с 1 до 4–5 млрд кВт·ч в год.

В настоящее время на строительной площадке ПГУ, расположенной в селе Ильинка Хабаровского района (30 км от г. Хабаровска), выполняются землеустроительные работы. В частности, ведутся расчистка земельного участка площадью 59 га, планировка необходимой инфраструктуры – основной площадки электростанции, базы для складирования и монтажа оборудования и конструкций, автомобильной дороги для доставки грузов на строительную площадку. Работы осуществляются силами специализированной подрядной организации – ОАО «РЖДстрой».

Строительство Хабаровской ПГУ ТЭЦ предусмотрено Соглашением, заключенным с правительством Хабаровского края в июне 2008 года. Предполагается, что новая ТЭЦ, построенная в рамках инвестиционного сотрудничества региона, ОАО «Восточная энергетическая компания» и ОАО «Дальневосточная генерирующая компания», будет одним из самых эффективных, с высоким коэффициентом полезного действия, и экологических энергообъектов на Дальнем Востоке.

Помимо выработки электроэнергии для экспорта в Китайскую Народную Республику Хабаровская ПГУ ТЭЦ будет обеспечивать тепловой энергией потребителей административного центра Хабаровского края и близлежащих территорий. Планируется, что среднегодовой отпуск электроэнергии с Хабаровской ПГУ ТЭЦ составит 2,7–3,7 млрд кВт·ч, тепловой энергии – 1,3–1,4 млн Гкал. Срок строительства объекта – 2,5–3 года.

Заместитель генерального директора ОАО «Восточная энергетиче-

>> 44



А.Г. Машкин,
канд. техн. наук,
Читинский госуниверситет
Д.Е. Федотов,
инженер,
Красноярский
технологический университет
E-mail: eakireeva@mail.ru

УДК 621.31

О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТОЧКАХ ОБЩЕГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Аннотация. Рассмотрен вопрос обеспечения электромагнитной совместимости в точке общего присоединения тягового трансформатора за счет снижения несимметрии при использовании емкостных фильтров на стороне высшего напряжения тяговой подстанции или на стороне тяговой нагрузки.

Summary. An article considers question of provision of electromagnetic compatibility in the point of common connection of traction transformer due to reduction of asymmetry when using capacitive filter at the high voltage side of tracking substation or at the side of traction load.

Ключевые слова: тяговый трансформатор, симметрирование нагрузки тягового трансформатора, точка общего присоединения тяговых подстанций, несимметрия.

Keywords: traction transformer, balancing of load of traction transformer, the point of common connection of tracking substations, asymmetry.

Как отмечается в [1], несимметричный режим работы тяговых трансформаторов обуславливает существенный недоучет потребляемой электроэнергии (ЭЭ) на границах системы тягового электроснабжения.

Вопрос о симметрировании нагрузки этих трансформаторов с целью обеспечения качества ЭЭ в точках общего присоединения (ТОП) тяговых подстанций со стороны ОАО «РЖД» пока не решен.

Сейчас тяговый потребитель не только не платит энергоснабжающей организации за неучтенную электроэнергию, но и не несет никакой ответственности за генерируемую им в сеть некачественную энергию. Нетяговый потребитель, наоборот, платит энергоснабжающей организации за учтенную электроэнергию обратной последовательности, которая наносит ущерб его электрооборудованию и может стать причиной выхода последнего из

строя. Поэтому обеспечение электромагнитной совместимости в ТОП тягового трансформатора за счет снижения несимметрии более простыми методами (например, путем использования емкостных фильтров на стороне высшего напряжения тяговой подстанции или на стороне тяговой нагрузки) представляется важным.

В данной статье приведены результаты моделирования (в среде MATLAB) симметри-

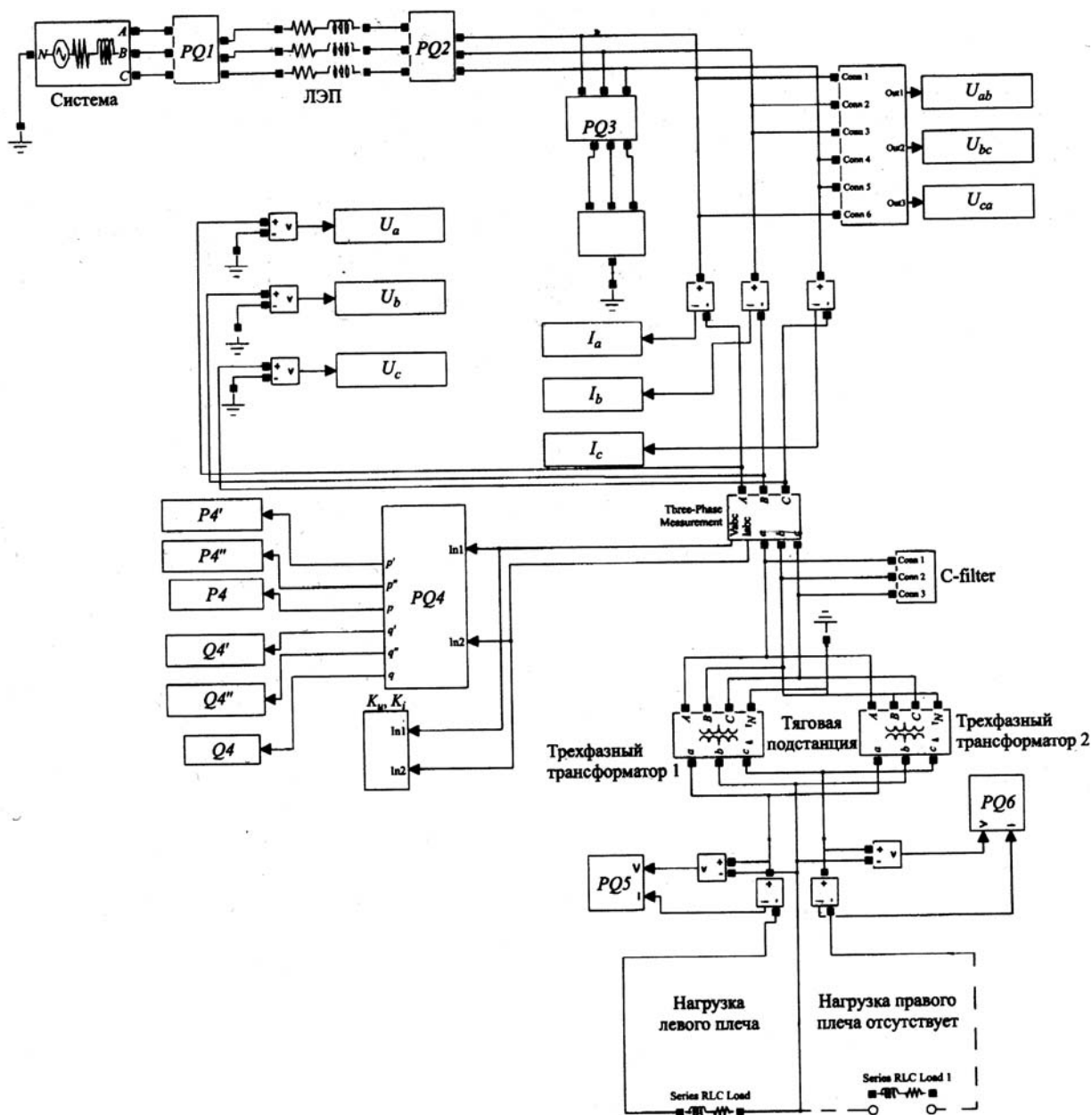


Рис. 1. Схема модели тягового электроснабжения с однофазной нагрузкой на выходе тяговой подстанции

рования с помощью емкостных фильтров тяговой подстанции со стороны системы внешнего электроснабжения. Построенная модель включает в себя систему электроснабжения 110 кВ, воздушные линии, трехфазный нетяговый симметричный потребитель 110 кВ активной мощностью 15 МВт и реактивной 0,5 МВАр, тяговую подстанцию 110/27,5 кВ с однофазной нагрузкой 12 МВт, 0,8 МВАр. Два трансформатора тяговой подстанции мощностью по 40 МВ·А работают параллельно. Необходимо отметить, что однофазные режимы работы тяговых трансформаторов довольно часто встречаются в практике тягового электроснабжения.

Для симметрирования напряжения в ТОП тяговой подстанции использовали фильтр на ее высокой стороне.

Схема модели тягового электроснабжения представлена на рис. 1.

При моделировании исследовали потребляемые активную и реактивную мощности, а также активные и реактивные мощности прямой и обратной последовательностей в значимых сечениях системы электроснабжения. Для измерения этих параметров предназначены блоки $PQ1 - PQ4$. С помощью блока « K_u, K_i » определяли коэффициенты несимметрии напряжения и тока обратной и нулевой последовательностей.

Таблица 1

Потребляемая активная мощность

Потребляемая активная мощность Р, МВт												
на зажимах системы (PQ1)			в точке общего присоединения (PQ2)			нетягового потребителя (PQ3)			на стороне высшего напряжения тяговой подстанции (PQ4)			на нагрузке левого плеча тяговой подстанции (PQ5)
P'	P''	P	P'	P''	P	P'	P''	P	P'	P''	P	P
26,926	0,0099	26,916	26,864	-0,021	26,843	14,556	0,018	14,574	12,309	0,0396	12,269	11,372
29,164	0,0021	29,162	29,087	0,0044	29,083	15,782	0,0038	15,786	13,305	0,0082	13,297	12,325

Примечания: 1. P' и P'' – активная мощность прямой и обратной последовательностей; P – суммарная активная мощность. 2. В числителе и знаменателе приведены значения потребляемой активной мощности соответственно при отключенном и включенном С-фильтре.

Таблица 2

Потребляемая реактивная мощность

Потребляемая реактивная мощность Q, МВАр												
на зажимах системы (PQ1)			в точке общего присоединения (PQ2)			нетягового потребителя (PQ3)			на стороне высшего напряжения тяговой подстанции (PQ4)			на нагрузке левого плеча тяговой подстанции (PQ5)
Q'	Q''	Q	Q'	Q''	Q	Q'	Q''	Q	Q'	Q''	Q	Q
4,339	-0,056	4,282	2,392	-0,407	1,985	0,485	0,0006	0,485	1,907	-0,408	1,4996	0,758
-9,158	-0,012	-9,169	-11,576	-0,084	-11,66	0,526	0,0001	0,526	-12,102	0,084	-12,187	0,827

Примечания: 1. Q' и Q'' – реактивная мощность прямой и обратной последовательностей; Q – суммарная реактивная мощность. 2. В числителе и знаменателе приведены значения потребляемой реактивной мощности соответственно при отключенном и включенном С-фильтре.

Таблица 3

Коэффициент несимметрии по напряжению и току

Коэффициент несимметрии по напряжению и току, %			
обратной последовательности		нулевой последовательности	
K_{u2}	K_{i2}	K_{u0}	K_{i0}
3,6/1,6	92,4/30,3	$1,5 \cdot 10^{-10} / 8,7 \cdot 10^{-11}$	$4,4 \cdot 10^{-9} / 1,4 \cdot 10^{-9}$

Таблица 4

Влияние С-фильтра на параметры тягового потребителя

Параметр		При отключенном С-фильтре	При включенном С-фильтре
Линейные напряжения на стороне высшего напряжения тяговой подстанции, В	U_{ab}	113742	113680
	U_{bc}	111080	112557
	U_{ca}	113699	110056
Фазные напряжения на стороне высшего напряжения тяговой подстанции, В	U_a	66157	64466
	U_b	64657	65889
	U_c	64632	63805
Ток прямой последовательности на стороне высшего напряжения тяговой подстанции, А	I_1	$103,55 + j78,852$	$174,23 + j61,77$
Ток обратной последовательности на стороне высшего напряжения тяговой подстанции, А	I_2	$-0,94 + j39,412$	$-47,123 + j9,25$
Ток нулевой последовательности на стороне высшего напряжения тяговой подстанции, А	I_0	$7,36 \cdot 10^{-10} + j1,17 \cdot 10^9$	$1,099 \cdot 10^{-8} + j7,391 \cdot 10^{-8}$

Примечание. В числителе и знаменателе приведены значения коэффициентов соответственно при отключенном и включенном С-фильтре.

Моделирование выполняли при отключенном и включенном блоке С-filter, состоящем из симметрирующих конденсаторов, соединенных по схеме треугольника. Результаты моделирования приведены в табл. 1–4. Они показывают, что использование простого способа симметрирования в данной модели позволяет существенно снизить несимметрию как по напряжению, так и по току (табл. 3).

Учитывая, что счетчики активной и реактивной энергии измеряют только суммарную активную и реактивную мощности, можно сделать вывод о недоучете потребляемой мощности тягового потребителя ($P'' = -0,0396$ МВт, $Q'' = -0,408$ МВАр) и учета элек-

трической мощности обратной последовательности, потребляемой нетяговым потребителем ($P'' = 0,018$ МВт, $Q'' = 0,0006$ МВАр) – см. табл. 1 и 2. Применение данного способа симметрирования приводит к значительному снижению как недоучета электрической энергии тяговой подстанцией ($P'' = -0,0038$ МВт, $Q'' = -0,084$ МВАр), так и учета электрической мощности обратной последовательности нетяговым потребителем ($P'' = 0,0038$ МВт, $Q'' = 0,0001$ МВАр). В случае прохождения границы раздела между энергосистемами по фидерам, питающим контактную сеть, емкостный фильтр может быть установлен на стороне 27,5 кВ до трансформаторов тока.



Э.А. Киреева,
канд. техн. наук, МЭИ (ТУ)
С.А. Цырук,
канд. техн. наук, МЭИ (ТУ)
E-mail: eakireeva@mail.ru;
sv@amet.ru

УДК 621.3.05

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Нанотехнологии постепенно внедряются в электроэнергетику: производство кабелей, измерительную технику, трансформаторы тока и т. д.

Summary. Nanotechnologies are gradually implemented in electric power industry: cables manufacture, measuring equipment, current transformers etc.

Ключевые слова: нанотехнология, электроэнергетика, надежность.

Keywords: nanotechnologies, electric power industry, reliability.

Появившиеся в последней четверти XX века нанотехнологии стремительно развиваются. Едва ли не каждый месяц появляются сообщения о новых проектах, казавшихся еще год-другой назад абсолютной фантастикой. По определению, данному основателем этого направления Эриком Дрекслером, нанотехнология – «ожидаемая технология производства, ориентированная на дешевое получение

устройств и веществ с заранее заданной атомарной структурой». Это значит, что она оперирует с отдельными атомами для того, чтобы получить структуры с атомарной точностью. В этом коренное отличие нанотехнологии от современных «объемных» bulk-технологий, которые манипулируют макрообъектами.

Нанотехнологии (нано – приставка, обозначающая размер 10⁻⁹) кардинально ме-

няют физические и химические свойства веществ, в частности нанозолото не является проводником электрического тока, а температура плавления его частиц размером 5–10 нм на сотни градусов ниже температуры плавления слитка объемом 1 см³.

Исследования, проводимые в наноразмерном диапазоне, лежат на стыке наук и затрагивают самые разнообразные сферы человеческой деятельности и области техники. Не обошли нанотехнологии и электроэнергетику, направления использования которых определяются специфическими особенностями отрасли, а именно: производство, передача и распределение электроэнергии среди потребителей всех без исключения отраслей народного хозяйства.

Питающие и распределительные сети систем электроснабжения всех уровней номинального напряжения от 0,4 до 1150 кВ выполняются воздушными и кабельными линиями, имеющими большую протяженность и независимо от способа прокладки подвергающимися атмосферным и техногенным воздействиям (влага, ветры, молнии и т.д.). Это обстоятельство влияет на высокую аварийность ЛЭП и, как следствие, может приводить к длительным перерывам питания потребителей и существенным материальным ущербам. Одновременно следует помнить, что физический процесс протекания тока по токопроводам сопровождается потерями электрической мощности и энергии, которые на сегодняшний день в среднем по России составляют около 17% от объема произведенной энергии.

Применение нанотехнологий в кабельной промышленности уже сегодня дает возможность значительно продвинуться вперед на пути усовершенствования эксплуатационных характеристик кабельных изделий, повышения экономической эффективности и упрощения технологических процессов при их производстве. К ним в первую очередь следует отнести использование сшивания фторополимеров в изолирующих оболочках углеродных нанотрубок и наноглин в каче-

стве наполнителей для огнестойких кабелей, металлических порошков в электропроводящих слоях, нанокерамики. Все это позволяет улучшить такие характеристики кабелей, как теплоемкость, поверхностная свободная энергия, механическая прочность и др.

Большой интерес для производства кабелей, не поддерживающих процесс горения, представляет использование нанокompозитных материалов. При изготовлении негорючих кабелей по традиционным технологиям объем огнестойких добавок (например, тригидрат алюминия, гидроокись магния) в полимерные компаунды доходит до 60% от общей массы конечного компаунда. В результате такие материалы, как полиэтилен, поливинилхлорид и другие приобретают повышенную плотность, становятся менее гибкими, менее устойчивыми к проникновению воды и даже создают некоторые проблемы для экструзионного процесса. Кроме того, в результате введения огнестойких добавок несколько снижаются электрические характеристики материалов, они становятся более дорогостоящими, что ограничивает их применение. Первыми типами нанонаполнителей, которые вышли на уровень коммерческого применения, являются наноклеи (модифицированные силикаты слоистой структуры, монтмориллониты) и углеродные нанотрубки. Содержание наполнителя в компаунде такого кабеля составляет всего от 2% до 7%.

Проблема существенного сокращения электрических потерь также может быть решена с применением нанотехнологий. Известно, что в кристаллическом графите проводимость вдоль плоскости слоя наиболее высокая среди известных материалов и, напротив, в перпендикулярном направлении мала. Поэтому ожидается, что электрические кабели, сделанные на основе нанотрубок с необходимой ориентацией, будут иметь при комнатной температуре электропроводность на два порядка выше, чем медные кабели. Добавляя в пространственную структуру алмазоида различные атомы, можно получить материалы с различной

электропроводностью, гибкостью и гидрофобностью. Надежность электроснабжения объектов электроэнергетики в большой степени зависит от состояния изоляции электроустановок. Особенно это актуально для оборудования, находящегося на открытом воздухе и внутри помещений с агрессивными средами (трансформаторы, линии электропередачи, выключатели). На керамические изоляторы в таких случаях достаточно быстро налипает тонкий, трудно снимаемый слой токопроводящей пыли, что приводит к авариям в случае несвоевременной профилактики. В этом секторе практического применения достижений нанотехнологий следует отметить разработки в области получения прочных и стойких покрытий для керамики, которые самоочищаются от грязи либо к которым грязь не пристает. В числе лидеров в изготовлении таких покрытий можно назвать немецкую компанию Nanogate Technologies GmbH (разработчик покрытий WonderGliss) и испанский концерн Torrecid S. A (Sekcid).

При постоянно возрастающем объеме электропотребления особую актуальность приобретает задача точного учета отпущенной электроэнергии.

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 0,5/10P и 0,5S/10P, в последнее время пользуются спросом комбинации 0,5S/0,5/10P и 0,2/0,5/10P, но встречаются и более специальные сочетания, как, например, 0,2S/0,5/5P/10P.

Класс точности каждой обмотки выбирается, в первую очередь, исходя из ее назначения. Все обмотки испытываются индивидуально, и для каждой из них предусмотрена 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 4.4–1:1996. 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 фак-

торов, 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 электротехническая 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.

Магнитопроводы современных трансформаторов тока выполняются из нанокристаллических (аморфных) сплавов, получаемых на основе железа, кремния, бора, ниобия и меди. Нанокристаллические сплавы обладают узкой петлей гистерезиса и высоким удельным электрическим сопротивлением (в 2,5 раза выше, чем у электротехнической стали), что способствует уменьшению потерь в трансформаторах, а также устойчивостью к магнитному старению, продлевающему срок эксплуатации измерительных устройств. Дополнительное легирование аморфных сплавов кобальтом, молибденом и хромом позволяет повысить максимальную температуру длительного применения. Одновременно магнитопроводы таких измерительных трансформаторов имеют практически линейную кривую намагниченности в диапазоне от 0 до 120% первичного тока и от 0 до 100% тока нагрузки. Таким образом, массовая замена измерительных трансформаторов старых конструкций на трансформаторы тока с магнитопроводами из нанокристаллических сплавов позволит не только повысить точность учета электроэнергии, но и достичь существенного сокращения потерь электроэнергии в измерительных системах.

Зависимость погрешности трансформатора от первичного тока нелинейна, поскольку напрямую зависит от характеристики намагничивания магнитопровода, которая для магнитных электротехнических материалов тоже нелинейна. 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-Ю, ТПЛ-10 и множество им подобных. Это трансформаторы, конструкции которых разрабатывались в 1950–60-х годах прошлого века, 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 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 вынужда-

ет службы эксплуатации искать замену устаревшим трансформаторам.

Возможности по замене сейчас практически не ограничены. Например, на ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» выпускаются современные трансформаторы, способные заменить практически любой трансформатор старой конструкции. Новые модели ТОЛ-1 (ММ, 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.

В России и соседних странах СНГ существуют предприятия, изготавливающие трансформаторы тока с литой изоляцией. Большинство из них используют купленные технологии или работают по лицензии европейских производителей. ОАО «СЗТТ», крупнейший 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.

На основе нанотехнологий получают наиболее точные и качественные изделия,

гарантирующие надежную работу и высокую точность систем АИИС КУЭ.

ОАО «Ашинский металлургический завод» (АМЗ) производит аморфные магнитопроводы для различных нужд промышленности.

В качестве примера ниже приведены некоторые конкретные применения аморфных магнитопроводов, выпускаемых АМЗ.

а) Магнитопроводы ленточные витые для измерительных трансформаторов тока высокого класса точности

Магнитопроводы ленточные витые для использования в трансформаторах тока высокого класса точности изготавливаются из магнитомягкого композиционного материала АМЕТ-5БДСР (марка магнитопровода АМЕТ-5В), из магнитомягкого аморфного сплава АМЕТ-82КЗХСР (марка магнитопровода АМЕТ-82В) и их комбинации (марка магнитопровода АМЕТ-5В-82В).

Магнитопроводы выпускаются в исполнении «в корпусе».

Амплитудная и угловая погрешности трансформатора тока зависят в первую очередь от магнитной проницаемости, а также от угла потерь. Магнитопроводы марок АМЕТ-5В и АМЕТ-82В имеют высокие значения магнитной проницаемости, что позволяет широко использовать их для изготовления трансформаторов тока класса точности 0,2S и, в некоторых случаях, для более точных.

б) Лента из магнитомягких аморфных сплавов на основе кобальта для электромагнитных экранов

Для электромагнитного экранирования в широком диапазоне частот применяется лента из аморфных магнитомягких сплавов АМЕТ-84КХСР и АМЕТ-82КЗХСР.

Ленту из сплава АМЕТ-84КХСР можно использовать для изготовления экранов сложной формы или в случаях, когда не имеется возможности провести термическую обработку изготовленного изделия при температуре более 400°C. Ленту из сплава АМЕТ-84КХСР можно применять без термической

обработки или с термической обработкой при температуре не более 300°C, при этом материал имеет хорошие магнитные характеристики без охрупчивания ленты.

Для изготовления экранов ленту из сплава АМЕТ-84КХСР можно использовать в различных вариантах:

- ◀ в виде сплетенной конструкции;
- ◀ приклеенную к подложке или корпусу;
- ◀ сложенную в несколько слоев и т. д.

в) Лента металлическая припойная из сплавов на никелевой основе

Аморфная лента, предназначенная для пайки металлоконструкций из коррозионно-стойких сталей и сплавов, производится следующими размерами:

- ◀ ширина ленты от 10 до 100 мм;
- ◀ точность выполнения ширины ленты $\pm 0,5$ мм;
- ◀ минимальная толщина ленты 0,02 мм;
- ◀ максимальная толщина ленты до 0,055 мм.

Толщина ленты определяется потребителем дополнительными требованиями, оформленными при заказе.

Основные области применения аморфных магнитопроводов кольцевой, овальной, прямоугольной или комбинированной формы

1) АМЕТ-5В, АМЕТ-82В, АМЕТ-84ХТ:

- ◀ измерительные трансформаторы тока высокой точности;
- ◀ трансформаторы тока для счетчиков электроэнергии;
- ◀ силовые трансформаторы двухтактных высокочастотных преобразователей; широкополосные;
- ◀ согласующие трансформаторы; дроссели;
- ◀ устройства защитного отключения; дроссели для работы без подмагничивания постоянным током.

2) АМЕТ-2В:

- ◀ силовые трансформаторы для работы на промышленной частоте и частотах до 15 кГц;

◀ трансформаторы для работы в импульсном режиме с короткими фронтами; трансформаторы тока средней точности.

3) АМЕТ-5П, АМЕТ-9П, АМЕТ-30П, АМЕТ-84ХП:

- ◀ магнитные усилители;
- ◀ дроссели насыщения.

4) АМЕТ-2Т, АМЕТ-5Т:

- ◀ трансформаторы тока средней точности;
- ◀ дроссели для работы при подмагничивании постоянным током.

5) АМЕТ-30Т:

- ◀ силовые трансформаторы однотактных инверторов;
- ◀ дроссели для работы при подмагничивании постоянным током большой величины.

6) АМЕТ-80Т:

- ◀ трансформаторы тока для счетчиков электроэнергии, работающих при «постоянной составляющей в цепи переменного тока»;
- ◀ дроссели для работы при подмагничивании постоянным током;
- ◀ силовые трансформаторы преобразователей «обратного хода»;
- ◀ силовые трансформаторы однотактных инверторов.

7) АМЕТ-5Р: (с немагнитным зазором и заданной магнитной проницаемостью):

- ◀ силовые трансформаторы однотактных инверторов;
- ◀ дроссели для работы при подмагничивании постоянным током большой величины.

8) Магнитопроводы других форм:

- стержень прямоугольного сечения
- ◀ датчики магнитного поля;
- ◀ отдельные элементы сложных магнитных систем.
- «С» – образная
- ◀ высокочастотные индукторы (для повышения эффективности).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Класс точности трансформаторов тока обеспечат нанокристаллические сплавы – материал ОАО «СЗТТ», г. Екатеринбург, 2008 г.
2. Краткий каталог ОАО «АМЗ», г. Аша, 2009.



А. Колчева,
пресс-служба компании
Kamstrup
press@kamstrup.dk

УДК 621.316.7

ТЕХНОЛОГИИ СБОРА ДАННЫХ С ПРИБОРОВ УЧЕТА ТЕПЛА

Аннотация. Рассматривается выбор оптимальной технологии сбора и передачи данных при применении теплосчетчиков.

Summary. An article considers selection of optimal technology of data collection and transmission when applying heat meters.

Ключевые слова: теплосчетчики, сбор и передача данных, оптимизация.

Keywords: heat meters, data collection and transmission, optimization.

Повсеместная установка приборов учета является сегодня одним из приоритетных направлений реформирования ЖКХ. Однако после монтажа теплосчетчика необходимо обеспечить возможность оперативного и регулярного снятия показаний с него. В тех случаях, когда собирать данные нужно с 10–15 приборов учета, затруднений обычно не возникает. Но уже сейчас большинство специалистов сталкиваются с увеличением количества обслуживаемых приборов, что требует организации автоматического сбора показаний. К тому же система диспетчеризации становится большим подспорьем в мониторинге

сетей теплоснабжения. О выборе оптимальной технологии сбора и передачи данных пойдет речь ниже. На сегодняшний день в России преобладает практика ручного сбора данных с приборов учета. Тепловые компании содержат штат контролеров и инспекторов (а иногда это десятки человек), которые обходят объекты и фиксируют показания счетчиков. Затем полученные данные нужно внести в базу данных. Делается это опять же вручную операторами расчетных центров. Подобный подход имеет ряд очевидных недостатков.

Во-первых, регулярные обходы всех объектов, оборудованных приборами учета, тре-

буют немало времени. Во-вторых, ручной сбор и ввод данных подразумевает вероятность ошибок. В-третьих, в силу различных причин доступ к приборам учета для визуального контроля может быть ограничен. Наконец, а многие специалисты справедливо считают это основным недостатком ручного сбора, он не позволяет осуществлять мониторинг состояния теплосетей в режиме реального времени.

Внедрение систем автоматического считывания показаний создает условия для оптимизации затрат на обслуживание тепловых сетей. К тому же, будучи объединены в единую сеть, приборы учета позволяют получать данные о расходе тепла и параметрах теплоносителя на различных участках сети одновременно. Это помогает тепловой компании исключить дисбаланс в ее работе и оптимизировать гидравлику. Отслеживая «аномальные» изменения показаний приборов, можно оперативно выявлять аварийные участки сети, на которых возникают отклонения. Вместо устных и нерегулярных отчетов обходчиков диспетчер получает возможность наблюдать за состоянием своего участка сети на экране монитора. Но для этого нужно, чтобы счетчики «выходили на связь» не реже, чем ежесуточно, еще лучше, если они постоянно будут on-line.

Автоматический сбор данных с приборов учета облегчает работу не только специалистов тепловых сетей, но и организаций, обслуживающих тепловые пункты, а также управляющих компаний жилой и коммерческой недвижимости. Такие решения широко используются в Европе, находят они применение и в нашей стране. Например, в подмосковном городе Долгопрудном приборы учета Kamstrup, тепловая автоматика и насосное оборудование нескольких ИТП и ЦТП подключены к системе удаленного контроля и снятия показаний. «Обслуживание тепловых пунктов, не оборудованных системами диспетчеризации, требует регулярных обходов. Для нашей компании оказалось выгоднее организовать удаленный сбор данных,

чем держать целый штат обходчиков. Сейчас один специалист видит на мониторе компьютера все необходимые параметры и в случае надобности может быстро внести изменения в работу тепловой сети, например скорректировать температуру теплоносителя. Для жильцов важно, что их заявки выполняются быстро. Кроме того, отсутствие утечек и перетоков экономит тепло, а значит, сокращает расходы на оплату отопления», — объясняет Владимир Литвишков, директор компании «Теплоперспектива», обслуживающей тепловые пункты.

Главное условие, необходимое для реализации сетевых решений, — возможность включения приборов учета в систему диспетчеризации, а также гарантия их надежности и бесперебойной работы. Без этого любая схема сбора данных будет нефункциональна. Лучше всего, если счетчик допускает в случае необходимости (например, при расширении или модернизации сети) переход на любой из применяемых сегодня способов передачи информации. Осуществить это позволяют современные вычислители с модульной архитектурой, например MULTICAL® 601. Как отмечает Кирилл Ключин, технический специалист компании Kamstrup, ведущего мирового производителя и поставщика системных решений в энергоучете, «вычислители позволяют проводить модернизацию системы диспетчеризации без дополнительного перепрограммирования. Счетчики просто укомплектовываются другим модулем передачи данных, например для связи по наиболее современному на сегодняшний день протоколу LON или по радиоканалу».

ВЫБОР УМЕСТЕН

Выбор технологии сбора и передачи данных зависит от задач, которые ей предстоит решать. Попробуем разобраться в многообразии используемых сегодня в России способов объединения приборов учета в сеть.

Для жилых домов с поквартирным учетом тепла идеальным решением на сегодня

ня является технология связи по протоколу M-Bus. Для коммутации приборов в этом случае используется двухжильный кабель, аналогичный телефонному, подключение осуществляется по параллельной схеме. Достоинствами решения являются невысокая стоимость его реализации и независимое питание сетевого контроллера. К одному концентратору (M-Bus Master) можно подключить до 250 приборов учета. К недостаткам следует отнести ограничение на общую длину шины, невысокую скорость, вызванную тем, что счетчики опрашиваются последовательно, а также ограничения по стандарту данных. Подобная схема была реализована при организации системы теплоснабжения нового жилого дома на ул. Чайковского в Ярославле. Как считает Игорь Рачков, специалист компании «Кройс», осуществлявшей наладку системы учета в здании, «сегодня не существует технологии, которая была бы удобнее и дешевле для поквартирного учета, чем M-Bus». Данные с 61 прибора учета, установленного в квартирах и магазинах, расположенных на первом этаже здания, поступают с заданным интервалом на компьютер диспетчера. В соответствии с показаниями плата за отопление легко распределяется между собственниками помещений.

На объектах со сложной технической инфраструктурой все более широкое применение находит гибкая сетевая платформа LonWorks, созданная в 1988 году компанией Echelon. Это решение на базе универсальной высокоскоростной шины, позволяющей осуществлять управление самыми разными инженерными системами. Его безусловными достоинствами являются скорость передачи данных, отсутствие серьезных (для локального применения) ограничений на протяженность сети, а также возможность для использования в различных целях – от дистанционного управления электродвигателями до автоматизации охранных систем. В сущности, платформа была разработана для применения в так называемых интеллектуальных зданиях. Она позволяет диспетчеру по-

стоянно держать руку на пульсе системы теплоснабжения. Конечно, организация сети LonWorks обойдется существенно дороже, а для ее обслуживания требуется персонал, имеющий специальную подготовку. Однако, поскольку эксплуатировать сеть могут сразу несколько служб, такой вариант представляется оптимальным для больших торговых или офисных комплексов, а также крупных предприятий. Подобное решение было использовано в системе учета ресурсов башни «Федерация» делового центра «Москва-Сити». 82 теплосчетчика и 41 электросчетчик в апартаментах здания, имеющих общую площадь более 9 тысяч м², передают данные на диспетчерский пульт ежеминутно.

Все большую популярность в Европе приобретает использование высокочастотной радиосвязи для удаленного считывания показаний с приборов учета. Так, тепловычислитель MULTICAL® 601 предполагает использование встроенного беспроводного рутера, обеспечивающего его работу в составе единой сети. В России эта технология пока не получила распространения. Среди основных причин можно выделить характер застройки. Если в Европе преобладает плотное частное малоэтажное строительство, то у нас в городах возводятся в основном многоквартирные жилые дома, что объясняет меньшую плотность расположения узлов учета. Кроме того, обилие высотных железобетонных строений уменьшает радиус действия передатчиков примерно в 2–2,5 раза. Однако застройка пригородов крупных городов коттеджными поселками, перевод небольших малоэтажных жилых поселков на централизованное теплоснабжение от локальных комбинированных источников, например мини-ТЭЦ, могут сделать радиосбор данных актуальным и для нашей страны.

Также для дистанционного считывания показаний приборов могут использоваться каналы модемной связи или местные кабельные сети. Ограничения, связанные с этими двумя методами, очевидны: в первом случае необходимо подключение к телефонной ли-

нии, во втором – зависимость от возможных сбоев и аварий в сети местного провайдера, что, к сожалению, у нас сегодня не редкость.

Кроме того, в некоторых случаях (например, для отдельно стоящего домовладения) целесообразно применять передачу данных с помощью GSM-канала. Но это скорее исключение, т.к. сетевые решения подразумевают высокую плотность концентрации абонентов.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ КОМПАНИЙ

Конечно, создание разветвленной автоматической системы диспетчеризации – задача непростая, требующая определенных затрат и времени. Нужно отметить, что сегодня существуют оригинальные и экономичные решения, позволяющие оптимизировать процесс ручного сбора данных и значительно снизить влияние человеческого фактора.

Так, сбор данных по радиоканалу может быть организован и с меньшими затратами, без построения сети. Например, с помощью ручного терминала MULTITERM® WorkAbout, являющегося частью радиосистемы, разработанной компанией Kamstrup. Терминал позволяет в автоматическом режиме опросить до нескольких тысяч приборов учета. Один инспектор, заменяющий десятки контролеров, может просто объезжать нужный район на автомобиле – прекрасное решение для тепловой компании. Теплосчетчики в этом случае снабжаются радиомодулем, обеспечивающим возможность дистанционного опроса. Связь происходит на нелицензируемой частоте около 4,3 МГц, той же самой, что используется в системах автомобильной сигнализации. Сигналы малой мощности, которыми терминал обменивается с теплосчетчиком, не представляют опасности для человека и окружающей среды. Причем контакт может осуществляться на расстоянии до 500 метров.

Интересный вариант сбора показаний был найден одной из тепловых компаний в

Дании. В третьем по величине городе страны Оденсе, получившем мировую известность благодаря родившемуся здесь Г.Х. Андерсену, показания счетчиков снимают... мусорщики.

На мусороуборочных машинах устанавливают радиотерминалы. Объезжая ежедневно свой район, мусорщики заодно собирают данные о расходе тепловой энергии, которые передают в конце смены на диспетчерский пункт. Таким образом получают данные более чем с 20 тысяч объектов. Просто и элегантно – совсем как в произведениях великого сказочника.

Еще один недорогой способ оптимизации процесса снятия показаний также предусмотрен конструкцией уже упомянутого выше тепловычислителя MULTICAL® 601. Речь идет о возможности быстрого считывания архивов с помощью оптической головки, например, подключенной к ноутбуку. Кстати, существуют и универсальные решения. Например, ручной терминал MULTITERM® Pro, с помощью которого можно снимать данные не только по радио, но и через оптический разъем, а также заносить их вручную. Такой многофункциональный прибор, объединяющий в себе различные инструменты для сбора данных, позволяет проводить модернизацию системы учета в течение длительного времени, не испытывая при этом каких-либо неудобств.

Подводя итог, можно отметить, что сетевые решения и технологии дистанционного сбора данных решают сразу несколько задач. Во-первых, их применение позволяет оптимизировать затраты на обслуживание теплосетей. Во-вторых, оно делает возможным мониторинг их работы на всех участках. Наконец, при выборе оптимального способа передачи данных система диспетчеризации удобна и сокращает расходы обслуживающей организации. А выпускаемое сегодня современное оборудование поможет преодолеть любые технические преграды на пути прогресса в коммунальном хозяйстве.



Материал подготовлен
редакцией журнала
E-mail: eakireeva@mail.ru;
info@nti.ncstu.ru

УДК 621.31

ДИАГНОСТИКА ПРЕССОВКИ ОБМОТОК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Аннотация. Установлены основные причины повреждаемости силовых трансформаторов. Необходим каталог повреждений по результатам испытаний.

Summary. Main reasons of failures of power transformers are detected. The catalog of failures according to test results is necessary.

Ключевые слова: причины повреждаемости, метод НВИ, контроль параметров, частичные разряды.

Keywords: reasons of failures, method of low-voltage pulses, parameters control, partial discharges.

На сегодняшний день значительная часть электрического оборудования подстанций выработала свой ресурс, но продолжает эксплуатироваться, так как на его замену требуются большие финансовые средства. Оценка фактического состояния силового электрооборудования по результатам диагностических измерений – сложная и актуальная задача. В связи с этим с каждым годом возрастают затраты на проведение комплексных обследований и диагностики

По данным департамента генеральной инспекции по эксплуатации электрических станций и сетей для силовых трансформаторов (СТ) и автотрансформаторов напряжением 110–500 кВ мощностью 63 МВА и более, эксплуатируемых в электрических сетях России, около 30% общего числа технологических нарушений, связанных с отключением оборудования от действия устройств защиты или персоналом по аварийной заявке, сопровождалось возникновением вну-

тренних КЗ. Основные причины: износ и пробой изоляции обмоток, недостаточная электродинамическая стойкость обмоток при КЗ, пробой внутренней изоляции высоковольтных вводов, повреждения устройств РПН.

Опыт испытаний силовых трансформаторов на стойкость при КЗ, анализ повреждений трансформаторов в эксплуатации показывают, что для трансформаторов мощностью выше 10 МВА основной вид повреждений при КЗ – потеря устойчивости обмоток, подверженных воздействию радиальных сжимающих сил.

При мощности более 100 МВА этот вид повреждений при КЗ преобладает над всеми остальными.

Причина деформации обмоток в том, что в процессе эксплуатации трансформатора из-за старения и усадки изоляции, существенной вибрации и релаксации системы прессовки происходит ослабление усилия поджатия обмоток. В случае КЗ сети это приводит к деформации витков (при электродинамических усилиях, возникающих в обмотках), их замыканию и, как следствие, выходу трансформатора из строя. Однако, если механическое состояние обмоток и свойства изоляции трансформатора удовлетворительные, то замена таких трансформаторов на новые объективно не оправдана. В большинстве случаев целесообразнее провести подпрессовку обмоток.

Основной признак деформации обмоток СТ – изменение полных сопротивлений КЗ и их индуктивных составляющих вследствие изменения размеров канала рассеяния. В настоящее время широко используется измерение сопротивления КЗ (Z_k) и зондирование низковольтными импульсами (НВИ) [1].

Достоинство этих методов состоит в том, что для оценки состояния обмоток трансформатора нет необходимости разбирать трансформатор. Контроль изменения сопротивления КЗ Z_k положен в основу диагностики механического состояния обмоток на отключенном трансформаторе по действующим «Объемам и нормам испытаний электрообо-

рудования» [2]. Метод измерения сопротивления КЗ прост и достоверен. Недостатком этого метода можно считать тот факт, что из-за отсутствия базовых данных пофазных измерений Z_k , неправильных расчетов паспортного значения Z_k , несоблюдения требуемых [2] условий измерения Z_k можно получить искаженные результаты, что приведет к принятию неоправданных решений.

Метод НВИ эффективнее для обнаружения остаточных деформаций обмоток силовых трансформаторов, так как он более чувствителен к любым изменениям геометрических размеров, возникающим при сквозных токах КЗ в результате изменения индуктивно-емкостных связей между разными фазами, обмотками [3].

Метод НВИ не получил широкого применения из-за отсутствия базы данных нормограмм НВИ силовых трансформаторов. Ведь для получения результата необходимо нормограмму НВИ, полученную при проверке, сравнить с базовой. И при установлении предположительного повреждения по результатам НВИ следует использовать накопленный в эксплуатации опыт дефектографирования и каталог повреждений силовых трансформаторов, составленный по результатам испытаний на стойкость токам КЗ.

Метод НВИ необходимо применять вместе с измерением комплексного сопротивления КЗ трансформатора, что может быть достаточно эффективным при постановке диагноза повреждения. Следует оценивать и учитывать опасность всех уже происшедших случаев внеплановых отключений. При необходимости следует проводить НВИ-диагностику в целях обнаружения остаточных деформаций после протекания сквозных токов КЗ через их обмотки. После такого комплексного обследования должно быть выполнено прогнозирование возможности дальнейшей эксплуатации трансформатора. Если его оставляют в работе, необходимо установить периодичность повторных измерений.

Трансформаторы с дефектами в активной части можно нормально эксплуатиро-

<< 27

ская компания» Алексей Федченко: «Начало работ на строительной площадке Хабаровской ПГУ ТЭЦ является важным этапом в развитии проекта увеличения экспорта электроэнергии из России в Китай. Мы приступили к практической реализации договоренностей, которые ранее были достигнуты с нашим партнером – Государственной электросетевой корпорацией (ГЭК) КНР. Хабаровская ПГУ ТЭЦ обеспечит поставки электроэнергии в согласованных с ГЭК Китая объемах – до 5 млрд кВт·ч в год, а также повысит устойчивость Объединенной энергосистемы Востока. Кроме того, ввод ПГУ позволит обеспечить увеличение объемов жилищного строительства в Хабаровске за счет дополнительных поставок тепловой энергии. Уникальные технологии, используемые на этой станции – яркий пример практической реализации курса на создание энергоэффективной экономики в России. При этом символично, что внедрение новейших технологий производства электро- и теплоэнергии, строительство и ввод в эксплуатацию энергообъектов нового поколения с коэффициентом полезного действия более 55%, каким должна стать Хабаровская ПГУ ТЭЦ, начинается на Дальнем Востоке».

ИА INFOLine

FITCH: ПРОГНОЗ ПО РОССИЙСКИМ КОМПАНИЯМ СЕКТОРА ЭНЕРГЕТИКИ НА 2010 ГОД – СТАБИЛЬНЫЙ

Fitch Ratings опубликовало отчет, в котором говорится, что прогноз по кредитоспособности российского сектора энергетики является стабильным. Fitch считает, что наихудшая фаза экономического и финансового кризиса в России уже позади и компании сектора демонстрируют начальные признаки восстановления.

>> 51

вать еще в течение многих лет, хотя в месте дефекта будет происходить нагрев, рост уровня частичных разрядов (ЧР) в изоляции и, как следствие, ухудшение результатов диагностических измерений. В дальнейшие годы эксплуатации, а также в случае сквозного тока КЗ вероятен аварийный выход из строя трансформатора с тяжелыми последствиями.

Необходимо создание устройства диагностики механических деформаций обмоток силовых трансформаторов под нагрузкой, так как возникающие деформации, при протекании по ним сквозных токов КЗ, не всегда сразу приводят к витковым замыканиям, то есть не вызывают срабатывания защит.

Трансформатор с деформированными обмотками может еще некоторое время находиться в работе, но несвоевременный вывод такого трансформатора в ремонт, как правило, приводит к дальнейшему развитию деформаций и витковым замыканиям даже без КЗ, которые вынуждают утилизировать трансформатор. Своевременное обнаружение деформаций дает возможность вывести трансформатор в ремонт с заменой поврежденных узлов и максимально использовать неповрежденные.

ВЫВОДЫ

1. Установлены две основные причины повреждаемости – недостаточная стойкость обмоток при КЗ и пробой внутренней изоляции.
2. Заводской паспорт трансформатора помимо стандартных характеристик должен содержать нормограммы НВИ.
3. При установлении предположительного повреждения по результатам НВИ необходимо использовать каталог повреждений силовых трансформаторов, составленный по результатам испытаний на стойкость токам КЗ.
4. Необходимо разработать устройство контроля Zk под рабочим напряжением для своевременного вывода в ремонт силового трансформатора при деформации обмоток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Применение метода низковольтных импульсов для диагностики состояния силовых трансформаторов/Хренников А.Ю., Передельский В.А., Сафонов А.А., Якимов В.А. // Энергетик. 2005. № 9. С. 11–14.
2. РД 34.45–51.300–97 (с изм. 1,2 2000). Объем и нормы испытаний электрооборудования. М.: ЭНАС, 2000.
3. Анализ повреждаемости обмоток силовых трансформаторов при коротких замыканиях/Хренников А.Ю., Рубцов А.В., Передельский В.А., Сафонов А.А., Якимов В.А. // Энергетик. 2005. № 11. С. 8–10.

Э.А. Киреева,
канд. техн. наук МЭИ (ТУ),
А.А. Медведев,
инж. МГУП «Мосводоканал»
E-mail: eakireeva@mail.ru



УДК 621.31

ИСПЫТАНИЕ И ДИАГНОСТИКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ 6–10 кВ НА МГУП «МОСВОДОКАНАЛ»

Аннотация. Рассматривается современный подход к испытаниям и диагностике кабельных линий напряжением 6–10 кВ в процессе эксплуатации.

Summary. An article considers the modern approach to the testing and diagnostics of cable lines with voltage of 6–10 kV in the process of exploitation.

Ключевые слова: кабельные линии, диагностика, изоляция из сшитого полиэтилена, частичные разряды, напряжение сверхнизкой частоты.

Keywords: cable lines, diagnostics, XLPE insulation, partial discharges, extremely low frequency voltage.

В настоящее время нормальная работа систем электроснабжения промышленных предприятий, транспорта, сельского, коммунального и других отраслей хозяйства невозможна без надежной работы силовых кабельных линий низкого и среднего классов напряжения. Это в полной мере относится и к МГУП «Мосводоканал», где для надежного и бесперебойного снабжения электро-

энергией потребителей важнейшим является поддержание кабельного хозяйства в исправном состоянии.

При возникновении повреждений силовых кабельных линий необходимо быстро найти место повреждения и устранить его. Для этой цели служат приборы, работающие на основе импульсных методов: импульсные рефлектометры и измерители волновых процессов.

Причин возникновения повреждений кабельных линий много, однако, в последнее время все большую актуальность приобретает проблема старения изоляции, в том числе из-за испытания кабельных линий повышенным напряжением. Решение этой проблемы лежит в необходимости применения методов неразрушающей диагностики.

Отечественные заводы изготавливают силовые кабели следующих стандартных сечений: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500 и 600 мм² – и в зависимости от напряжения имеют определенный диапазон стандартных сечений. Так, например, трехжильные кабели на напряжение 6 кВ изготавливаются с сечением жил от 10 до 240 мм², на 10 кВ – от 16 до 240 мм² и на напряжение 35 кВ – от 70 до 150 мм².

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) на напряжение 10 кВ призваны заменить морально устаревшие кабели с пропитанной бумажной изоляцией (БПИ). Этот процесс в промышленно развитых странах начал осуществляться с 60-х годов, в настоящее время многие страны практически полностью перешли на использование силовых кабелей среднего напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена и имеют положительный опыт их эксплуатации. Так, в США и Канаде данные кабели занимают 85% всего рынка силовых кабелей, в Германии и Дании – 95%, а в Японии, Франции, Финляндии и Швеции – 100%.

В последнее десятилетие МГУП «Мосводоканал» при реконструкции систем электроснабжения и ремонте кабельных линий также ориентировался на использование кабелей среднего напряжения с изоляцией из СПЭ.

Переход на кабели с изоляцией из СПЭ обусловлен рядом его преимуществ:

- ◀ более высокая надежность в эксплуатации;
- ◀ меньшие расходы на реконструкцию и содержание кабельных линий;
- ◀ низкие диэлектрические потери;
- ◀ большая пропускная способность за счет увеличения допустимой температуры на-

грева жил: длительной (90°C вместо 70°C), при перегрузке (130°C вместо 90°C);

- ◀ более высокий ток термической стойкости при коротком замыкании (250°C вместо 200°C);
- ◀ высокая стойкость к повреждениям;
- ◀ низкая допустимая температура при прокладке без предварительного подогрева (–20°C вместо 0°C);
- ◀ низкое влагопоглощение;
- ◀ меньший вес, диаметр и радиус изгиба, что облегчает прокладку на сложных трассах;
- ◀ возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней;
- ◀ более экологичный монтаж и эксплуатация (отсутствие свинца, масла, битума).

Кабельные линии (КЛ) в процессе эксплуатации подвергаются разнообразным испытаниям, с помощью которых выявляются ослабленные места или дефекты в изоляции и защитных оболочках кабелей, соединительной и концевой арматуре и других элементах кабельных линий.

Причины возникновения таких ослабленных мест различны. Они могут иметь место при изготовлении кабеля и арматуры на заводе из-за конструктивных недостатков кабеля и арматуры, при небрежной прокладке кабельных линий, при некачественном выполнении монтажных работ. Ослабленные места выявляются в процессе эксплуатации КЛ, так как со временем наблюдается старение изоляции кабелей и коррозия их металлических оболочек. Кабельные линии, проложенные в земляной траншее, невзирая на дополнительную защиту в виде покрытия кирпичом и систематическое наблюдение за состоянием трассы линий, подвержены внешним механическим повреждениям, которые могут возникать при прокладке и ремонте других городских подземных сооружений, проходящих по трассе КЛ.

За исключением прямых механических повреждений, ослабленные места и дефекты КЛ имеют скрытый характер. Своевременно не выявленные испытаниями они могут с той или иной скоростью развивать-

ся под воздействием рабочего напряжения. При этом возможно полное разрушение элементов КЛ в ослабленном месте с переходом линии в режим короткого замыкания и ее отключение с соответствующим нарушением электроснабжения потребителей.

Полный перечень испытаний КЛ в зависимости от их напряжения и назначения регламентируется «Нормами испытания электрооборудования».

Применение выпрямленного напряжения для испытания КЛ весьма эффективно. Для этих целей применяются испытательные установки ограниченной мощности и габаритов. Последнее определяется тем, что параметры таких установок зависят от тока утечки и изоляции КЛ, в то время как при использовании повышенного переменного напряжения параметры установок определяются емкостью линий, которая для КЛ значительна. При этом выпрямленное напряжение, по сравнению с таким же по величине переменным напряжением, оказывает малое воздействие на неповрежденную изоляцию кабельных линий.

Испытание выпрямленным напряжением, к сожалению, выявляет не все ослабленные места изоляции КЛ. В частности, не выявляются: электрическое старение изоляции; осушение изоляции из-за перемещения или стекания пропиточного состава; высыхание изоляции из-за тяжелого теплового режима работы кабельных линий.

Испытания повышенным напряжением являются разрушающими, так как при приложении испытательного напряжения изоляция КЛ в месте дефекта доводится до полного разрушения (пробоя). После пробоя необходим ремонт линии в том или ином объеме.

При испытаниях повышенным напряжением необходимо учитывать характер изменения токов утечки, которые для КЛ с удовлетворительной изоляцией, как правило, стабильны. Для кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ ток утечки находится в пределах 300 мкА. При этом абсолютное значение тока утечки не является браковочным показателем. Асимметрия токов утечки

по фазам КЛ не должна превышать восьмидесяти при условии, что абсолютные значения токов утечки не превышают допустимые.

Как отмечалось, токи утечки и их неравномерность по фазам не рассматриваются в качестве браковочных показателей. Однако они характеризуют состояние изоляции кабельной линии и, главным образом, изоляции концевых муфт. При заметном нарастании тока утечки или при появлении скачков тока продолжительность испытания следует увеличить до 10–20 мин. и довести испытание до пробоя линии. Если линия не пробивается, она может быть включена в работу с повторным испытанием через месяц. В дальнейшем такие линии рекомендуется испытывать не реже 1 раза в год. Если значения токов утечки стабильны, но превосходят 300 мкА при относительной влажности окружающей среды до 80% и 500 мкА при влажности более 80% для линий до 10 кВ, кабельная линия после испытания может быть включена в работу, но с сокращением срока следующего испытания.

Многочисленные неполадки пластиковой оплетки после проведения испытаний напряжением постоянного тока обусловили внедрение новой технологии тестирования.

На практике за рубежом испытания с очень низкой частотой (VLF) заменили испытания напряжением постоянного тока, которые подходят и для кабелей с композитно-пропитанной изоляцией. Тестирование высоковольтных проводов с частотой 0,1 Гц было закреплено как альтернатива испытанию напряжением постоянного тока в Европейском унификационном соглашении CENELEC HD 620 S1 для пластиковой оплетки и CENELEC HD 621 SI для бумажно-пропитанной и композиционно-пропитанной оплеток.

Вопросам испытаний и диагностики состояния кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена за рубежом уделяется довольно много внимания. Связано это, прежде всего, с особенностями конструкции самого кабеля и материалом изоляции.

Типичный дефект изоляции из сшитого полиэтилена представлен на рис. 3. Ка-

чество изоляции характеризуют частичные разряды, основной причиной которых при эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена является рост водных триингов в изоляции.

За рубежом проведены исследования, доказывающие, что испытания повышенным напряжением не только не позволяют сделать адекватное заключение о состоянии кабеля, но и значительно ослабляют изоляцию. На основании исследований, проведенных компанией Westinghouse, доказано, что испытания высоким напряжением уменьшают срок эксплуатации кабелей и значительно увеличивают рост водных триингов.

В качестве альтернативных методов диагностики состояния кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена зарубежными специалистами предлагаются различные методы неразрушающего контроля:

- ◀ измерение частичных разрядов;
- ◀ измерение тангенса угла диэлектрических потерь на частоте 0,1 Гц;
- ◀ измерение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 0,1 до 1 Гц (диэлектрическая спектроскопия).

К сожалению, ни в России, ни за рубежом, где кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена находятся в эксплуатации с 70-х годов прошлого века, не существует единого мнения по оптимальному методу диагностики. Тем не менее к наиболее перспективным методам следует отнести измерение частичных разрядов.

Одним из лидеров в разработке метода испытаний напряжением сверхнизкой частоты, а также установок для проведения испытаний силовых КЛ в условиях эксплуатации является фирма Seba KMT (Германия). Фирмой Seba KMT выпускается серия испытательных установок (VLF 20 кВ, VLF 28 кВ, VLF 40 кВ, VLF 54 кВ, VLF 60 кВ и др.), предназначенных для проведения испытаний напряжением сверхнизкой частоты 0,1 Гц силовых КЛ номинальным напряжением от 6 до 35 кВ включительно.

Для повышения надежности электроснабжения за счет уменьшения количества ава-

рийных ситуаций и исключения затрат на проведение необоснованных ремонтов КЛ гораздо более предпочтительным является применение неразрушающих методов диагностики силовых КЛ. Использование неразрушающих методов диагностики позволяет не только получать информацию о текущем состоянии изоляции силовых КЛ, не травмируя ее, но и рационально и обоснованно планировать сроки проведения ремонтов КЛ или замены кабелей с выработанным ресурсом изоляции.

Из разработанных методов можно выделить метод измерения и локации частичных разрядов в силовых КЛ (с использованием диагностической системы OWTS), который широко используется за рубежом.

Разработанные за рубежом методы и соответствующее оборудование ориентированы, главным образом, на проведение испытаний и диагностику кабелей с полиэтиленовой изоляцией, которые преимущественно используются в распределительных кабельных сетях зарубежных стран.

Применительно к силовым кабелям с бумажной пропитанной изоляцией, которые остаются основным типом кабелей в кабельных сетях МГУП «Мосводоканал» напряжением до 10 кВ включительно, наиболее эффективным методом, который используется для неразрушающей диагностики, является метод измерения и локации частичных разрядов в КЛ.

В силовых КЛ напряжением до 10 кВ включительно основными причинами снижения электрической прочности изоляции в процессе длительной эксплуатации (т.е. старения изоляции) являются воздействия частичных разрядов (ЧР) и повышенных температур.

Физические процессы в изоляции силовых кабелей под воздействием ЧР (т.е. микрозарядов, возникающих в местах неоднородности изоляции при воздействии рабочего напряжения) к настоящему времени изучены достаточно хорошо. Разработаны и различные методы измерения характери-

стик ЧР в силовых КЛ, которые реализованы в зарубежных приборах и установках различных конструкций.

Одной из наиболее современных и эффективных диагностических систем для оценки состояния изоляции всех типов кабелей напряжением до 35 кВ методом контроля характеристик ЧР является система OWTS (Oscillating Wave Test System) разработки фирмы Seba KMT. Система OWTS, в которой реализован метод измерения ЧР осциллирующим затухающим напряжением, позволяет определять величину и место расположения ЧР, количество ЧР в локальных местах КЛ, напряжение возникновения и гашения ЧР, а кроме того, величину тангенса угла диэлектрических потерь в изоляции, емкости и ряд других величин. По совокупности этих параметров может быть сделано обоснованное заключение о техническом состоянии и о проблемных местах диагностируемой КЛ.

Технические характеристики систем OWTS разных модификаций приведены в табл. 1.

Диагностика с помощью системы OWTS выполняется на отсоединенной с двух сторон КЛ. Перед началом диагностирования производится калибровка системы с целью уточнения длины КЛ и определения ожидаемой амплитуды ЧР. После калибровки каж-

дая фаза КЛ последовательно заряжается в течение нескольких секунд постоянным напряжением до выбранной величины, не превышающей амплитуду номинального линейного напряжения КЛ. После зарядки фаза КЛ с помощью электронного переключателя подключается через резонансную катушку к заземленному экрану кабеля. В процессе разрядки кабеля возникают затухающие синусоидальные колебания, частота которых зависит от емкости диагностируемого объекта. Бегущая волна инициирует ЧР в изоляции КЛ, которые фиксируются и сохраняются в памяти компьютера системы OWTS для последующей обработки с целью определения амплитуды и местоположения ЧР по длине КЛ. Так как амплитуда испытательного напряжения является затухающей, то можно точно определить напряжение, при котором возникают и погасают ЧР. Колебательное напряжение прикладывается к объекту в течение нескольких сот миллисекунд и поэтому не нагружает кабель и не повреждает его. Локализация ЧР в КЛ осуществляется с использованием метода рефлектометрии по результатам регистрации двух импульсов от одного и того же ЧР – первичного импульса и импульса, отраженного от конца КЛ.

При обработке записанных в памяти компьютера данных диагностики выделяются и

Таблица 1

Технические характеристики систем OWTS

Параметры	OWNS 25	OWNS M 28	OWNS M 60
Максимальное выходное напряжение, кВэфф	36 пост. тока/25	28 пост. тока/20	60 пост. тока/42
Диапазон частот осцилляции	50 Гц... 1,0 кГц	50 Гц... 800 Гц	
Допустимая емкость кабеля, мкФ	0,01...2	0,025...2	
Постоянный ток заряда, мА	12	10	7
Диапазон измерения ЧР	1 пКл... 100 нКл		
Полоса частот при локации ЧР	150 кГц... 10 МГц	150 кГц... 45 МГц	
Коэффициент потерь	0,001...0,1		
Напряжение питания, В/Гц	230/50; 115/60		
Рабочая температура, °С	+5...+40	-10...+40	
Масса, кг	65 + 3,2	55 + 2	80 + 2

учитываются первичные и отраженные импульсы ЧР на фоне возможных помех и шумов. При этом амплитуда ЧР определяется по первичному импульсу, а расстояние до места возникновения ЧР в КЛ определяется по промежутку времени между первичным импульсом и его отражением.

Обработанные и учтенные импульсы ЧР представляются на карте распределения ЧР различной величиной длины КЛ (на карте дефектных мест) как для всех трех фаз КЛ (рис. 1), так и для каждой фазы КЛ в отдельности. Карта дефектных мест может быть преобразована в гистограмму распределения количества ЧР по длине КЛ как для всех трех фаз КЛ (рис. 2), так и для каждой фазы КЛ в отдельности.

В большинстве случаев проблемные места в КЛ обнаруживаются в соединительных и концевых муфтах, что свидетельствует, прежде всего, о качестве монтажа кабельных муфт.

На основе большого количества практических результатов диагностики КЛ с использованием системы OWTS были разработаны нормативные показатели для оценки технического состояния эксплуатирующихся в России силовых КЛ напряжением 6–10 кВ с разными типами изоляции (с бумажной пропитанной изоляцией, с изоляцией из сшитого полиэтилена, с поливинилхлоридной изоляцией). Оценка технического состояния КЛ производится по наихудшему из трех ди-

агностируемых параметров: максимальная величина ЧР в локальном месте; напряжение возникновения ЧР (амплитудное значение); среднее количество ЧР в локальном месте за один цикл измерений.

Например, для КЛ 6 кВ с бумажной пропитанной изоляцией при максимальной величине ЧР в локальном месте: до 1200 пКл – КЛ подлежит повторному диагностированию через 5 лет; от 1200 до 7500 пКл – КЛ подлежит повторному диагностированию в течение года; от 7500 до 15 000 пКл – КЛ подлежит ремонту в течение года с последующей диагностикой; свыше 15 000 пКл – КЛ эксплуатации не подлежит. Соответственно этой градации по срокам диагностирования и ремонта КЛ разработаны и нормативы по величине напряжения возникновения ЧР и по среднему количеству ЧР в локальном месте.

Внедрение неразрушающих методов диагностики силовых КЛ с использованием современного оборудования способствует повышению надежности электроснабжения потребителей, а также позволяет эффективнее планировать ремонт и замену силовых КЛ по их фактическому техническому состоянию.

При переходе на систему технического обслуживания контроля и ремонта силовых КЛ по их фактическому состоянию может быть получен существенный экономический эффект за счет:

- снижения количества аварий на КЛ и соответственно затрат на их устранение;

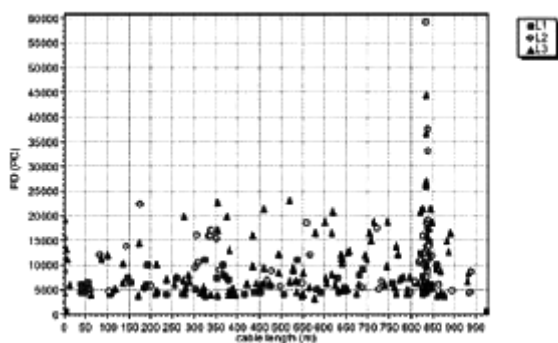


Рис. 1. Вид карты распределения ЧР различной величины (PD) по длине КЛ для трех фаз КЛ

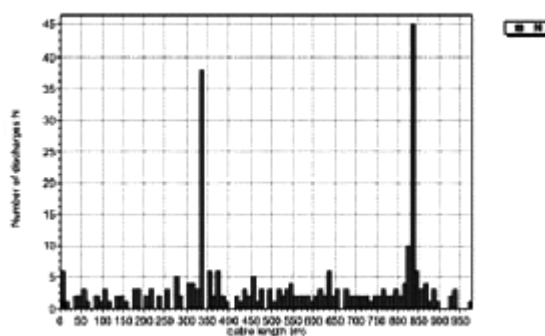


Рис. 2. Вид гистограммы распределения количества ЧР (N) по длине КЛ для трех фаз КЛ

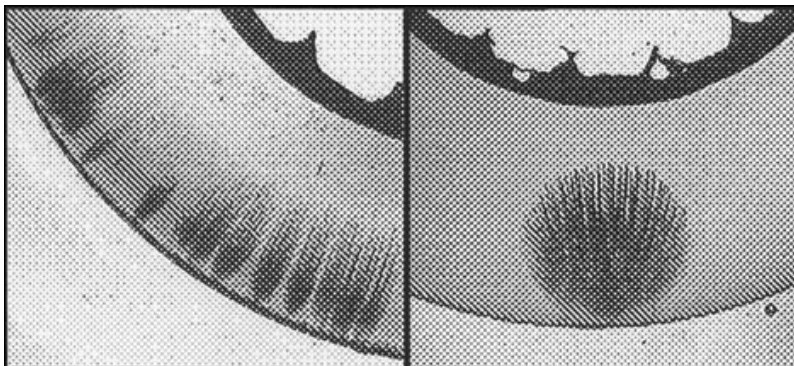


Рис. 3. Типичная картина триингов в изоляции кабеля, находившегося в эксплуатации

- ◀ исключения затрат на проведение необоснованных ремонтов КЛ, вследствие пробоев при испытании повышенным напряжением;
- ◀ повышения качества монтажных работ и проведения диагностики на КЛ после их ремонта или при вводе КЛ в эксплуатацию;
- ◀ выявления и устранения дефектов в КЛ на ранней стадии их развития;
- ◀ продления срока эксплуатации КЛ с невыработанным ресурсом изоляции;
- ◀ рационального планирования действительно необходимых ремонтов КЛ в обоснованные сроки.

Своевременная и достоверная диагностика состояния изоляции силовых КЛ с использованием неразрушающих методов позволит отказаться от профилактических испытаний изоляции разрушающими методами, которые во многих случаях травмируют изоляцию и приводят к снижению остаточного ресурса изоляции силовых КЛ.

Испытание изоляции силовых КЛ повышенным напряжением целесообразно проводить при вводе новых КЛ в эксплуатацию, после ремонта КЛ, а также при отсутствии возможности применения средств технической диагностики силовых КЛ неразрушающими методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Привалов И.Н. Неразрушающая диагностика силовых кабельных линий номинальным напряжением 6–35 кВ // *Электротехнический рынок*. – 2008. – № 2.
2. Кустов А. Существует ли в России диагностика силовых кабельных линий и электрооборудования... и зачем она нужна // *Энергетика и промышленность России*. – 2006. – № 8.
3. Канискин В.А., Коцур С.А., Привалов И.Н. Кабели 10 кВ с бумажно-пропитанной изоляцией. Неразрушающий метод диагностики // *Новости электротехники*. – 2005. – № 5.

<< 44

«Спрос на электроэнергию снова начал расти в ноябре 2009 г. относительно того же месяца предыдущего года. С учетом дефицита мощности в России это должно повысить либерализованные оптовые цены выше уровня регулируемых тарифов в 2010 г.», – отмечает Антон Кравченко, младший директор в аналитической группе Fitch по корпоративному сектору.

Кроме того, Fitch указывает на снижение стоимости заимствований и демонстрируемую электроэнергетическими компаниями способность рефинансировать краткосрочные кредиты от российских банков за счет кредитных линий, предоставляемых на несколько лет. Перечисленные позитивные моменты обуславливают более низкий риск рефинансирования, повышение ликвидности и более высокую операционную маржу, хотя в 2010 г. улучшения в целом ожидаются на умеренном уровне.

Потенциальные позитивные регулятивные изменения в 2010 г. могут включать более высокую плату за мощность для новых электрогенерирующих станций и введение платежей за мощность (так называемых двухставочных тарифов) для некоторых теплогенерирующих компаний. Введение платежей за мощность окажет позитивное воздействие на российские региональные компании комбинированной выработки электро- и теплоэнергии, предоставив стабильное финансирование капиталовложений, не зависящее от объемов.

Российский электроэнергетический сектор продолжает находиться на переходном этапе, и электрогенерирующие компании все еще подвержены риску объемов в отношении той части генерируемой энергии, расчеты по которой осуществляются по регулируемым тарифам. Кроме того, что

>> 71



М.А. Кулага,
инж., аспирант, МЭИ (ТУ)
E-mail: eakireeva@mail.ru

УДК 621.31

СРЕДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Аннотация. Анализируются используемые средства для повышения надежности электроснабжения.

Summary. An article analyses used means for improvement of reliability of electrical supply.

Ключевые слова: перерывы питания, КЗ, причины, бесперебойность, надежность, средства.

Keywords: breaks in power supply, short circuits, reasons, uninterrupted operation, reliability, means.

Одна из основных особенностей современного промышленного производства состоит в том, что сложное технологическое оборудование не может нормально существовать, если электроснабжение не бесперебойное. Для промышленных предприятий в нефте- и газодобыче, транспортировке нефти и газа, в химии, горнообогатительных производствах, металлур-

гии, целлюлозно-бумажной промышленности и многих других производствах перерыв электропитания на несколько секунд или даже десятые доли секунды ведет к нарушению непрерывного технологического процесса или остановке производства.

Причиной большинства нарушений электроснабжения являются короткие замыкания (КЗ) в схемах внешнего и внутренне-

го электроснабжения. В воздушных сетях причинами КЗ являются как природные явления (грозовые разряды и пр.), так и факторы, прямо или косвенно связанные с деятельностью людей (замыкания на землю через поросль, разросшуюся под линией электропередачи и не расчищенную вовремя, обрыв проводов транспортными средствами, расстрел изоляции линии неустановленными лицами). Распространены КЗ на воздушных линиях электропередачи (ЛЭП) и в открытых распределительных устройствах из-за загрязнений изоляции уносами нефтехимических и других производств. Случаются КЗ и на кабельных линиях. Эти КЗ возникают реже, чем на воздушных линиях, но их последствия тяжелее, т. к. кабель, внутри которого произошло повреждение, для работы уже не пригоден и требует замены.

Продолжительность режима КЗ определяется собственным временем отключения выключателя и временем действия релейной защиты (РЗ). Минимальная продолжительность КЗ в сетях 110 кВ и ниже при воздушных выключателях и действии защиты без выдержки времени – примерно 0,2; в сетях 220 кВ – 0,16–0,18 с. Если защита имеет выдержку времени, то продолжительность КЗ соответственно увеличивается. Задержка в ликвидации КЗ возможна при отказе основной защиты и при отказе выключателя. Отказ защиты или выключателя означает не только увеличение длительности режима КЗ, но и дополнительные отключения (устройства резервирования отказа выключателя – УРОВ). Длительность КЗ увеличивается ориентировочно на 0,5 с.

Наиболее характерные технические причины нарушения работы предприятия и значительного ущерба в результате кратковременного перерыва питания сводятся к четырем:

- ◀ невозможность восстановления нормальной скорости вращения электродвигателей после перерыва питания;
- ◀ технологическая невозможность продолжить работу после восстановления питания;

◀ отключение электроприемников вследствие исчезновения (или снижения) напряжения, после чего электроприемники остаются в отключенном состоянии;

◀ недостаточное электроснабжение в послеаварийном режиме внешней сети.

Наиболее простой причиной излишних срабатываний технологической автоматики (ТА) является отсутствие в ней необходимых выдержек времени (что такую автоматику, естественно, упрощает и удешевляет). Иногда выдержки времени имеются, но они не согласованы с другими противоаварийными мерами.

Функции систем автоматического управления промышленным производством быстро расширяются, и важно, чтобы эти системы правильно реагировали на перерывы нормального электроснабжения. Поскольку электроснабжение и работа технологического оборудования жестко взаимосвязаны, представляется разумным, чтобы системы автоматического управления технологическим процессом взяли на себя и функции противоаварийного управления системой электроснабжения, управления самозапусками, повторными пусками электродвигателей и т. п.

Встречаются также излишние срабатывания электрических защит, поэтому любая задача восстановления нормальной работы предприятия после кратковременного перерыва питания сводится, в основном, к тому, чтобы оптимальным образом сформировать три группы электроприемников:

- ◀ те, которые должны восстанавливать свою нормальную работу сразу после восстановления питания в результате самозапуска;
- ◀ те, которые должны включаться автоматически, но после того, как закончатся самозапуски и напряжение восстановится до уровня, близкого к номинальному (это означает задержку в восстановлении нормальной работы электродвигателей на секунды или десятки секунд);
- ◀ остальные, которые могут быть введены в работу дежурным персоналом вручную.

При этом минимальное требование к системе электроснабжения состоит в том, что источники питания и электрическая сеть должны обеспечивать возможность самозапуска электродвигателей, от которых зависит бесперебойность основных технологических процессов.

Основной проблемой и целью специальных технических мероприятий является бесперебойность работы промышленного потребителя.

При этом ясно, что абсолютная бесперебойность (так же как и абсолютная надежность любого технического объекта) недостижима. Чем выше желаемый показатель бесперебойности (как и надежности вообще), тем больше связанные с этим затраты.

Задача обеспечения бесперебойной работы промышленного потребителя может быть решена в общем случае в результате применения двусторонних мер:

- ◀ возможного снижения числа нарушений электроснабжения из-за КЗ и по тому подобным причинам;

- ◀ возможного снижения чувствительности промышленного производства к кратковременным нарушениям электроснабжения.

Рассмотрим наиболее часто используемые средства для обеспечения надежности электроснабжения в соответствии с категорией.

АВР (автоматическое включение резерва)

При выборе функциональной схемы АВР следует исходить из того, что действие АВР является эффективным, если нормальная работа всех электроприемников I категории восстанавливается (включая ресинхронизацию СД) за время, допустимое по условиям бесперебойности технологического процесса потребителя.

По скорости и способу действия АВР различают три его модификации: обычное (штатное) АВР, быстродействующее АВР (БАВР) и быстродействующее опережающее АВР (БОАВР).

Обычное АВР обеспечивает включение резервного питания после отключения вводного выключателя и после затухания напряжения на резервируемой секции. Напряжение должно снизиться настолько, чтобы включение резервного питания в противофазу с этим напряжением не могло привести к такому броску тока, который был бы опасен для оборудования или мог бы вызвать срабатывание токовой защиты. Обычно включение секционного выключателя блокируется, пока напряжение больше 25–40% или 60–65% от номинального (в зависимости от типа аппаратуры).

Время затухания напряжения зависит от состава нагрузки и параметров двигателей. При преобладании мелких АД и статических электроприемников (освещение, нагревательные установки и пр.) напряжение затухает очень быстро, за 0,1–0,2 с, и не препятствует быстрой подаче резервного питания. Синхронные двигатели могут поддерживать напряжение в течение времени порядка 10 с. Почти то же относится и к крупным АД. Для ускорения затухания напряжения на секции, потерявшей питание, при наличии СД применяется гашение поля или отключение СД.

Быстродействующее АВР обеспечивает возможность включения резервного питания до того, как затухнет напряжение на резервируемой секции, благодаря контролю за величиной ΔU – разностью напряжений на резервируемой и резервирующих секциях (т.е. напряжение, которое показал бы измерительный прибор, включенный в какой-либо фазе по обе стороны отключенного выключателя в цепи резервного питания, рис. 1).

Если разность фаз $\Delta\psi$ этих напряжений невелика, то включение возможно и при незатухшем напряжении на резервируемой секции. В качестве критерия допустимости включения принимается выполнение условия $\Delta U < U_{дон}$, например $\Delta U < 1,6U_{ном}$. Если остаточное напряжение U_r мало, величина ΔU ни при каких разностях фаз не достигает

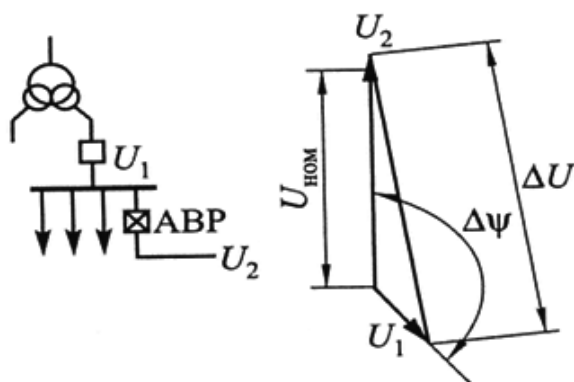


Рис. 1. К определению потерь напряжения

таких значений. Если оно велико, то решающую роль играет разность фаз резервирующего и резервируемого напряжений $\Delta\psi$. Изменения фазы остаточного напряжения (относительно напряжения на резервирующей секции) определяются выбегом двигателей.

Если величина ΔU может превышать значения, допустимые для БАВР, то возможно применение блокировки по текущему значению ΔU , но при этом необходимо иметь в виду, что включение выключателя происходит с запаздыванием по отношению к импульсу на его включение. Если времена включения выключателя имеют значительный разброс, то БАВР может оказаться неосуществимым.

При БАВР на секциях, питающих СД, нужно иметь в виду дополнительное ограничение: бросок электромагнитного момента СД, возникающий в результате несинхронного включения, не должен превышать бросок момента при трехфазном КЗ на выводах СД. При БАВР не должны срабатывать токовые отсечки, а также дифференциальные защиты (из-за увеличения тока небаланса).

Особенно высокое быстродействие обеспечивает БАВР с применением тиристорных переключающих устройств.

Быстродействующее опережающее АВР – разновидность БАВР, отличающаяся тем, что включение резервного питания происходит не после, а до отключения выключателя на вводе поврежденной линии. При

этом снимается вопрос об опасности токов несинхронного включения. Однако БАВР имеет существенный недостаток: напряжение на резервируемой секции снижается так же глубоко, как и на резервируемой, только на меньшее время. При этом на резервирующей секции могут иметь место самоотключения электроприемников. Также при использовании БАВР увеличивается ток КЗ, который должен разорвать выключатель на вводе. Применение БАВР может привести к тяжелым последствиям в случае отказа в отключении входного выключателя. Тогда после опережающего включения секционного выключателя в режиме КЗ окажутся обе части предприятия. Кроме этого, при БАВР двигатели на резервирующей секции тормозятся сильнее, чем при БАВР, что создает дополнительное снижение напряжения. С другой стороны, полное время перерыва питания может быть меньше.

При комбинированном АВР на время самозапуска двигателей после АВР создается схема, в которой понижающие трансформаторы и токоограничивающие реакторы замыкаются и со стороны питания, и со стороны электроприемников, что снижает потери напряжения во время самозапуска.

ДИНАМИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ (ДКИН)

Основные цели устройства ДКИН: устранение несимметрии по фазам и несинусоидальности в нормальном режиме работы, обеспечение надежного и непрерывного электроснабжения потребителей за счет IGBT-преобразователя напряжения и вольтодобавочных трансформаторов в случае аварийных и ненормальных режимов в электрических сетях (рис. 2).

Структурная схема работы динамических компенсаторов искажений напряжения приведена на рис. 3. Система управления непрерывно контролирует напряжение поставки и сравнивает его с заданным пороговым уровнем напряжения. Если напряжение поставки меньше заданного значения,



Рис. 2. Диаграмма работы ДКИН при нарушениях электроснабжения

преобразователь источника напряжения немедленно начинает вводить дифференциальное напряжение и поддерживать номинальное напряжение на стороне нагрузки.

Динамические компенсаторы искажений напряжения представляют собой устройство с двукратным преобразованием напряжения, вход которого подключен к системе электроснабжения (рис. 4). Через управляемый выпрямитель напряжение подается на конденсаторы C_d ; выход ДКИН через управляемый инвертор на базе ПУВ и через вольтодобавочный трансформатор (ВДТ) подключен к нагрузке. Вторичная обмотка ВДТ включена последовательно с нагрузкой и в ней наводится напряжение dU_B , компенсирующее провал напряжения в системе электроснабжения (СЭС).

Система управления непрерывно контролирует напряжение поставки (U_G) и сравнивает его с заданным пороговым уровнем напряжения. Если напряжение поставки меньше заданного значения, преобразователь источника напряжения немедленно начина-

ет вводить дифференциальное напряжение и поддерживать номинальное напряжение на стороне нагрузки (U_H).

ДКИН предназначен для того, чтобы компенсировать влияние провалов напряжения на линиях, питающих чувствительное оборудование. Нормальное электроснабжение осуществляется и при провалах напряжения в питающей системе электроснабжения, в связи с тем что ДКИН регулирует напряжение на нагрузке, приближая его к номинальному значению и устраняя КНЭ от энергосистемы. ДКИН-AS обеспечивает за 1 мс отклик на провал напряжения с последующим регулированием напряжения наполовину в течение 1 мс и полным восстановлением напряжения в следующую половину цикла. ДКИН обеспечивает полную компенсацию провалов напряжения в пределах номинального при перегрузках по току в 200% в течение не менее 30 с, частичного исправления для трехфазных провалов напряжения вплоть до 50% и однофазных провалов до 55% в течение не менее 30 с (рис. 5).

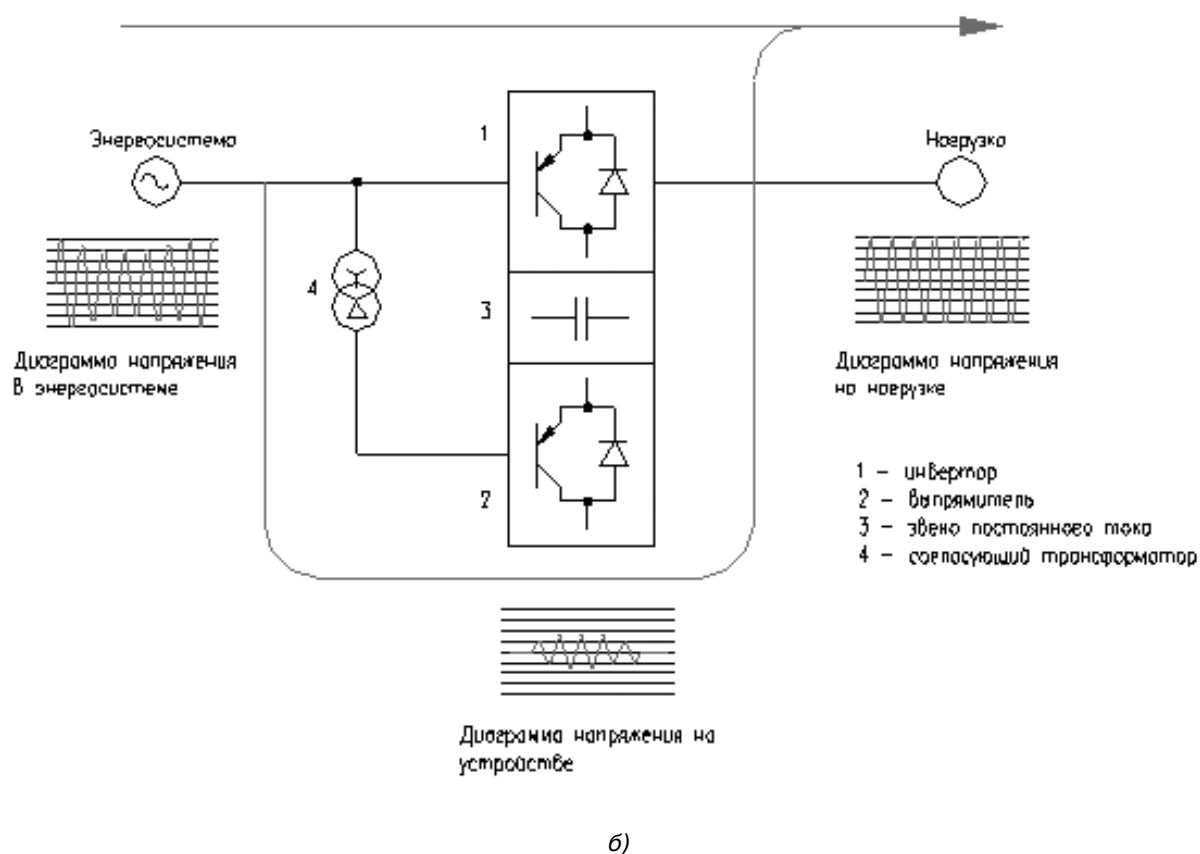
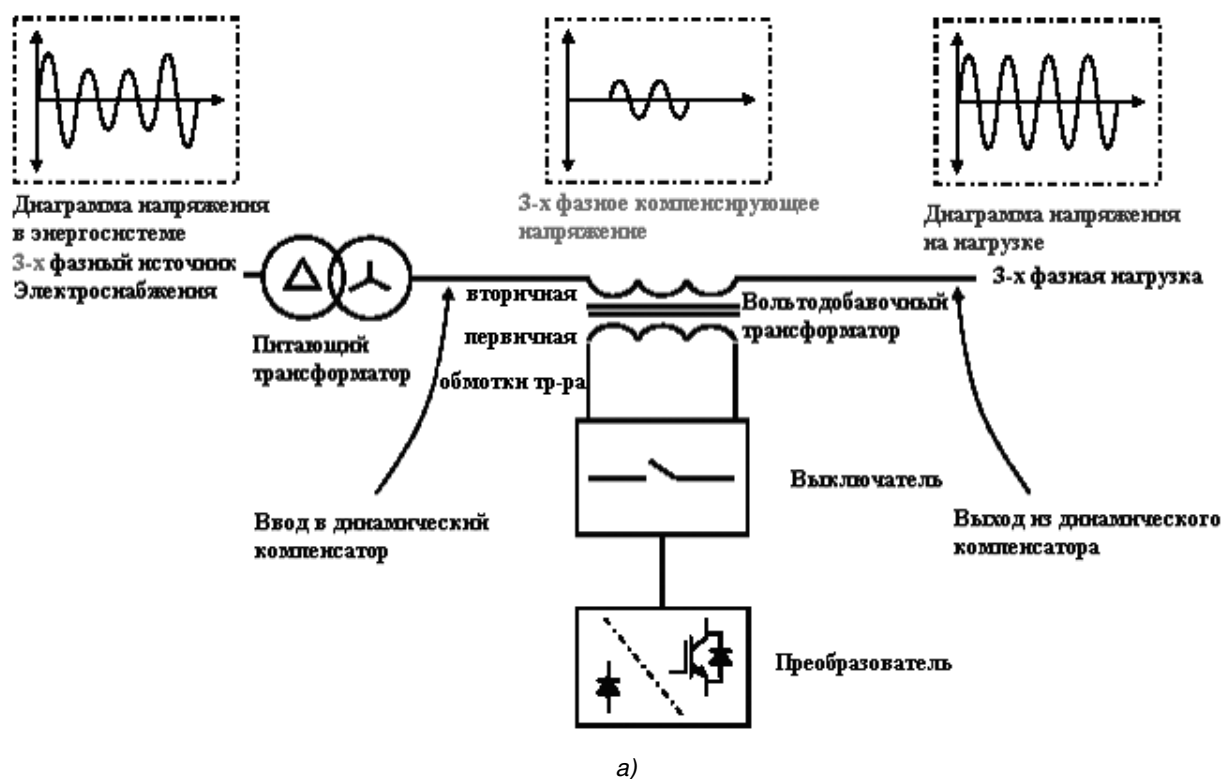


Рис. 3. Структурная схема работы ДКИН (с вольтодобавочным (а) и согласующим (б) трансформаторами) при КНЭ

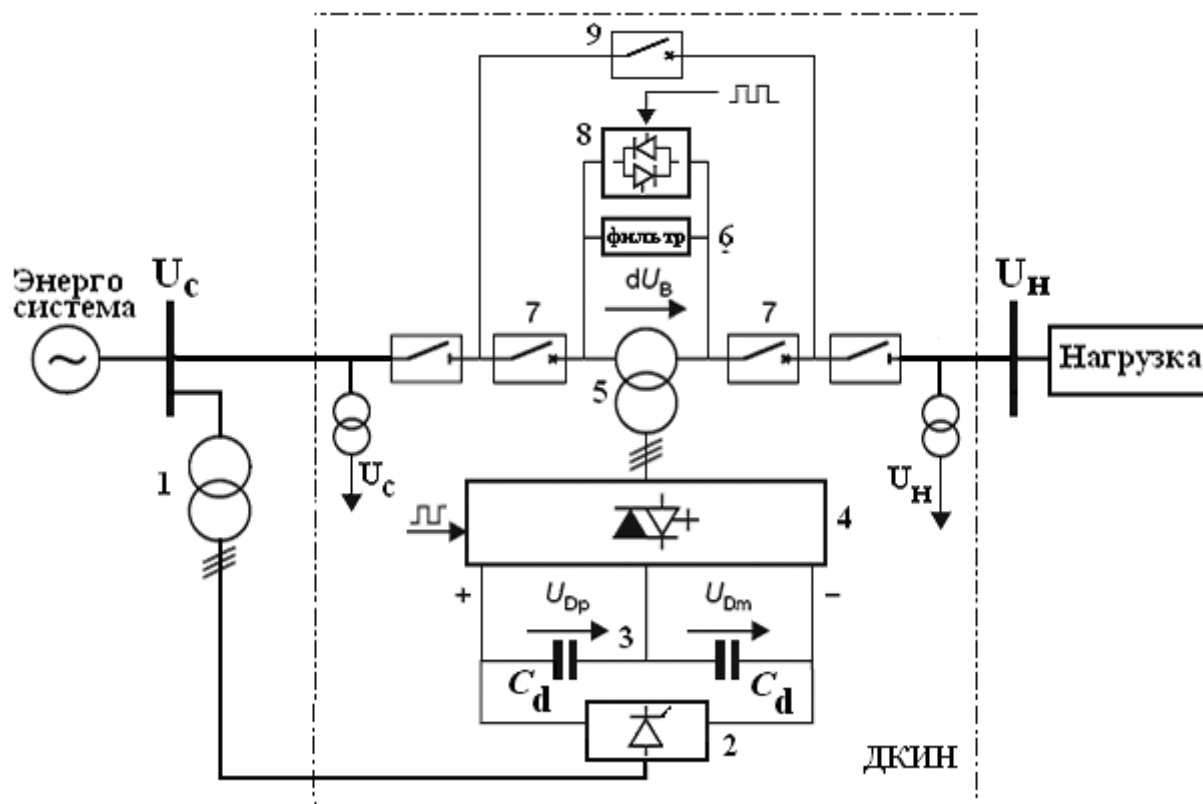


Рис. 4. Функциональная схема работы устройства ДКИН

Отклик на кратковременные нарушения электроснабжения (провалы напряжения) ДКИН-AS намного превышает показатели аналогичных устройств коррективки на-пряжения. ДКИН позволяет компенсировать провалы напряжения в энергосистеме стан-дартной величиной до 35% и длительностью 200 мс.

Динамические компенсаторы искажений напряжения имеют исполнения:

- ◀ по входному напряжению: – 380, 480, 690, 6000, 10 000, ... 138 000 В;
- ◀ по мощности устройств: – 380 В: от 25 до 6000 кВА; – 6 (10) кВ: от 1000 до 50 000 кВА;
- ◀ с системой водяного и/или возду-шного охлаждения;
- ◀ контейнерного или шкафного испол-нения;
- ◀ по условиям эксплуатации: 1–0 ÷ +40°C; 2–20 ÷ +40°C.

Основные преимущества динамических компенсаторов искажений напряжения:

- ◀ защита от всех видов КЗ (рис. 5);
- ◀ время реакции на кратковременные нарушение электроснабжения 2 мс;
- ◀ эффективность работы устройств более 98,8% при 100% нагрузке;
- ◀ низкая потребляемая мощность и малые эксплуатационные затраты;
- ◀ компенсация гармонических состав-ляющих, фликеров;
- ◀ синусоидальная форма выходного напряжения;
- ◀ отсутствие аккумуляторных батарей и высокая надежность.

УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ СТАТКОМ

Устройство СТАТКОМ (система статиче-ской компенсации реактивной мощности) предназначено для компенсации реактив-ной мощности резкопеременной нагруз-ки. В схеме СТАТКОМ с ПУВ (рис. 6) имеет-ся двухуровневый преобразователь напря-

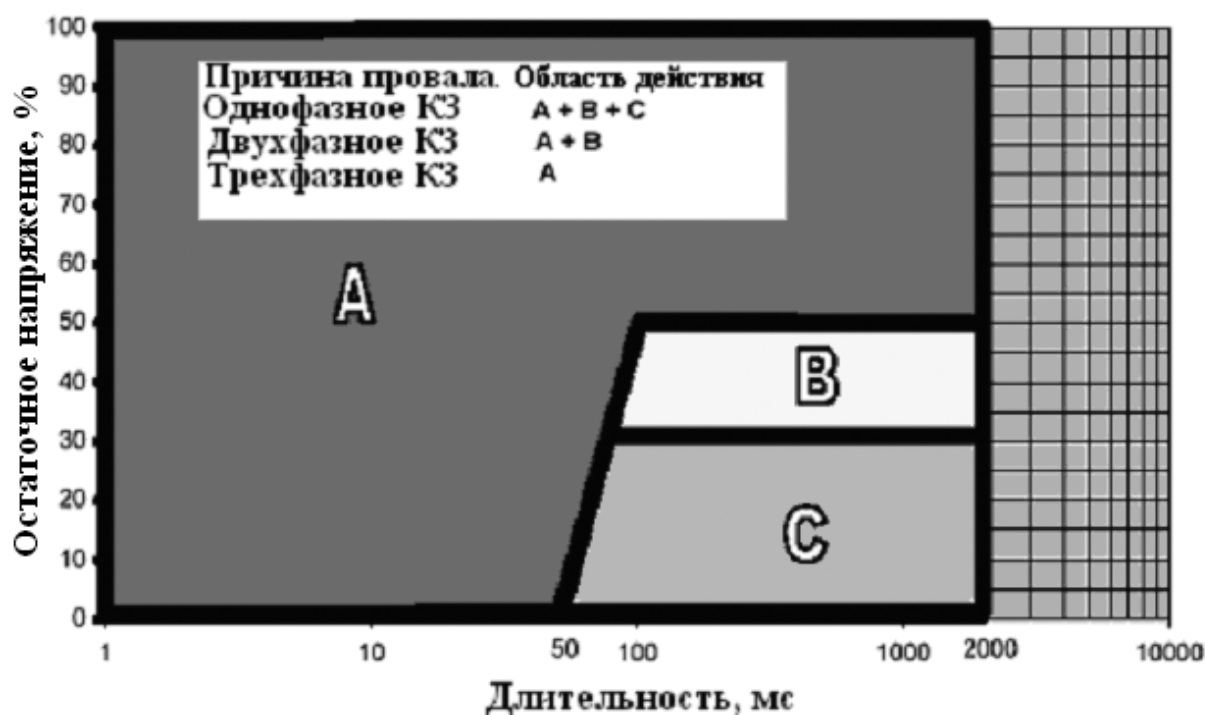


Рис. 5. Диаграмма работы динамических компенсаторов при различных видах КЗ (A – трехфазное КЗ; A+B – двухфазное КЗ; A+B+C – однофазное КЗ)

жения (ПН, выполненный на основе транзисторов IGBT (тиристоров) с параллельными диодами) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) сигнала несущей частоты, конденсаторная батарея (Cd) на стороне постоянного напряжения (Ed), фазный реактор (Lp), широкополосный фильтр с элементами (Cф, Lф, Rф), настроенный на компенсацию высших гармонических составляющих.

Устройство позволяет генерировать или потреблять реактивную мощность QSTATKOM, следовательно, реактивная мощность узла нагрузки может изменяться от QH+QSTATKOM до QH – QSTATKOM. Обычно мощность устройства QSTATKOM несколько больше максимальной реактивной мощности нагрузки QH, чтобы гарантированно обеспечить возможность поддержания заданного коэффициента мощности нагрузки. При снижении напряжения система СТАТКОМ переходит в режим источника тока, независимого от напряжения в узле нагрузки.

Для управления устройством СТАТКОМ используется генератор напряжения несущей частоты ШИМ (не показанный на рисунке 6), создающий три синусоидальных модулирующих напряжения, образующих трехфазную систему. Управление транзисторами (тиристорами) каждой фазы осуществляется независимо, путем наложения на напряжение несущей частоты соответствующей синусоиды модулирующего напряжения.

При этом должны соблюдаться условия:

- ◀ регулирование напряжения в узле нагрузки за счет изменения потоков реактивной мощности;
- ◀ подавление колебаний напряжения за счет компенсации резкопеременной реактивной мощности;
- ◀ устранение несимметрии напряжения, вызванной неравномерным распределением реактивной мощности по фазам;
- ◀ повышение устойчивости узла нагрузки за счет того, что при провалах напряжения СТАТКОМ работает в режиме источника тока.

СТАТКОМ имеет более высокую эксплуатационную надежность, чем синхронные компенсаторы. В отличие от тиристорно-реакторных

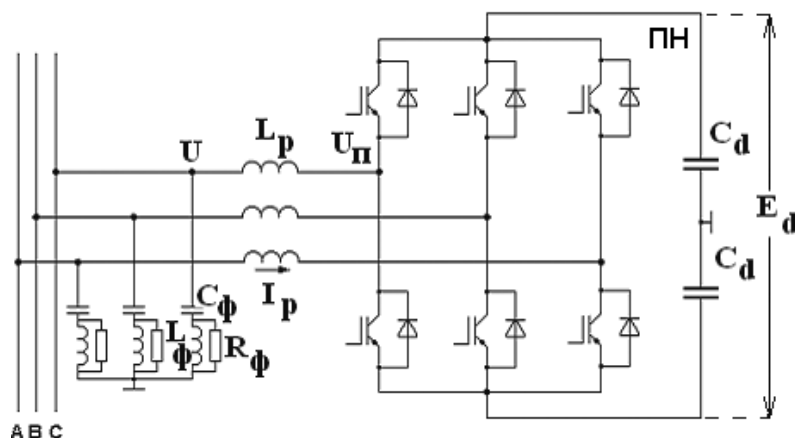


Рис. 6. Схема устройства СТАТКОМ

групп СТАТКОМ снижает вероятность возникновения резонансных явлений, обусловленных наличием конденсаторных батарей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила устройства электроустановок. Изд. 7-е. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
2. Гуревич Ю.Е., Кабиков К.В. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя. М.: ЭЛЕКС-КМ. – 2005.

3. Михайлов В.В. Надежность электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоиздат. – 1982.

4. Слодарж М.И. Режимы работы, релейная защита и автоматика синхронных электродвигателей. М.: Энергия. – 1977.

5. Кочкин В.И., Нечаев О.П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий. М.: Изд-во НЦ ЭНАС. – 2000.

6. Опережающее АВР на подстанциях магистральных нефтепроводов/Галицын А.А., Задернюк А.Ф. // Промышленная энергетика. – 1986. – № 8. С. 33–36.

7. Пат. 1304126 (РФ) МКИ Н 029/06. Пусковое устройство автоматического включения резервного питания потребителей / Степанов Д.И., Вершинина С.И., Гамазин С.И., и др. Опубл. в БИ. – 1987. – № 14.

НОВОСТИ

ПКУ ОАО «КОНТАКТОР» ИЗГОТОВИЛ УНИКАЛЬНЫЙ ДЛЯ УЛЬЯНОВСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЩИТ ПОСТОЯННОГО ТОКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ НА НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК 5000 А

Специалистами ПКУ была разработана проектно-конструкторская документация на требуемый ЩПТ в соответствии с техническим заданием, предоставленным заказчиком. В качестве основных комплектующих ЩПТ была использована продукция завода «Контактор»: автоматические выключатели «Электрон» и ВА55–43, переключатели РЕ19–43 на 2000 А и РЕ19–45 на 3200 А, разъединители РЕ19–47 на 5000 А.

Это устройство является типоразмером наибольшей мощности из ряда аналогичного оборудования, производимого в ПКУ завода. Начальник ПКУ ОАО «Контактор» Т. А. Медведева говорит: «Данный ЩПТ стал успешной пробой наших сил и возможностей. Специалисты ОАО «Контактор» основательно подошли к изготовлению данного оборудования, изучили представленное заказчиком техническое задание, подготовили собственные конструкторские решения, чтобы изготовить этот ЩПТ».

Этот пример подтверждает факт, что одно из преимуществ ОАО «Контактор» перед конкурентами – возможность индивидуального подхода к каждому заказу. «Благодаря высококвалифицированным специалистам конструкторского отдела, технологической службе и имеющейся собственной производственной базе мы сегодня готовы к выполнению практически любого заказа по разработке и изготовлению электротехнического оборудования, относящегося к классу низковольтных комплектных устройств», – заключает Т. А. Медведева.



УДК 621.31

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ (управление, контроль, испытания)

В.С. Генин. Методы и технические средства управления, контроля и испытаний электротехнического и технологического оборудования нефтегазодобывающих предприятий // Автореф. докт. дисс. Спец. 05.09.03, М.: МЭИ. – 2009. 40 с.
E-mail: universe@mpei.ac.ru

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В работе представлены результаты исследования и области создания, исследования и совершенствования комплекса аппаратуры для автоматизированного контроля, регулирования и испытаний электрооборудования нефтегазодобывающих предприятий (НГДП).

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Одной из основных для экономики России является нефтегазодобывающая отрасль. С учетом того, что себестоимость нефти в нашей стране относительно высока и в ней до 50% составляют затраты на электроэнергию и обслуживание энергетического комплекса, весьма важной задачей являет-

ся разработка мероприятий и технических средств для повышения эффективности использования технологического электрооборудования НГДП. Существенно повысить эффективность использования электрооборудования НГДП позволяет телеуправление путем контроля электроснабжения и регулирования электропотребления и производительности насосов скважин, установок электронагрева скважин, насосов кустовых и дожимных насосных станций.

Учитывая, что оборудование нефтедобывающих предприятий распределено на огромных территориях, а энергоснабжение промыслов организовано по линиям электропередачи (ЛЭП), целесообразно использовать ЛЭП 6 (10) кВ в качестве физических линий связи для контроля и телеуправления оборудованием скважин и других технологических установок НГДП. Вместе с тем для обеспечения бесперебойного электроснабжения и устойчивой ВЧ-связи по ЛЭП и эффективности системы телеуправления необходимо, чтобы в исправном состоянии находились элементы и аппаратура распределительных сетей: силовые трансформаторы, воздушные и кабельные линии, электродвигатели высокого и низкого напряжений, коммутационная аппаратура и аппаратура релейной защиты. С этой целью необходимо внедрить новые эффективные методы контроля состояния электрооборудования и его элементов.

Цель работы состоит в разработке и исследовании методов и технических средств управления, контроля и испытаний установленного электротехнического и технологического оборудования, позволяющих повысить бесперебойность электроснабжения потребителей и эффективность использования электрооборудования нефтегазодобывающих предприятий, а также реализовать современные энергосберегающие технологии.

Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие вопросы и задачи:

1. Анализ специфики систем электроснабжения нефтегазодобывающих предприятий и управления режимами технологического электрооборудования, обзор современных методов и средств реализации энергосберегающих технологий.

2. Методика проектирования технических средств связи по нефтепромысловым ЛЭП 6 (10) кВ без высокочастотной обработки в условиях реальной системы электроснабжения узла питания 35/6 (10) кВ с определением оптимальных параметров аппаратуры передачи данных (частота несущей, вид модуляции, мощность передающего и чувствительность приемного устройств).

3. Методика и технические средства контроля штанговых глубинных насосных установок на основе циклических ваттметров с целью исключения необходимости контроля нагрузки на полированный шток и его положения, а также разработка средств контроля и управления регулируемыми приводами станков – качалок нефти, установками электронагрева скважин, электроприводами кустовых насосных станций.

4. Математические модели температурного режима и дуговой эрозии контактов и методики обработки результатов тепловизионного контроля контактных соединений и коммутационной аппаратуры эксплуатируемого электрооборудования.

5. Методики и технические средства контроля коммутационной аппаратуры управления в режимах эксплуатации, а также определения статистических показателей надежности при коммутации малых уровней токов и напряжений.

Научная новизна работы заключается в следующих положениях:

1) обоснована теоретически и подтверждена экспериментально эффективность системы телекоммуникаций работы нефтяных качалок с передачей данных по нефтепромысловым линиям электропередачи напряжением 6 (10) кВ без высокочастотной обработки, определены параметры каналаобразующей аппаратуры;

2) предложена методика и средства для контроля работы штанговых глубинных насосных установок, имеющих динамограммы параллелограммного типа, с использованием циклических ваттметрограмм;

3) проведены исследования теплового режима контактных соединений и дуговой эрозии контактов коммутационных аппаратов управления в условиях эксплуатации с учетом подвижности границы плавления и зависимости от температуры теплофизических характеристик вещества и теплоты фазовых переходов;

4) разработаны математические модели в виде функций параметров режима коммутаций для диагностики работоспособности аппаратов в условиях коммутаций; предложена методика и технические средства для получения статистической оценки надежности контактирования слаботочных контактов;

5) предложена методика обработки результатов тепловизионных обследований низковольтного электрооборудования с использованием сплайнов;

6) предложены новые схемотехнические решения и алгоритмы функционирования технических средств, защищенные авторскими свидетельствами и патентами РФ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ

Исследования проводились с одновременным решением практических задач по созданию электротехнических систем для нефтяной отрасли, электротехнической промышленности, а также в интересах повышения обороноспособности страны.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований явились основой:

1) создания системы телекоммуникаций работы нефтяных качалок с использованием линий электропередачи напряжением 6 (10) кВ в качестве физических линий связи;

2) выработки практических рекомендаций и средств контроля работы штанговых глубинных насосных установок, имеющих динамограммы параллелограммного типа,

с использованием циклических ваттметрограмм;

3) создания автоматизированного комплекса для исследований и испытаний аппаратов управления в условиях эксплуатации, испытательного оборудования для автоматизации испытаний пускателей и комплекса для исследований и испытаний на надежность контактирования;

4) создания технических средств аппаратуры регулирования и контроля и релейной защиты электрооборудования систем электроснабжения с использованием защищенных патентами РФ технических решений.

Разработаны структурная схема, оборудование и программные средства системы телекоммуникаций работы нефтяных качалок с использованием линий электропередачи в качестве физических линий связи.

На распределительных подстанциях контролируются состояния масляных выключателей, защит, токи, напряжения и мощности по фидерам, обеспечивается телеуправление коммутационными аппаратами. Можно получить график потребления активной и реактивной энергии, например суточный или за месяц.

Результаты контроля представляются на экране дисплея в виде мнемосхемы или таблиц и графиков.

Использование рассматриваемых технических средств позволяет оперативно контролировать потребление электроэнергии, своевременно обнаруживать отключения и сократить время перерывов в электроснабжении.

В системе телекоммуникаций внедрены защищенные патентами РФ технические решения по телемеханизации скважины и по обеспечению помехоустойчивости каналообразующей аппаратуры. Система соответствует требованиям нормативных документов, действующих в нефтегазодобывающей отрасли в части дистанционного контроля работы технологического оборудования, и внедрена в эксплуатацию в ряде предприятий ОАО «Татнефть».

В работе выполнен анализ возможностей тепловизионной диагностики контактных соединений (КС) и контактов аппаратов управления.

Представлена важность контактных соединений в статистике дефектов распределительных сетей НГДП (доля дефектов, связанных с КС, достигает 35%), роль контактов и их работа в коммутационных аппаратах управления. Опыт, накопленный в различных областях применения тепловизионных устройств, показывает, что часто, несмотря на высокие технические характеристики приборов, без дополнительных измерений или расчетов с использованием, например, специальных моделей нестационарной теплопередачи, погрешность измерений может быть очень большой.

Для снижения ошибки и уменьшения влияния погрешностей при использовании простых тепловизоров рассмотрена возможность использования сплайн – интерполяции или сглаживание дискретных отсчетов, полученных тепловизором, с использованием сглаживающих сплайнов.

Приведен анализ результатов тепловизионных обследований электрооборудования НГДП, экспериментальных исследований нагрева, дуговой эрозии и надежности контактирования контактов эксплуатирующегося оборудования, по разработке методики и технических средств для контроля работоспособности аппаратов управления.

Тепловизионные обследования низковольтной коммутационной аппаратуры подтвердили, что с применением тепловизора можно выявить недопустимый перегрев элементов конструкции аппарата и контактных соединений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы сводятся к следующим положениям:

1. Проведен анализ специфики систем электроснабжения нефтегазодобывающих предприятий и управления режимами технологического электрооборудования нефте-

газодобывающих предприятий. Поиск путей повышения бесперебойности электроснабжения и эффективности использования электрооборудования НГДП показал, что:

◀ для повышения бесперебойности электроснабжения потребителей и эффективного использования электроэнергии целесообразно использовать телеуправление с контролем электроснабжения и управлением режимами работы потребителей;

◀ для решения задач контроля и диагностики электрооборудования с использованием тепловизионных обследований актуальными являются исследования температурного режима контактных соединений и коммутационных аппаратов управления в условиях эксплуатации и разработка научно обоснованных рекомендаций по контролю их работоспособности.

2. Рассмотрены теоретические основы передачи данных по нефтепромысловым линиям электропередачи напряжением 6 (10) кВ без высокочастотной обработки, определены оптимальные параметры каналообразующей аппаратуры (частота несущей; вид модуляции, мощность передающего и чувствительность приемного устройств). Предложена методика проектирования канала ВЧ-связи по ЛЭП в условиях реальной системы электроснабжения узла питания 35/6 (10) кВ НГДП.

3. Разработаны на основе использования циклических ваттметрограмм метод и средства контроля штанговых глубинных насосных установок с динамограммами параллелограммного типа, позволяющие исключить необходимость контроля нагрузки на полированный шток и его положения.

4. Разработаны и внедрены в ОАО «Татнефть» технические средства системы телекоммуникаций работы нефтяных качалок с использованием нефтепромысловых линий электропередачи напряжением 6 (10) кВ в качестве физических линий связи, средств контроля и управления станков – качалок нефти, установок электронагрева скважин, электроприводов кустовых насосных станций.

5. Разработаны математические модели температурного режима и дуговой эрозии контактов, а также методики обработки результатов тепловизионного контроля контактных соединений и коммутационной аппаратуры. Математические модели теплового режима контактных соединений и дуговой эрозии контактов коммутационной аппаратуры, полученные на базе решений нестационарных уравнений теплопроводности с разрывными коэффициентами, учитывают поглощение тепла при изменении агрегатного состояния вещества, а также зависимости теплофизических характеристик металла от температуры.

6. Результаты экспериментальных исследований температуры контактов коммутационных аппаратов и их износа в условиях эксплуатации подтвердили адекватность разработанных моделей (расхождение расчетных и экспериментальных результатов в зоне номинальных токов не превышают 15%). Разработана и предложена для включения в нормы МЭК методика экспериментального определения статистической оценки на-

дежности контактирования вспомогательных контактов при коммутации низких уровней токов и напряжений, позволяющая определить показатели для широкого диапазона пороговых напряжений.

7. Методики и оборудование для испытаний аппаратов управления в условиях коммутаций пусковых и номинальных токов внедрены в эксплуатацию в ОАО «ВНИИР», г. Чебоксары, на Кемеровском электротехническом заводе, Кашинском заводе электроаппаратуры, на Александровском электромеханическом заводе. Методика и оборудование для определения показателей надежности контактирования внедрены в эксплуатацию в ОАО «ВНИИР», г. Чебоксары, а также на Кинешемском заводе «Электроконтакт».

8. Созданы и внедрены в эксплуатацию высоконадежные технические средства автоматизированного регулирования, контроля и релейной защиты электроэнергетических систем, защищенные авторскими свидетельствами и патентами РФ.

Реф. Киреева Э.А.

НОВОСТИ

ПКУ ОАО «КОНТАКТОР» ИЗГОТОВИЛИ УНИКАЛЬНЫЙ ДЛЯ УЛЬЯНОВСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЩИТ ПОСТОЯННОГО ТОКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ НА НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК 5000 А

Специалистами ПКУ была разработана проектно-конструкторская документация на требуемый ЩПТ в соответствии с техническим заданием, предоставленным заказчиком. В качестве основных комплектующих ЩПТ была использована продукция завода «Контактор»: автоматические выключатели «Электрон» и ВА55–43, переключатели РЕ19–43 на 2000 А и РЕ19–45 на 3200 А, разъединители РЕ19–47 на 5000 А.

Это устройство является типом исполнения наибольшей мощности из ряда аналогичного оборудования, производимого в ПКУ завода, и как говорит начальник ПКУ ОАО «Контактор» Т.А. Медведева: «Данный ЩПТ стал успешной пробой наших сил и возможностей. Специалисты ОАО «Контактор» основательно подошли к изготовлению данного оборудования, изучили представленное заказчиком техническое задание, подготовили собственные конструкторские решения, чтобы изготовить этот ЩПТ».

Этот пример подтверждает факт, что одно из преимуществ ОАО «Контактор» перед конкурентами – возможность индивидуального подхода к каждому заказу. «Благодаря высококвалифицированным специалистам конструкторского отдела, технологической службе и имеющейся собственной производственной базе мы сегодня готовы к выполнению практически любого заказа по разработке и изготовлению электротехнического оборудования, относящегося к классу низковольтных комплектных устройств», – заключает Т.А. Медведева.

www.kontaktor.ru



УДК 621.3.07

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ УСТАНОВКИ «КОВШ-ПЕЧЬ»

А.В.Осипов. Повышение надежности электрооборудования установки ковш-печь за счет улучшения условий коммутации вакуумного выключателя Автореф. канд. дисс. Спец. 05.09.03, Магнитогорск: ГОУ ВПО МГТУ. – 2007. – 20 с.
E-mail: mgtu@mgtu.ru

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

В последние десятилетия в мировой практике широкое распространение получил процесс внепечной обработки стали, названный «печь-ковш». В 2000 г. в кислородно-конвертерном цехе (ККЦ) ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат (ОАО «ММК») введена в эксплуатацию двухпозиционная установка печь-ковш (УПК) емкостью 375 т. Установка является самой мощ-

ной в России и позволяет ежегодно выпускать до 5,5 млн т стали с заданными свойствами.

Основным рабочим элементом УПК является трехфазный трансформатор мощностью 45 МВА, коммутация которого осуществляется высоковольтным вакуумным выключателем (ВВ). С целью уменьшения вредных воздействий на питающую сеть первичная обмотка подключена к отдельному вводу высокого напряжения 110 кВ. Ре-

жим работы ВВ связан с частыми включениями и отключениями (до 100 операций в сутки), вызванными технологическим процессом УПК.

Электropечной трансформатор обладает значительной нелинейной индуктивностью, зависящей от тока. Кроме того, в контуре коммутации присутствуют элементы, сохраняющие электрический заряд – межвитковые емкости обмоток трансформатора и емкости в составе ограничителей перенапряжения. В связи с этим при включении ненагруженного трансформатора возникают броски фазных токов первичной обмотки, которые могут превышать номинальный ток в 2–3 раза. В случае повышения питающего напряжения на 10% наблюдается значительное и непропорциональное возрастание тока включения на 50–70%. Броски тока негативным образом сказываются на работе и настройке релейной защиты, работе фильтрокомпенсирующих устройств. Помимо этого, они вызывают значительные электродинамические усилия в обмотках и коммутационные перенапряжения, что отрицательно сказывается на сроке службы силового электрооборудования.

Повышение коммутационной устойчивости вакуумного выключателя может осуществляться по двум направлениям: проведение технических мероприятий по разработке и внедрению устройства снижения бросков токов электропечного трансформатора при его включении, использующего специальные алгоритмы замыкания полюсов, а также введение организационных мероприятий, позволяющих производить включение и отключение трансформатора без нагрузки (при поднятых электродах) и тем самым снижающих броски тока и коммутационные перенапряжения. В работе применен первый подход к решению проблемы повышения коммутационной устойчивости ВВ при включении трансформатора.

Целью работы является повышение надежности силового электрооборудования

установки печь-ковш за счет снижения бросков тока при включении ненагруженного печного трансформатора.

Для достижения цели были поставлены, проведены и решены следующие конкретные задачи:

1. Экспериментальные исследования и анализ режимов коммутации высоковольтного вакуумного выключателя установки печь-ковш с целью определения причин динамических бросков тока при включении ненагруженного трансформатора.

2. Разработка способов коммутации полюсов высоковольтного выключателя, обеспечивающих снижение бросков тока. Разработка технических решений, реализующих предложенные способы.

3. Разработка математической модели электрического контура печного трансформатора. Исследования условий коммутации высоковольтного выключателя при реализации существующего и разработанных способов управления.

4. Создание лабораторной установки, проведение экспериментальных исследований разработанных устройств и алгоритмов управления коммутационной аппаратурой.

5. Разработка рекомендаций по промышленному внедрению разработанных систем управления коммутацией. Оценка ожидаемости технико-экономической эффективности.

Научная новизна

В процессе решения поставленных задач получены следующие новые научные результаты:

1. Предложен принцип детерминированного включения высоковольтного выключателя, заключающийся в одновременной коммутации фаз, осуществляемой в фиксированные моменты времени, отсчитываемые от начала положительной полуволны опорного напряжения.

2. Разработан способ двухступенчатой коммутации высоковольтного выключателя, согласно которому коммутация двух фаз

происходит в момент максимума положительной полуволны линейного напряжения, а коммутация третьей фазы осуществляется через 90 эл. град. после замыкания первых двух фаз.

3. По результатам теоретических и экспериментальных исследований показано, что при реализации предложенного способа коммутации полностью исключаются броски тока намагничивания.

4. Разработан способ синхронной коммутации фаз автоматического выключателя с контролем остаточных индукций, согласно которому осуществляется коммутация фаз с задержкой, вычисляемой по результатам расчета максимальных значений остаточных индукций в стержнях трансформатора на момент включения.

5. По результатам исследований доказано, что разработанный способ синхронной коммутации обеспечивает уровень динамических токов на уровне 1,1–1,2 номинального фазного тока независимо от распределения остаточных индукций в стержнях магнитопровода, характера и коэффициента мощности нагрузки.

Практическая ценность и реализация работы состоит в следующем.

1. Разработана система управления вакуумным выключателем, реализующая принцип двухступенчатой коммутации трансформатора установки печь-ковш кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК» с использованием существующей релейно-контакторной аппаратуры и измерительных трансформаторов напряжения 110/0,1 кВ.

2. Разработано устройство, реализующее принципиально новый способ синхронной коммутации фаз автоматического выключателя с контролем остаточных индукций, содержащее блоки вычисления остаточных индукций, времени задержки и линейных напряжений. Показано, что его применение обеспечивает включение ненагруженного трансформатора без бросков токов при любом распределении остаточных индукций

в предшествующий период и тем самым обеспечивает улучшение условий коммутации и повышение надежности силового электрооборудования.

3. Разработана и технически выполнена экспериментальная установка, позволяющая осуществлять исследования разработанных устройств и алгоритмов управления коммутационной аппаратурой. Разработано оригинальное программное обеспечение, дающее возможность отдельно коммутировать полюса выключателя, вычисление и формирование задержки на коммутацию ключей по заданному алгоритму.

4. Результаты исследований в виде «Технической инструкции по контролю коммутационной устойчивости вакуумного выключателя» и «Технического задания на реконструкцию вакуумного выключателя» УПК ККЦ ОАО «ММК» переданы в центральную электротехническую лабораторию и электрослужбу кислородно-конвертерного цеха, где используются при разработке проекта реконструкции установки печь-ковш. Ожидаемый экономический эффект от снижения времени простоев печи и увеличения срока службы ВВ составляет более 2 млн руб./год.

Полученные результаты рекомендуются для использования в дуговых сталеплавильных печах и других энергоемких установках с нелинейной, не симметричной нагрузкой, а также при разработке новых систем управления коммутационной аппаратурой.

Рассмотрены состав оборудования установки печь-ковш, принципиальная схема силового электрооборудования. Вакуумный выключатель ВВ расположен на высокой стороне электропечного трансформатора (рис. 1). По функциональному назначению он является быстродействующим контактором, осуществляющим коммутацию трансформатора ТР питающей сеть напряжением 110 кВ.

В настоящее время из всех типов выключателей вакуумные выключатели (по высокой надежности, экологичности, простоте обслуживания, диапазонам номинальных то-

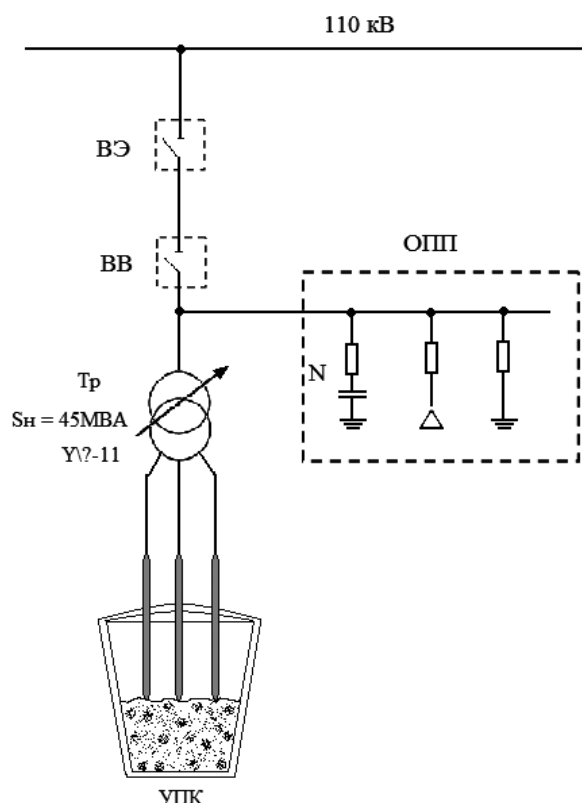


Рис. 1. Принципиальная схема силового электрооборудования установки печь-ковш

ков и экономичности) являются наиболее целесообразными.

Представлены результаты экспериментальных исследований коммутации высоковольтного вакуумного выключателя установки печь-ковш, разработана математическая модель электромагнитного контура печного трансформатора, по результатам математического моделирования обоснованы причины неудовлетворительной коммутации.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Величина броска намагничивающего тока определяется мгновенным значением (фазой) напряжения в момент включения.
2. Причиной первоначальных бросков тока является насыщение магнитной цепи трансформатора и, как следствие, уменьшение индуктивного сопротивления первичной обмотки.
3. Амплитуда броска тока непостоянна и зависит от следующих факторов:

- ◀ момента замыкания полюсов вакуумного выключателя;
- ◀ распределения остаточных индукций в стержнях магнитопровода;
- ◀ ступени, на которой произошло включение.

4. С увеличением приложенного напряжения, приходящегося на единицу числа витков первичной обмотки, амплитуда магнитного потока растет и, как следствие, повышается степень насыщения магнитопровода, что вызывает увеличение первичного тока.

5. В существующей системе момент включения вакуумного выключателя не синхронизирован по времени с питающим напряжением. При этом вероятность возникновения неблагоприятных моментов включения и связанных с ними бросков тока велика.

Таким образом, теоретически и экспериментально подтверждена актуальность задачи разработки способов и устройств, обеспечивающих снижение вероятности возникновения бросков тока при включении ненагруженного печного трансформатора.

Предложен принцип детерминированного включения фаз, заключающийся в одновременной подаче напряжений к первичным обмоткам силового трансформатора, осуществляемой в фиксированные моменты времени, отсчитываемые от начала положительной полуволны опорного напряжения.

В плане реализации данного принципа разработаны способ и алгоритм управления вакуумным выключателем, реализующие двухступенчатое включение мощного печного трансформатора.

Различное распределение остаточных индукций при заданном моменте размыкания полюсов и неизменной нагрузке снижает вероятность включения ненагруженного силового трансформатора без бросков тока.

В связи с изложенным в работе разработаны способ и устройство одновременной коммутации полюсов высоковольтного вакуумного выключателя с контролем остаточных индукций.

Проведены исследования предложенных способов коммутации, а также разработаны устройства для улучшения коммутации высоковольтного выключателя установки печь-ковш.

Доказано, что разработанные способ и устройство обеспечивают снижение вероятности возникновения бросков тока при включении силового трехфазного трансформатора при любом распределении остаточных индукций в стержнях магнитопровода.

Результаты исследований разработанных способов коммутации позволяют сделать следующие выводы.

Разработанный способ одновременной коммутации с контролем остаточных индукций является наиболее эффективным и позволяет свести к минимуму воздействие случайных факторов, влияющих на амплитуду токов при включении печного трансформатора. Однако данный способ является сложным с точки зрения реализации, так как требует применения большего числа вычислительных блоков, а также установки дополнительных измерительных устройств.

Первый предложенный способ является менее затратным, требует использования минимального количества логических блоков и измерительных устройств, но его эффективность зависит от ряда случайных факторов.

В работе разработана схема реализации способа с использованием существующих релейно-контакторных элементов.

Результаты исследований в виде «Технической инструкции по контролю коммутационной устойчивости вакуумного выключателя» и «Технического задания на реконструкцию вакуумного выключателя УПК ККЦ ОАО «ММК» переданы в центральную электро-техническую лабораторию и электрослужбу кислородно-конвертерного цеха, где используются при разработке проекта реконструкции установки печь-ковш. Ожидаемый экономический эффект от снижения времени простоя печи и увеличения срока службы ВВ составляет более 2 млн руб./год.

Результаты работы могут быть использованы на аналогичных установках внепечной обработки стали и в дуговых сталеплавильных печах, имеющих в составе силовой части сверхмощный печной трансформатор, подключаемый к питающей сети с помощью быстродействующего автоматического выключателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате экспериментальных исследований режимов коммутации вакуумного высоковольтного выключателя установки печь-ковш показано, что при включении ненагруженного трансформатора амплитуды фазных токов первичной обмотки трансформатора достигают 2–3-кратных значений номинального тока. В случае повышения питающего напряжения на 10% относительно номинального наблюдается значительное и непропорциональное возрастание тока включения на 50–70%. Это приводит к ухудшению условий коммутации и снижению надежности силового электрооборудования.

2. Показано, что причиной первоначальных бросков тока является уменьшение индуктивного сопротивления первичной обмотки вследствие насыщения магнитной цепи трансформатора. Максимальное значение тока зависит от момента замыкания полюсов высоковольтного выключателя и распределения остаточных индукций в стержнях магнитопровода.

3. Разработана математическая модель электрического контура печного трансформатора, связывающая основные параметры электрической и магнитной цепей. По результатам моделирования подтверждено, что при одновременной коммутации фаз трансформатора броски намагничивающих токов значительно превышают амплитуду номинального тока.

4. С целью ограничения бросков тока предложен принцип детерминированного включения фаз, заключающийся в неодновременной подаче напряжений к первичным обмот-

<< 51

кам силового трансформатора, осуществляемой в фиксированные моменты времени, отсчитываемые от начала положительной полуволны базового (опорного) напряжения.

5. Предложен способ двухступенчатой коммутации полюсов высоковольтного выключателя, согласно которому начальная фаза включения двух фаз (А и В) составляет 90 эл. град., т.е. соответствует максимуму положительной полуволны опорного напряжения, а коммутация третьей фазы (С) происходит через четверть периода (90 эл. град.) после замыкания фаз А и В.

6. Разработана система управления вакуумным выключателем, реализующая принцип двухступенчатой коммутации с использованием релейно-контакторной аппаратуры и измерительных трансформаторов напряжения 110/0,1 кВ, установленных в фазах трансформатора установки печь-ковш.

7. Разработана и технически исполнена экспериментальная установка, позволяющая осуществлять исследования разработанных устройств и алгоритмов управления коммутационной аппаратурой. Управление ключами осуществляется от персонального компьютера через специальное устройство, осуществляющее согласование и синхронизацию сигналов. Разработано оригинальное программное обеспечение, которое позволяет управлять фазой замыкания каждого из ключей в отдельности, а также формировать задержку на коммутацию ключей по заданному алгоритму.

8. В результате экспериментальных исследований, выполненных на лабораторной установке, показано, что при реализации предложенного способа включения трансформатора полностью исключаются броски тока намагничивания при симметричной нагрузке (амплитуда тока коммутации не превышает амплитуду тока холостого хода). Вместе с тем установлено, что реализация способа не обеспечивает исключения бросков тока при несимметричном распределении остаточных индукций в фазах вторичной обмотки.

9. Предложены способ одновременной коммутации фаз с контролем остаточных индукций и разработана функциональная схема устройства, осуществляющего коммутацию фаз автоматического выключателя с временем задержки, вычисляемым по результатам расчета максимальных значений остаточных индукций в стержнях трансформатора.

10. По результатам математического моделирования доказано, что применение разработанного способа обеспечивает улучшение условий коммутации независимо от распределения остаточных индукций в стержнях магнитопровода, а также от характера и коэффициента мощности нагрузки.

Реф. Киреева Э.А.

касается либерализованных оптовых цен на электроэнергию, их сильный рост не ожидается, по крайней мере до 2011 г., когда, по прогнозам Fitch, экономическое восстановление в России закрепится более твердо.

Компании, имеющие публичные рейтинги Fitch в российском энергетическом секторе, включают ОАО «РусГидро» («BB+»/прогноз «Негативный»), ОАО «Московская объединенная энергетическая компания» («BB+»/прогноз «Негативный») и ОАО «АК Якутск-энерго» («BB»/прогноз «Негативный»). Негативный прогноз по рейтингам перечисленных энергетических компаний отражает увязку с местными, региональными и федеральными властями, долгосрочные рейтинги у которых в иностранной и национальной валюте также имеют негативный прогноз.

ИА INFOLine

В США ПОСТРОЯТ КРУПНЕЙШУЮ В МИРЕ ВЕТРЯНУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ

Объект мощностью 845 мегаватт планируют соорудить неподалеку от городка Арлингтон в штате Орегон.

Проект *Shepherds Flat* предполагает установку 338 ветряных турбин мощностью 2,5 мегаватта каждая, объединенных в единый комплекс. Объект займет территорию 77,7 кв. км, а вырабатываемой им энергии хватит на 235 тыс. домов.

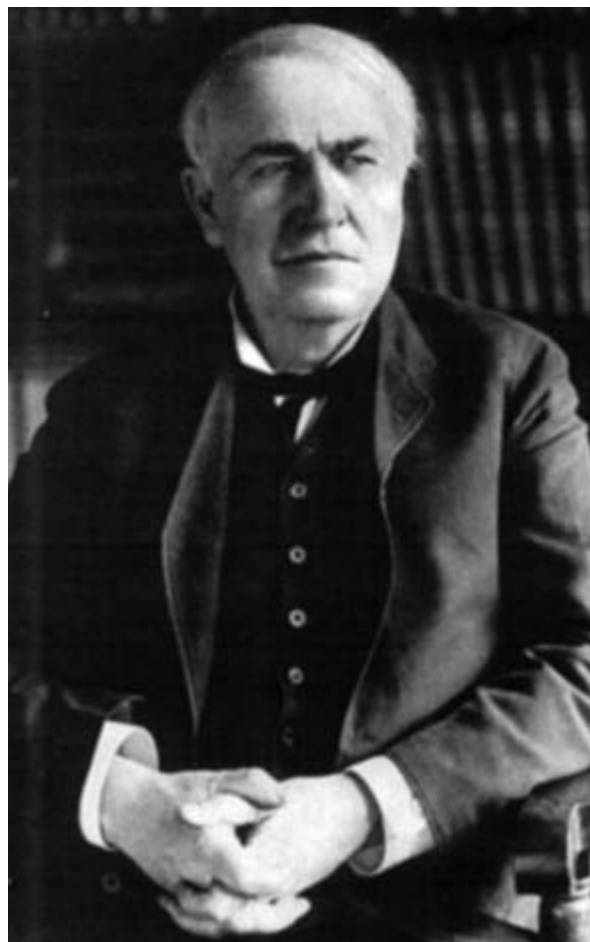
Работы начнутся в 2010 году и продлятся два года. Строительство будет вести компания *Caithness Energy* по заказу *General Electric*. Инвестиции в проект составляют \$ 1,4 млрд, сообщает *International Construction*. В настоящее время крупнейшей ветряной электростанцией является объект в городе Роско (штат Техас), введенный в эксплуатацию в октябре текущего года. Он состоит из 627 турбин суммарной мощностью около 780 мегаватт.

ТОМАС АЛВА ЭДИСОН (1847–1931)

Эдисон был седьмым, последним ребенком в семье преуспевающего торговца кровельной дранкой. Однако, когда Томасу исполнилось 7 лет, отец обанкротился и семья переехала в городок Порт-Гурон (штат Мичиган) близ озера Мичиган, где зажила более скромно. Эдисон поступил в начальную школу, учился жадно, засыпая учителей вопросами, но, не в силах приспособиться к школьной обстановке, ушел через три месяца, когда учитель грубо отозвался о нем. Мать, бывшая школьная учительница, продолжила его обучение на дому. Уже в 10 лет мальчик увлекся химическими опытами и создал в подвале дома свою первую лабораторию.

В 12 лет Томас бросил школу и стал разносчиком газет. Потом он освоил профессию телеграфиста, блестяще изучил технику телеграфирования, телеграфный аппарат. Первое изобретение Эдисона связано именно с телеграфным аппаратом. Сделал он это изобретение ради собственного удовольствия: сконструировал приставку, которая автоматически и периодически посылала условный сигнал на станцию, подтверждающий, что телеграфист бдительно дежурит у аппарата. А сам он в это время спал.

С тех пор в течение более чем 60 лет Эдисон вел напряженную изобретательскую работу, хлопотал о внедрении своих техниче-



ских новшеств в производство. Он установил для себя расписание, по которому трудился не менее 19 часов в сутки, и лишь на склоне лет сбавил темп.

В 1878 г. Эдисон обратился к проблеме электрического освещения, пошел по пути усовершенствования лампы накаливания А.Н. Лодыгина. За один год он провел 6000 опытов в поисках наилучшего материала для нити лампы накаливания. И хотя лампы Эдисона получили признание, все же лучший материал для нитей – вольфрам предложил А.Н. Лодыгин; нити из вольфрама используются до сих пор в большинстве ламп накаливания.

Телеграф также был известен до Эдисона. Но именно он нашел способ посылать по одному кабелю 2 или 4 телеграммы одновременно.

Телефон изобрел А. Белл, а Эдисон внес в него значительные усовершенствования,

которые устраняли посторонние шумы и позволяли хорошо слышать собеседника на любом расстоянии.

Эдисон как бы подхватывал эстафету первооткрывателей и делал новый мощный рывок вперед.

В этом неуклонном, упрямом движении вперед он обнаруживал новое, неведомое. Так произошло, когда он разрабатывал метод записи телеграмм на поверхности плоского вращающегося диска. Игла по спирали наносила на диск точки и тире. Еще один шаг вперед – и появляется аппарат, но уже записывающий не телеграфный код, а звуки человеческой речи, – фонограф. И так же как ранее Эдисон развивал идеи предшественников, теперь изобретатели разных стран пошли по открытому им пути: были созданы граммофон, патефон, электрофон (проигрыватель). Один из первых своих фонографов Т. Эдисон послал Л. Н. Толстому, и благодаря этому для потомков сохранен голос великого русского писателя.

Эдисон отличался редким трудолюбием и упорством в экспериментах. В 1879 г. он вместе с помощником просидел 45 часов подряд у первой в мире угольной нити, вставленной в электрическую лампу, а во время Первой мировой войны почти 70-летний Эдисон, задавшись целью в исключительно короткий срок создать завод синтетической карболовой кислоты, беспрерывно проработал 168 часов, не выходя из лаборатории. Из собственных записей Эдисона можно узнать, что, например, по щелочному аккумулятору было сделано около 59 тысяч опытов; 6 тысяч экземпляров разного рода растений, главным образом тростника, перепробовал Эдисон как материал для нити накала угольной лампы, остановившись на японском бамбуке.

На склоне лет Эдисон задумался над тем, чтобы найти себе преемника.

Лишь двое из 40 претендентов выдержали самый сложный экзамен, но... Эдисон не повторился.

НОВОСТИ

НА ПОДСТАНЦИИ 220 КВ «СЕРГАЧ» ЗАМЕНЕНЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВВОДЫ МАСЛЯНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Филиал ОАО «ФСК ЕЭС» – Магистральные электрические сети (МЭС) Центра – заменил высоковольтные вводы масляного выключателя 110 кВ линии электропередачи Сергач – Княгино на подстанции 220 кВ «Сергач» (Нижегородская область). Работы выполнены в рамках ремонтной программы 2009 года. В результате технического перевооружения энергообъекта повышена надежность электроснабжения потребителей города Сергач и Сергачского района Нижегородской области с населением свыше 60 тысяч человек.

Высоковольтные вводы предназначены для подачи напряжения от линии электропередачи к обмотке оборудования. Вводы масляного выключателя подстанции «Сергач», выработавшие свой ресурс, заменены более надежными аналогами нового поколения. Всего в рамках ремонтной программы в 2009 году предусмотрена замена 43 вводов на 22 подстанциях 110–750 кВ центральных регионов России. На эти цели Федеральной сетевой компанией будет направлено 31,1 млн рублей.

Ремонтная программа принимается ОАО «ФСК ЕЭС» ежегодно наряду с целевыми и инвестиционными программами. В нее попадают объекты, оборудование которых нуждается в срочном ремонте. Ремонтные работы, как правило, начинаются в апреле и продолжаются до конца октября, когда погодные условия оптимальны для их выполнения. В ноябре начинается проверка готовности энергообъектов к зиме. Выполнение ремонтной программы способствует повышению надежности эксплуатации электро-сетевых объектов и успешному прохождению осенне-зимнего периода.

Подстанция 220 кВ «Сергач» установленной мощностью 270 МВА построена в 1963 году. Она осуществляет передачу электроэнергии в восточные и юго-восточные районы Нижегородской области. От стабильной работы подстанции зависит надежность электроснабжения таких промышленных потребителей региона, как ООО «Сергачский электромеханический завод», ОАО «Нижегородсахар», ОАО «Княгининское сухое молоко» и других.

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 – подрисуючную 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.

Подрисуючные 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, иллюстрация) – 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 подрисуючные 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/inffletter-14-10-2008/>).

Профессиональные праздники и памятные даты

2 февраля



День Воинской славы России: разгром фашистских войск под Сталинградом. 200 героических дней обороны Сталинграда вошли в мировую историю как самые кровопролитные и жестокие. В 1943 г. части Советской армии заставили капитулировать окруженную 300-тысячную группировку захватчиков на Волге. Победа наших войск оказала ключевое военное и политическое значение на ход Второй мировой войны.



Всемирный день водно-болотных угодий. 2 февраля 1971 г. в иранском Рамсаре была принята Конвенция о водно-болотных угодьях. Основной ее целью является рациональное использование подобных заповедных зон, сохранение флоры и фауны. На сегодня в России насчитываются 35 водно-болотных угодий.

4 февраля



Всемирный день борьбы против рака. Дата провозглашена Международным союзом по борьбе с онкологическими заболеваниями (UICC) с целью повышения осведомленности о раке как одной из самых страшных бед современной цивилизации, привлечении внимания к предотвращению и лечению этого заболевания.

6 февраля



Международный день бармена. Покровителем виноделов, владельцев баров и ресторанов является Святой Аманд, Епископ Маастрихтский (584–679). День Святого Аманды, давно почитаемый в Центральной Европе, становится популярным и в России.

8 февраля



День российской науки. В этот день в 1724 г. указом правительствующего Сената по распоряжению Петра I была основана Российская академия наук. В советское время День науки отмечался в третье воскресенье апреля, но Указом Президента РФ от 7 июня 1999 г. праздник российских ученых вернулся на свое почетное историческое место.

9 февраля



Международный день стоматолога. Традиционно этот праздник отмечается в день Святой Аполлонии, которая 9 февраля 249 г. мужественно приняла смерть за христианские убеждения. Подвиг женщины породил легенду о том, что упоминание великомученицы способно избавить от зубной боли.

10 февраля



День дипломатического работника. Именно на этот день 1549 г. приходится наиболее раннее упоминание Посольского приказа в России. В 1802 г. Императором Александром I было сформировано Министерство иностранных дел. В ознаменование его 200-летнего юбилея Указом Президента России от 31 октября 2002 г. и был учрежден профессиональный праздник отечественных дипломатов.



День памяти А.С. Пушкина. В этот день 1837 г. (29 января по старому стилю), спустя два дня после роковой дуэли с Дантесом, в Санкт-Петербурге скончался величайший русский поэт Александр Сергеевич Пушкин.

11 февраля



Всемирный день больного. Согласно преданию, в этот день во французском местечке Лурд много веков назад произошло явление Богоматери. Святая Дева исцелила страждущих и стала символом спасительницы больных. Свой официальный статус дата получила 13 мая 1992 г. благодаря посланию Папы Иоанна Павла II.

14 февраля



День Аэрофлота (День создания Гражданской авиации). 9 февраля 1923 г. Совет Труда и Обороны принял постановление «Об организации Совета по гражданской авиации». Начиная с 1979 г., согласно Указу Президиума Верховного Совета СССР, День Аэрофлота празднуется каждое второе воскресенье февраля.

Поздравим друзей и нужных людей!



День Святого Валентина (День всех влюбленных). Имя романтическому празднику дал простой христианский священник Валентин, который тайно венчал влюбленных римских легионеров, за что в 269 г. был казнен. В результате реформы богослужения, с 1969 г. день потерял каноническую подоплеку, но за много веков успел прижиться по всему свету. С начала 90-х гг. XX века отмечают его и в России.



День компьютерщика. 14 февраля 1946 г. в США впервые запущен реально работающий компьютер ENIAC (электронный числовой интегратор и вычислитель). Именно эта ЭВМ для решения полного диапазона задач явилась прообразом современных компьютеров.

15 февраля



День памяти воинов-интернационалистов. 15 февраля 1989 г. последняя колонна советских войск была выведена из Афганистана. После Великой Отечественной войны тысячи военнослужащих Советского Союза и России погибли в вооруженных конфликтах в других странах. Они честно исполняли свой гражданский долг и оставались верными присяге до конца.

17 февраля



День спонтанного проявления доброты. Утвержденная дата — одна из недавних инициатив международных благотворительных организаций. Этот праздник имеет общемировое значение и призывает быть добрым безгранично и бескорыстно.

18 февраля



День транспортной милиции. В этот день в 1919 г. был подписан декрет «Об организации межведомственной комиссии по охране железных дорог». С тех пор транспортная милиция обеспечивает общественную безопасность и борется со всеми формами преступности, включая организованную, транснациональную и транснациональную.

21 февраля



Международный день родного языка. День учрежден в 1999 г. решением 30-й сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО. Согласно резолюции, все языки должны защищаться и признаваться равными, поскольку каждый из них представляет живое наследие человечества. В России за 100 последних лет из почти 200 языков сохранилось не более 40.

22 февраля



Международный день поддержки жертв преступлений. 22 февраля 1990 г. правительство Англии опубликовало «Хартию жертв преступлений». Пятью годами ранее ООН приняла Декларацию основных принципов правосудия для пострадавших от преступлений и злоупотреблений властью. Сегодня в мире действуют около 200 подобных программ — как материальных, так и социальных.

23 февраля



День защитника Отечества. В этот день в 1918 г. Красная Армия прошла свое боевое крещение под Нарвой, столкнувшись с кайзеровскими войсками Германии. В СССР праздник получил название «День Советской Армии и Военно-Морского Флота». 10 февраля 1995 г. Государственная Дума России приняла Закон «О днях воинской славы России» и назвала 23 февраля Днем защитника Отечества. В широком смысле праздник посвящен всем настоящим мужчинам.

24 февраля



Международный день политконсультанта. 24 февраля 2000 г. российская Консалтинговая группа «ИМИДЖ-Контакт» впервые предложила отметить Международный день политического консультанта. Организаторы собраний и встреч ставят своей целью укрепление консолидации и взаимопонимания между всеми участниками политических процессов: государственных деятелей, бизнесменов и журналистов.

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
Агентства «Роспечать»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ

на журнал

84817

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРТОЧКА

на журнал

84817

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
«Почта России»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ

на журнал

12532

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРТОЧКА

на журнал

12532

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переподписки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией

об оплате стоимости подписки (переподписки).

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

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

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переподписки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией

об оплате стоимости подписки (переподписки).

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

Заполнение месячных клеток при переподписании
издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производятся
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



Москаленко

К.А. Москаленко

Москаленко

Л.В. Москаленко

М.П.
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 КУПЛИ-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 №					
Сумма прописью		Дата		Вид платежа	
ИНН		КПП		Сумма	
Платательщик		Сч.№			
БИК		Сч.№			
Сбербанк России ОАО, г. Москва		БИК		044525225	
Банк Получателя		Сч.№		30101810400000000225	
ИНН 7718766370		КПП 771801001		Сч.№	
ООО Издательство «Профессиональная Литература» Вернадское ОСБ 7970 г. Москва		Вид оп.		Срок плат.	
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**