

ПОДПИСКА



2010

I ПОЛУГОДИЕ

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

1 ПОДПИСКА НА ПОЧТЕ

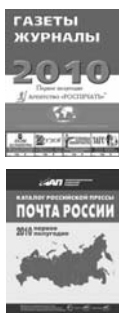


ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ РОССИИ

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

3 ПОДПИСКА В СБЕРБАНКЕ



ОФОРМЛЯЕТСЯ В ЛЮБОМ ОТДЕЛЕНИИ СБЕРБАНКА РОССИИ

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

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

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

4 ПОДПИСКА НА САЙТЕ



ПОДПИСКА НА САЙТЕ www.panor.ru

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

На правах рекламы

Поступ. в банк плат.		Списано со сч. плат.		XXXXXXX	
ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №			Дата	электронно Вид платежа	
Сумма прописью	ИНН	КПП	Сумма	Сч. №	
Платательщик			БИК	Сч. №	
Банк плательщика			БИК	Сч. №	
Сбербанк России ОАО, г. Москва			БИК	Сч. №	044525225
Банк получателя			Сч. №	30101810400000000225	
ИНН 7718766370 КПП 771801001			Сч. №	40702810438180001886	
ООО Издательство «Профессиональная Литература» Вернадское ОСБ №7970, г. Москва			Вид оп.	01	Срок плат.
Получатель			Наз. пл.		Очер. плат.
			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					
М.П.		Подписи		Отметки банка	

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

«Электрооборудование:
эксплуатация и ремонт»

№ 1/2010

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://panor.ru>

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

Главный редактор издательства
А.П. Шкирматов
канд. техн. наук
aps@panor.ru

тел. (495) 945-32-28

Главный редактор
Э.А. Киреева,
канд. техн. наук, проф.
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. Менделеева

С.А. Цырук,
канд. техн. наук, проф., Московского
энергетического института (ТУ),
заведующий кафедрой «Электроснабжение
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](mailto:e-mail:podpiska@panor.ru)

тел.: (495) 250-75-24

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ 4

ИМЕНА И ДАТЫ

Владимир Григорьевич Шухов 8

РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Перспективы развития энергетики..... 14

*Новая Энергетическая стратегия сделает российский энергетический сектор
современным, устойчиво развивающимся комплексом.*

ПРИБОРЫ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Какая изоляция лучше в литых трансформаторах 20

*Сравниваются два изоляционных материала: полиуретан и эпоксидный
компаунд. Предпочтение отдается последнему.*

Модернизированные шкафы управления
оперативным током (ШУОТ)..... 23

*Шкафы типа ШУОТ 2406, разработанные на заводе «Инвертор», отвечают
современным требованиям по надежности.*

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Определение параметров рациональной схемы
электрооснащения промышленных предприятий 26

*В статье предложена целевая функция и методика оптимизации параметров
схемы электрооснащения, с учетом нелинейных связей между регулирующими
параметрами. Определены граничные значения параметров, в которых эконо-
мический эффект будет нулевым. Получены уравнения, определяющие общий
экономический эффект от регулирования реактивной мощности и напряже-
ния сети, а также экономически эффективное сечение проводника.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Опыт применения дизельного генератора мощностью
400 кВт для резервного питания насосных агрегатов
аварийной откачки на Люблинской насосной станции 32

*Рассматривается работа дизель-генератора для резервного питания насо-
сных агрегатов, а также последовательность операций при пуске насосов для
различных режимов работы.*

Повышение устойчивости и эффективности энергообеспечения
систем водоснабжения и водоотведения Москвы 36

*Мосводоканал успешно реализует комплексную программу повышения устой-
чивости работы сооружений.*

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Эффективность применения тепловизионного
обследования электрооборудования подстанций 42

*Значительная часть электрооборудования выработала свой ресурс.
Тепловизионная диагностика является эффективным средством предупре-
ждения аварий.*

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

Особенности эксплуатации электрооборудования
первого подъема Западной станции водоподготовки 46

*Применение устройств плавного пуска высоковольтных синхронных двигате-
лей повышает надежность электрооснащения насосной станции.*

Новый подход к ремонту электрооборудования
на Люберецких очистных сооружениях 51

*Новые методы подхода к ремонту энергетического оборудования потребова-
ли использования современных диагностических средств.*

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ №1/2010

«ELECTRICAL EQUIPMENT: EXPLOITATION AND REPAIR» # 1, 2010

NEWS IN POWER-ENGINEERING

NAMES AND DATES

Vladimir Grigor'evich Shukhov 8

MARKET AND PERSPECTIVES

Perspectives of development of power-engineering 14
New energy strategy will turn Russian power-generating sector into modern steady developing complex.

ELECTRICAL EQUIPMENT AND DEVICES

Which insulation is better for molded transformers? 20
An article compares two insulation materials: polyurethane and epoxide compound. Preference is given to the last one.

Modernized cabinets for operative power control..... 23
Cabinets type SHUOT 2406, developed at the plant «Invertor» comply with the modern requirements for reliability.

PROBLEMS AND SOLUTIONS

Determination of parameters of the rational scheme of electric power supply at the enterprises 26
An article offers efficiency function and methodology of optimization of enterprise's electrical supply network parameters taking into account nonlinear links between adjustable parameters. Parameters limit value whereby economic effect will be null is determined; formula determining general economic effect from the regulation of reactive power and system voltage is obtained; also cost-effective conductor's cross-section is obtained.

SHARING EXPERIENCES

Experience of application of diesel generator with the power 400 kW for standby power supply of pump units of emergency pumping at Lyublinskaya pump station 32
An article describes an operation of diesel generator for standby power supply of pump units and sequence of operations during start up of pumps for various operation modes.

Increase of resistance and efficiency of energy supply of water supply and water disposal systems in Moscow 36
Mosvodokanal successfully implements integrated program on improvement of resistance of installations' operation.

DIAGNOSTICS AND TESTING

Efficiency of application of thermal imaging testing of electrical equipment at substations..... 42
Significant part of electrical equipment is worn out. Testing by thermal imaging is an effective way of failures prevention.

EXPLOITATION AND REPAIR

Peculiarities of electrical equipment exploitation of the I stage of western water treatment plant..... 46
Application of soft-starters of high-voltage synchronous motors increases reliability of power supply of pump station.

New approach to repair of electrical equipment at Lyuberecky purifying plants 51
New methods of approach to repair of electrical equipment required usage of modern diagnostic means.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ ЖУРНАЛА!

Примите самые наилучшие поздравления с Новым годом!

Мы с вами вступили в Новый, 2010-й год, в котором будет продолжаться дальнейшее развитие журнала. В ушедшем году его содержание и оформление претерпели изменения к лучшему, что вы, читатели, конечно же, заметили и положительно оценили, прислав свои отклики в редакцию.

Пусть Новый год приносит вам лишь добрые новости, много нужной и полезной информации!

От Нового года все ожидают хороших перемен, мы также желаем вам, чтобы эти перемены были только положительными. Редакция, в свою очередь, позаботится о том, чтобы обо всех изменениях в управлении промышленным производством через призму должностных обязанностей руководителей предприятия вы получали полную и достоверную информацию, в том числе подкрепленную ссылками на соответствующие законодательные и иные нормативные правовые акты.

Желаем вам никогда не останавливаться на достигнутом, всегда работать плодотворно, творчески и настойчиво, получая от работы и жизни моральное и материальное удовлетворение. Желаем вам и вашим близким счастья, здоровья, любви и благополучия. Пусть 2010 год принесет вам и всем, кто вас окружает, достаток, радость и успех. Пусть тепло новогодних и рождественских свечей согревает ваши сердца весь 2010 год.



ГИЛЬДИЯ ИЗДАТЕЛЕЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

РУСГИДРО МАСШТАБИРУЕТ ЛИН-ОПЫТ САРГЭС

Людмила Одинцова, директор филиала ОАО «РусГидро» – «Саратовская ГЭС»:

– Проект «Бережливая энергетика» на Саратовской ГЭС был призван решить несколько проблем: снижение эффективности производства из-за неполной вовлеченности персонала, противоречивость интересов различных служб и подразделений... И перед началом работы на станции была создана команда из 14 человек, включая директора, руководителей подразделений. Вообще, я считаю, что участие высшего руководителя в подобных проектах – один из основных факторов успеха.

На старте проекта было некоторое неприятие. Оппоненты говорили, что бережливое производство – это не для энергетики. Но опыт многих западных энергетических компаний, успешно внедряющих Лин, опровергает такой тезис.

Первыми шагами были анализ, выявление причин всевозможных потерь, конкретные меры по их снижению, развитие культуры производственной эффективности. Какие виды потерь критичны для гидроэнергетиков? – так мы формулировали для себя проблему. Далее мы увязали причины потерь с целями и задачами, стоящими перед компанией. Потом выявили приоритетные направления: готовность оборудования, доступная мощность, эксплуатация и ремонт. Попробовали разобраться, что мешает получать более эффективные показатели. Одна из главных задач при реализации пилотного проекта – развертывание миссии, целей, задач деятельности филиала и каждого структурного подразделения, чтобы каждый сотрудник понимал, зачем он работает. Каждое предложение по улучшению работы, внесенное подразделением, – дополнительно мотивируется.

Как итог – ряд успешных проектов. Например, оптимизация работ по обслуживанию только генераторных выключателей позволила увеличить коэффициент полезного времени и сэкономить более 400 тыс. руб. Изменение же самих критериев по отношению к договорам по техобслуживанию оборудования, оптимизация набора ремонтных воздействий по ним позволили полу-

чить экономию в 14 млн руб на Саратовской ГЭС, а в целом по Волжско-Камскому каскаду ГЭС, перенявшему наш опыт в этой части, экономия составит около 40 млн руб.

Пилотный проект «Бережливая энергетика» на Саратовской ГЭС признан успешным. Фактически мы сейчас на более высоком уровне в части освоения Кайдзен-методик, чем остальные объекты РусГидро. Поэтому для дальнейшей реализации проекта в компании рассматривается вопрос об определении Саратовской ГЭС в качестве одного из центров компетенции, который передаст накопленный опыт, поможет обучить персонал других ГЭС.

В программе будут участвовать и наши дочерние ремонтные предприятия – это обязательное условие. Необходимо, чтобы программа Лин органично вписывалась в другие корпоративные программы – менеджмента качества, энергоэффективности, тогда и результат будет более ощутимым.

ГОСПРОГРАММА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДО 2020 Г. МОЖЕТ ОБОЙТИСЬ РФ В 10,46 ТРЛН РУБ.

Общий объем финансирования государственной программы «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в РФ до 2020 г.» может составить 10 трлн 459 млрд руб., сообщил журналистам директор департамента государственной энергетической политики и энергоэффективности Минэнерго С. Михайлов, комментируя проект программы, подготовленный министерством.

Финансирование программы будет осуществляться на основе государственно-частного партнерства, подчеркнул он. При этом сообщил: «В основном мы ориентируемся на внебюджетные источники». Так, из внебюджетных источников планируется привлечь порядка 9 трлн рублей. Из федерального бюджета предлагается потратить на реализацию программы до 2020 г. 840 млрд руб. В 2010 г. Минэнерго предлагает зарезервировать на эти цели в федеральном бюджете 16 млрд руб. «Привлеченных средств будет в 5–6 раз больше, чем бюджетных», – отметил С. Михайлов. Объем

внебюджетных средств будет определяться исходя из конкретных проектов, реализуемых в рамках программы, пояснил он. «Мы определили типовые направления в энергоэффективности по секторам и под эти направления будем отбирать проекты, в том числе на конкурсной основе», – сказал С. Михайлов. В первую очередь программу повышения энергоэффективности планируется реализовывать в бюджетной сфере, а также в наиболее энергоемких секторах, таких как металлургия, нефтехимическая отрасль, строительство и ЖКХ.

Директор департамента также отметил, что министерство ожидает высокой эффективности реализации программы, – «раз в пять больше, чем затрат». При этом эффект ожидается «почти сразу после начала реализации». «Мы ориентируемся, в первую очередь, на малозатратные мероприятия», – сказал он. Проект госпрограммы, по словам С. Михайлова, находится на согласовании в заинтересованных министерствах и ведомствах. Вскоре он должен быть представлен в Правительство РФ.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ДУМА ПРИНЯЛА ЗАКОН «ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ И О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Государственная дума приняла закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Представляя законопроект, один из авторов – председатель Комитета Госдумы по природным ресурсам, природопользованию и экологии Наталья Комарова сказала: «Какие сегодня есть варианты у дошедших до мизерной эффективности предприятий-аутсайдеров? Первый сценарий – модернизироваться и выходить на рынок с качественной энергоэффективной продукцией, произведенной на базе энергосберегающих технологий; предлагать потребителям соответствующие этим требованиям товары, работы, услуги. Второй – при сохранении инертности в лучшем слу-

чае попасть в музей, туда же, где обосновались керосинки, лучины и прочие оставшиеся в прошлом предметы старины.

Поддерживая рассматриваемый законопроект, мы предоставляем нашей промышленности и сетевым компаниям первый вариант. Предложенный в нем инновационный сценарий обеспечен необходимыми правовыми, экономическими и организационными стимулами.

Для начала не мешало бы открыто рассказать, как обстоят дела в этой сфере сегодня. Пока мы спорим, цены действительно растут, но теплее и светлее в квартирах не становится. Тарифы «подорожали», и такая ситуация устраивает поставщиков энергоресурсов, поскольку при нынешней тарифной модели в случае снижения потерь вся экономия у них изымается. Но это никак не устраивает население и государство, которым приходится субсидировать покрытие этих потерь, в том числе в случаях, когда для сохранения показателей поставщики вынуждают людей, по сути, отапливать улицы.

Предложенный законопроектом переход на долгосрочное регулирование тарифов, во-первых, создаст благоприятный инвестиционный климат в отрасли. Во-вторых, это даст возможность распоряжаться сэкономленными ресурсами и создаст экономическую заинтересованность в сокращении издержек. При такой системе потребитель получает, с одной стороны, гарантию постепенного снижения темпов роста тарифов, с другой – надежность и качество товаров, работ и услуг, так как при нарушении этих условий поставщик несет прямые экономические потери.

Второй общий плюс для населения, отечественной науки и бизнеса – открытие новых рынков.

Наука и образование получают заказ на инновационные технологии и разработки в промышленных объемах, бизнес – устойчивый тренд спроса на новую линейку товаров, потребитель – возможность выбрать ту продукцию, которая гарантированно обеспечит экономию ресурсов.

Маркировка устройств по классам энергоэффективности, в комплексе с запуском образовательной, информационной кампании,

пропагандирующей правильное потребление энергоресурсов, научат людей считать – их кошелек продемонстрирует реальную выгоду от энергосбережения. Кстати, за последние два с половиной месяца в некоторых регионах спрос на энергосберегающие осветительные приборы увеличился более чем в 3 раза.

Таким образом, предусмотренная законопроектом возможность установления запретов или ограничений оборота на территории страны товаров с высокой энергоемкостью не сузит право выбора, а защитит рынок от фальсификаций и недобросовестной конкуренции.

Сложив перечисленные выше и ряд других предложенных в законопроекте решений, уже обсуждавшихся ранее, мы получаем правовой стимул для развития конкурентоспособной экономики, обладающей крепким иммунитетом против колебаний цен на сырье на мировых рынках и значительной технологической самодостаточностью».

www.duma.gov.ru

МТС И МОЭК ЗАПУСТИЛИ ПРОЕКТ ПО МОНИТОРИНГУ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В МОСКВЕ

Москва, РФ – ОАО «Мобильные ТелеСистемы» (NYSE: MBT) и ОАО «Московская объединенная энергетическая компания» (МОЭК) объявляют об успешном запуске в эксплуатацию Автоматизированной системы контроля и управления производством (АСКиУП) в опытной зоне района теплоснабжения Чертаново.

Совместное решение МТС и МОЭК станет крупнейшим в столице проектом в сфере учета расхода энергоресурсов. Решение предполагается распространить на все объекты Москвы, обслуживаемые МОЭК, а это 70% всех жилых зданий и производственных сооружений столицы.

Проект предполагает своевременную, бесперебойную и безопасную передачу данных в беспроводных сетях, позволяющих отслеживать энергопотребление в зданиях и сооружениях, входящих в зону обслуживания МОЭК. Задача по обеспечению контроля и информационной безопасности передачи данных решается с помощью специальной услуги для корпоративных

клиентов МТС «APN: доступ к корпоративным ресурсам».

Сим-карты МТС устанавливаются в устройствах сбора и передачи данных, которые передают информацию с приборов учета тепловой энергии и горячей воды, установленных в жилых домах и общественных зданиях, в Единый информационно-вычислительный центр МОЭК.

Целью внедрения АСКиУП является повышение экономической эффективности производства и распределения энергоресурсов, повышение общего уровня эксплуатации теплотехнического оборудования, снижение затрат при производстве и переработке тепловой энергии, горячей воды и увеличение ресурса работы оборудования.

АСКиУП позволяет оперативно выбирать оптимальные режимы работы оборудования, выявлять потери расхода тепловой энергии, горячей и холодной воды, а также планировать и осуществлять энергосберегающие мероприятия. Сертификация АСКиУП в соответствии с требованиями законодательства РФ позволяет использовать систему в качестве коммерческой, поэтому получаемые с ее помощью данные могут применяться в расчетах с потребителями и поставщиками энергоресурсов.

www.oaomoek.ru

В БАШКОРТОСТАНЕ ПОВЫСЯТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В Республике Башкортостан активно проводится работа по внедрению инновационных проектов, направленных на повышение энергоэффективности при генерации электрической и тепловой энергии. Президент России Д. Медведев поставил задачу сократить энергоемкость ВВП на 40%.

Для реализации этой задачи разрабатывается госпрограмма повышения энергетической эффективности на период до 2020 г. В рамках этой программы Министерство промышленности и внешнеэкономических связей Республики Башкортостан совместно с рядом крупных промышленных предприятий республики (ОАО «УМПО», ОАО «НПП «Мотор») разработало Програм-

му повышения эффективности энергетического комплекса Республики Башкортостан.

В рамках реализации данной Программы при МПВЭС РБ была создана межведомственная рабочая группа из представителей министерств, ведомств, муниципальных органов власти республики, а также профильных предприятий. Группа в сжатые сроки разработала детальные бизнес-планы трех пилотных проектов реконструкции систем теплоснабжения с установкой газотурбинных электростанций (ГТЭС) в городах Октябрьский, Белебей и Уфа.

Суммарная стоимость проектов составляет более двух миллиардов рублей.

Бизнес-планы, кроме базовых расчетов, содержат разрешительные документы, подтверждающие предварительные согласования технологических присоединений проектируемых ГТЭС к сетям электро-, газо- и теплоснабжения, привязку к генпланам территорий, расчеты экологической безопасности объектов.

Указанные документы в настоящий момент переданы на рассмотрение в ООО «Управляющая компания «Объединенная двигателестроительная корпорация» (Москва) для их дальнейшего продвижения на федеральном уровне с целью привлечения в качестве инвестора одного из крупнейших банков России. В случае привлечения инвестора реализация проектов начнется с 2010 г., сообщили в министерстве.

Реализация мероприятий Программы позволит снизить себестоимость вырабатываемой энергии за счет более эффективного использования топлива в сравнении с традиционными способами на 40–50%. Прогнозируемый объем экономии топлива в системе ЖКХ Башкортостана составит 560 тыс. т условного топлива в год. Объем дополнительных поступлений в бюджет за 15 лет составит 5,32 млрд руб.

Башинформ

ОАО «КИРОВСКИЙ ЗАВОД ПО ОБРАБОТКЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ» УСПЕШНО ОСВАИВАЕТ ВЫПУСК НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

ОАО «Кировский завод ОЦМ» (предприятие перерабатывающего комплекса УГМК) плано-

мерно расширяет сортамент выпускаемой продукции – в частности за счет освоения коллекторных профилей, фасонных электротехнических профилей и медных шин электротехнического назначения в бухтах и в отрезках.

Как сообщил заместитель главного инженера – начальник технического отдела КЗОЦМ Александр Лужбин, начатое в текущем году производство медных шин в бухтах из прессованной заготовки позволило почти втрое с начала текущего года увеличить перечень типоразмеров выпускаемой прессовым участком продукции, на 25% расширилась номенклатура по медным шинам в отрезках. Кроме того, продолжает расти число типоразмеров коллекторных профилей. В стадии разработки, изготовления опытных партий находятся девять новых размеров.

В настоящее время прессовый участок КЗОЦМ имеет в своем активе более 100 типоразмеров медных шин в бухтах и в отрезках, более 10 видов фасонных профилей различной конфигурации в отрезках и в бухтах, более 20 типоразмеров коллекторных профилей из бронзы и меди. «Особенностью организации работ в новом производстве является возможность удовлетворения потребителя в поставках как большими, так и малыми партиями, с широкой номенклатурой изделий, в короткие сроки и от одного изготовителя, что особенно эффективно проявилось при работе в условиях кризиса», – отмечает Александр Лужбин.

Отметим, что первые коллекторные профили КЗОЦМ выпустил в 2006 году. Рассматривая этот вид продукции как перспективный, руководство предприятия утвердило через год «Программу организационно-технических мероприятий по расширению сортамента выпускаемой продукции на 2008 год». Накопленный опыт, оснащение в соответствии с программой специальным оборудованием, создание собственной инструментальной базы дали возможность постепенно, без привлечения крупных финансовых средств, расширять сортамент продукции с переходом на более сложные виды под конкретные запросы потребителей.

www.elec.ru

ВЛАДИМИР ГРИГОРЬЕВИЧ ШУХОВ (1853—1939)

Владимир Григорьевич Шухов родился 16 (28) августа 1853 года в небольшом и тихом провинциальном городе Грайвороне, тогда Белгородского уезда Курской губернии. Его отец, Григорий Петрович Шухов, происходил из рода, в котором на протяжении многих поколений мужчины были офицерами русской армии. Он закончил юридический факультет Харьковского университета, считавшегося после Петербургского, Московского и Киевского одним из лучших. Благодаря своему образованию, решительному и твердому характеру, честности, трудолюбию и обаянию Григорий Петрович довольно быстро сделал блестящую карьеру. Уже в 29 лет он был произведен в титулярные советники и получил бронзовую медаль на Владимирской ленте в память о Крымской войне 1853–1856 гг. (Небезынтересно, что Г.П. Шухов, будучи совсем молодым человеком, едва разменявшим третий десяток, был какое-то время Грайворонским городничим.) Еще через восемь лет Григория Петровича переводят на работу в Петербург, где вскоре производят в надворные советники. Мать В.Г. Шухова, Вера Капитоновна, в девичестве Пожидаева – дочь подпоручика Капитона Пожидаева, имевшего маленькое имение в Щигровском уезде Курской губернии. Родители воспитали в

своем сыне целеустремленность, трудолюбие, проницательность и жажду к знаниям.

В 1864 году, в одиннадцатилетнем возрасте, Володя Шухов поступил в Петербургскую гимназию. Где он учился до этого, доподлинно неизвестно, скорее всего, в Курской и Херсонской гимназиях, но возможно, что только в Курской. В гимназии Владимир занимался хорошо и проявил способности к точным наукам, особенно к математике. Однажды на уроке он доказал теорему Пифагора способом, который сам придумал. Учитель отметил оригинальность доказательства, но поставил двойку за отступление от догмы.

Гимназию Владимир закончил в 1871 году с блестящим аттестатом. Выбор профессии был однозначным. Кроме выдающихся математических способностей, у Володи Шухова была уже к той поре мечта стать инженером, практической деятельностью способствовать развитию России, процветанию своей страны.

По совету отца Владимир поступает в Московское Императорское Техническое училище. МИТУ в те годы было учебным заведением, где предоставляли возможность получить фундаментальную физико-математическую подготовку, приобрести глубокие знания по другим теоретиче-

ским дисциплинам и одновременно овладеть прикладными ремеслами, столь необходимыми инженеру-практику. Учебные программы здесь составлялись на основе учебных и практических курсов Петербургского Института Корпуса Инженеров Путей сообщения – самого передового учебного заведения Европы. Выдержав вступительные экзамены в училище, Владимир Шухов был зачислен в «казеннокоштные воспитанники» и жил самостоятельно в казенных дортуарах, изредка навещая родителей, которые в то время жили в Варшаве.

Учиться в училище было непросто, атмосфера здесь царила тяжелая: строгий режим, казарменная дисциплина, мелочный надзор, ущемление элементарных прав. Но строгости являлись не самоцелью, а побуждали к прилежной и добросовестной учебе. От воспитанников требовали отличного усвоения основ физико-математических знаний, на основе которых инженер имеет все для своего дальнейшего самостоятельного роста. Приученный родителями к самостоятельной и скромной жизни, Владимир Шухов упорно занимался физикой и математикой, работал в читальном зале, чертежной, столярной и слесарной мастерских. Успехи В. Шухова заметили и оценили по достоинству его преподаватели по училищу, известные ученые: доцент по кафедре аналитической механики Н.Е. Жуковский, профессор по кафедре математики А.В. Летников, почетный член педагогического совета академик П.Л. Чебышев, который прославился своими работами по теории чисел, теории вероятностей, теоретической механике.

В 1876 году В. Шухов с отличием и золотой медалью заканчивает училище. В знак признания его выдающихся способностей он был освобожден от защиты дипломного проекта. Академик П.Л. Чебышев делает молодому инженеру-механику лестное предложение о совместной научной и педагогической работе в университете. Однако Владимира Григорьевича больше привлека-

ют не теоретические исследования, а практическая инженерная и изобретательская деятельность, мечты о которой так близки к осуществлению. Он отказывается от предложения, и в составе научной делегации в порядке поощрения командирован советом училища для ознакомления с достижениями промышленности в Америку, на Всемирную выставку, проводимую в честь празднования столетия независимости Соединенных Штатов. Выставка открывалась в Филадельфии, в Фермоунт-парке, на берегах живописного озера в мае 1876 года.

Поездка в Соединенные Штаты сыграла определяющую роль в жизни В.Г. Шухова. На выставке он познакомился с Александром Вениаминовичем Бари, который уже несколько лет жил в Америке, участвовал в строительстве Главного и других зданий Всемирной выставки, заведя всеми «металлическими работами», за что получил Гран-при и золотую медаль. Именно А.В. Бари принимал российскую делегацию в Америке, оказывал ей помощь в знакомстве со страной и с выставкой, помогал в закупке оборудования, инструментов и образцов изделий для мастерских технического училища, показывал участникам делегации металлургические заводы Питсбурга, строительство железных дорог и все новинки американской техники.

Вернувшись из Америки в 1877 году, В.Г. Шухов поступил на работу в чертежное бюро Управления Варшавско-Венской железной дороги в Петербурге. После ярких впечатлений от заокеанской поездки начались серые будни, работа над чертежами железнодорожных насыпей, станционных зданий, локомотивных депо. Эти навыки в последующем весьмагодились, но работа без возможности творчества, под гнетом косного начальства угнетала. Под влиянием друга семьи Шуховых, хирурга Н.И. Пирогова, он поступает вольнослушателем в Военно-медицинскую академию.

Летом этого же года А.В. Бари с семьей возвращается в Россию, оставаясь

гражданином Северо-Американских штатов. Он понимал, что Россия стоит на пороге стремительного промышленного развития и планировал добиться здесь быстрого успеха, рассчитывая на свои способности. Став главным инженером Товарищества братьев Нобель, начал заниматься организацией наливной системы перевозки и хранения нефти.

Прозорливо оценив творческий потенциал В.Г. Шухова еще в Америке, А.В. Бари пригласил его принять руководство отделением фирмы в Баку – новом центре быстро развивающейся российской нефтяной промышленности. В 1880 году А.В. Бари основал в Москве свою строительную контору и котлостроительный завод, пригласив В.Г. Шухова на должность главного конструктора и главного инженера. Так начался плодотворный союз блестящего менеджера и фантастически талантливого инженера. Он продолжался 35 лет и принес России огромную пользу.

Приглашая В.Г. Шухова к сотрудничеству, А.В. Бари получал молодого (25 лет), не обремененного предрассудками инженера с блестящими характеристиками, порядочного, свободно владеющего тремя языками (английским, французским, немецким), приятной внешности и отличного воспитания.

В.Г. Шухов в лице А.В. Бари обрел исключительного партнера – образованного и культурного человека с опытом предпринимательской деятельности в Америке, грамотного инженера, способного объективно оценивать идеи и предложения, умеющего на равных общаться и с иностранными предпринимателями, и с крупнейшими промышленниками России. Союз Шухов–Бари был взаимовыгодным и поэтому долговременным и плодотворным.

В 1880 году В.Г. Шухов впервые в мире осуществил промышленное факельное сжигание жидкого топлива с помощью изобретенной им форсунки, позволявшей эффективно сжигать и мазут, считавшийся

ранее отходом нефтепереработки. Молодой инженер произвел расчеты и руководил строительством первого в России нефтепровода от Балаханских нефтепромыслов до Баку. В 1891 году В.Г. Шуховым разработана и запатентована промышленная установка для перегонки нефти с разложением на фракции под воздействием высоких температур и давлений; установка впервые предусматривала осуществление крекинга в жидкой фазе.

Природа необычайно щедро одарила Владимира Григорьевича яркими, многогранными талантами. Поражает воображение простое перечисление сфер его деятельности. По системе Шухова были созданы паровые котлы, нефтеперегонные установки, трубопроводы, форсунки, резервуары для хранения нефти, керосина, бензина, спирта, кислот и пр., насосы, газгольдеры, водонапорные башни, нефтеналивные баржи, доменные печи, металлические перекрытия цехов и общественных сооружений, хлебные элеваторы, железнодорожные мосты, воздушно-канатные дороги, маяки, трамвайные парки, заводы-холодильники, дебаркадеры, ботопорты, мины и т.д.

Не менее обширна и география распространения в России изобретений замечательного инженера. Паровые котлы его системы и резервуары различного назначения нашли применение от Баку до Архангельска, от Петербурга до Владивостока. В.Г. Шухов – создатель нефтеналивного флота в России. По его проектам создавались точные чертежи в Москве. Сборка стальных барж длиной от 50 до 130 м осуществлялась в Саратове и Царицыне. До 1917 года было построено 82 баржи.

В результате исследований В.Г. Шухова и его коллег (Е.К. Кнорре и К.Э. Лембке) была создана универсальная методика расчета водопроводов. Фирма Бари после опробования проекта при реконструкции системы водоснабжения в Москве осуществила строительство водопроводов в Тамбове, Харькове, Воронеже и других городах России.

По проектам В.Г. Шухова сооружено в нашей стране и за рубежом около 200 башен оригинальной конструкции, в том числе знаменитая Шаболовская радиобашня в Москве. Интересно, что, получив в 1919 году по постановлению Совнаркома заказ, Владимир Григорьевич предложил проект радиомачты из девяти секций общей высотой около 350 метров. Это превышало высоту Эйфелевой башни, высота которой 305 метров, но при этом Шуховская башня получалась в три раза легче. Острая нехватка металла в разоренной стране не позволила реализовать этот проект, который мог стать памятником инженерного искусства. Проект пришлось изменить. Существующая башня из шести гиперболоидных секций общей высотой 152 метра была возведена с помощью изобретенного Шуховым уникального метода «телескопического монтажа». Долгое время башня оставалась самым высоким сооружением в России.

Под руководством В.Г. Шухова спроектировано и построено около 500 мостов (через Оку, Волгу, Енисей и др.). Немногие знают, что он спроектировал вращающуюся сцену МХАТа. По проекту В.Г. Шухова и под его руководством было осуществлено сохранение архитектурного памятника XV века – минарета знаменитого медресе в Самарканде. Башня сильно накренилась после землетрясения, создавалась угроза ее падения. В 1932 году был объявлен конкурс проектов спасения башни. Шухов представил необычный проект и стал не только победителем конкурса, но и руководителем работ по спасению минарета.

Но вернемся в XIX век. За 15 лет работы в «Строительной конторе» (1880–1895) В.Г. Шухов получил 9 привилегий (патентов), имеющих значение по сегодняшний день: на горизонтальный и вертикальный паровые котлы, нефтеналивную баржу, стальной цилиндрический резервуар, висячее сетчатое покрытие для зданий, арочное покрытие, нефтепровод, промышлен-

ную крекинг-установку, ажурную гиперболоидную башню, получившую большую известность в мире после Всероссийской выставки 1896 года в Нижнем Новгороде.

Эта выставка стала крупнейшим событием в культурной, промышленной и технической жизни страны и подлинным триумфом инженерной мысли В.Г. Шухова. Более четырех гектаров площади зданий и павильонов было покрыто и застроено его конструкциями, превращавшими каждый павильон в новое достижение российской науки и техники. В общей сложности В.Г. Шухов запроектировал восемь выставочных павильонов площадью около 27 000 м². Четыре павильона были с висячими покрытиями, столько же перекрыты сетчатыми оболочками пролетом 32 м. Конструкции В.Г. Шухова опередили свое время как минимум на 50 лет. Висячая кровля элеватора в Олбани (США) появилась только в 1932 году, а покрытие в форме опрокинутого усеченного конуса во Французском павильоне в Загребе (Югославия) – в 1937 году.

Главной достопримечательностью Нижегородской выставки стала водонапорная башня В.Г. Шухова (высотой 32 м). В течение 15 лет шуховские башни появились более чем в 30 городах России, а в годы первых пятилеток было построено около 40 башен в России, Закавказье и Средней Азии. Башни В.Г. Шухова при всей своей надежности и функциональной практичности были необыкновенно красивыми. Сам Владимир Григорьевич говорил: «Что красиво смотрится, то – прочно. Человеческий взгляд привык к пропорциям природы, а в природе выживает то, что прочно и целесообразно». В.Г. Шухов, впервые в мире рассчитав и создав висячие и арочные сетчатые пространственные покрытия, положил начало новому направлению в строительном искусстве. Дебаркадеры Киевского (Брянского) и Казанского вокзалов в Москве, светопрозрачные перекрытия ГУМа, Музея изящных искусств, Петровского пассажа, Главпочтамта, стеклянный купол Ме-

ТЕПЛОВИЗОРЫ TESTO 875

Тепловизор Testo 875 – самый современный инструмент для дистанционного мониторинга за температурными условиями при невозможности прямых измерений температуры, например в движущихся или находящихся под напряжением элементах.

Тепловизор Testo 875 оснащен большим цифровым LCD-дисплеем, допускает использование сменных телеобъективов для увеличения расстояния до измеряемого объекта, может оснащаться цифровой видеокамерой для записи видеоизображения. Прибор имеет внутреннюю флеш-память на SD-карте для записи результатов измерений.

В комплекте с тепловизором поставляется специальное программное обеспечение, позволяющее при подключении Testo 875 к компьютеру быстро анализировать информацию и формировать отчеты.

www.kipia.ru

ЭНЕРГЕТИКИ ФИЛИАЛА ОАО «МРСК ЦЕНТРА» – «ЯРЭНЕРГО» ПОВЫШАЮТ КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 0,4 кВ

В филиале ОАО «МРСК Центра» – «Ярэнерго» внедрен новый метод производства работ на воздушных линиях 0,4 кВ под напряжением. Прежде ремонтные работы выполнялись бригадами филиала только на отключенных линиях.

Новая технология повысит качество обслуживания воздушных линий и надежность электроснабжения. Производство работ под напряжением позволяет снизить затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание распределительных сетей 0,4 кВ, сократить перерывы в электроснабжении потребителей и уменьшить время выполнения работы. Он безопа-

трополя – все эти и многие другие сооружения в Москве (а ни одна крупная стройка в ней не обходилась без участия В.Г. Шухова) и сегодня поражают своей красотой, изяществом и современны, как будто только что созданы. А ведь возраст некоторых из них перевалил за сто лет!

Чем больше узнаешь о делах и трудах В.Г. Шухова, тем больше поражаешься гению этого русского инженера и ученого. Кажется, здесь уже столько было перечислено его уникальных изобретений и проектов. Но этот перечень можно продолжать и продолжать. Мы не упоминали еще ни маяки его конструкции, ни плавучие ворота сухого дока, ни платформы для тяжелых орудий, ни трамвайные депо... Впрочем, как бы автор ни старался сделать список полным, все равно многое останется за пределами перечня. Причем многие из разработок Владимира Григорьевича таковы, что будь они единственными из того, что сделал инженер, все равно его имя осталось бы навсегда в истории науки и инженерного искусства.

Говоря о В.Г. Шухове и его работах, постоянно приходится повторять слова «первый», «впервые» и добавлять самые яркие эпитеты. Говорить о В.Г. Шухове как человеке тоже необходимо словами в превосходной степени. Его коллеги, партнеры, соратники, друзья отзывались о Владимире Григорьевиче всегда с отменной теплотой и любовью. Его жизнь, казалось бы посвященная только работе, в действительности была яркой и многогранной. Он общался на протяжении многих лет с замечательными современниками из разных сфер деятельности – учеными, инженерами, архитекторами, медиками, художниками, увлекался велосипедным спортом, шахматами, фотографией, дружил с О. Книппер-Чеховой и ее шумным актерским окружением, любил слушать Ф. Шаляпина, читать стихи, конструировать мебель. Сослуживцы писали ему в приветственном адресе, поднесенном в 1910 году: «Мы не будем касаться здесь Ваших изобретений: они известны во всей России и даже за ее пределами. Но мы не можем обойти молчанием того, что, играя такую огромную роль в жизни и росте всего предприятия, Вы для нас были всегда доступным и участливым не только начальником, но и товарищем, и учителем. Каждый мог спокойно нести к Вам свое горе и свои радости в уверенности, что все найдет живой отклик у Вас...».

Все крупные стройки первых пятилеток связаны с именем В.Г. Шухова: Магнитка и Кузнецкстрой, Челябинский тракторный и завод «Динамо», восстановление разрушенных в гражданскую войну объектов и первые магистральные трубопроводы, и многое другое. В 1928 году Вла-

>> 18

дмир Григорьевич был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1929-м – ее почетным членом. Отношение В.Г. Шухова к новой власти и к тому, что происходило в стране после 1917 года, было, мягко говоря, неоднозначным. Но, оставаясь истинным русским патриотом, он отверг множество лестных предложений уехать в Европу, в США. Все права на свои изобретения и все гонорары он передал государству. Еще в 1919 году в его дневнике было записано: «Мы должны работать независимо от политики. Башни, котлы, стропила нужны, и мы будем нужны».

Последние годы жизни Владимира Григорьевича были омрачены инквизицией 30-х годов, постоянной боязнью за детей, неоправданными обвинениями, смертью жены, уходом со службы из-за ненавистного бюрократического режима. Все это подорвало здоровье, привело к разочарованию и депрессии. Его последние годы проходят в уединении. Он принимал дома только близких друзей и старых коллег, читал, размышлял.

Умер В.Г. Шухов 2 февраля 1939 года и был похоронен на Новодевичьем кладбище.

3 октября 2001 года на территории Белгородского государственного технологического университета состоялось торжественное открытие памятника выдающемуся инженеру XX века, нашему земляку В.Г. Шухову. Авторы (скульптор А.А. Шишков, архитектор В.В. Перцев) создали монумент по просьбе общественности и администрации области, чтобы увековечить память о выдающемся земляке. В эти же дни прошла традиционная, уже третья научно-практическая конференция-школа-семинар молодых ученых, аспирантов и докторантов, посвященная памяти В.Г. Шухова.

Политехническая деятельность Владимира Григорьевича Шухова, проявившаяся в гениальных инженерных разработках, относящихся к самым различным сферам, не имеет аналогов в мире. Наш земляк В.Г. Шухов принадлежит к той блиста-

тельной плеяде отечественных инженеров, чьи изобретения и исследования намного опережали свое время и на десятилетия вперед изменяли направление развития научно-технического прогресса. Масштаб инженерных достижений В.Г. Шухова сопоставим с вкладами в науку М.В. Ломоносова, Д.И. Менделеева, И.В. Курчатова, С.П. Королева. Именно эти имена создавали авторитет и обеспечивали мировое признание российской науке. Уже при жизни современники называли В.Г. Шухова российским Эдисоном и «первым инженером Российской империи», а в наше время Владимир Григорьевич включен в список выдающихся инженеров всех времен и народов. И даже в таком списке он по праву может занимать первые строки.

Сегодня в России, наверное, каждому знакомо имя американского изобретателя Эдисона, но лишь немногие знают В.Г. Шухова, чей инженерный, изобретательский дар несравненно выше и значимей. Причина незнания – непростительный грех многолетнего замалчивания. Мы обязаны ликвидировать дефицит информации о нашем выдающемся земляке. В.Г. Шухов является для нас и для всего мира олицетворением гения в инженерном искусстве, так же как А.С. Пушкин по праву признан поэтическим гением России, П.И. Чайковский – ее музыкальной вершиной, а М.В. Ломоносов – гением научным. В творчестве Владимира Григорьевича органично соединились интуитивное прозрение и фундаментальная научная эрудиция, тонкий художественный вкус и идеальная инженерная логика, трезвый расчет и глубокая духовность.

Сегодня, когда за окном XXI век, память о Владимире Григорьевиче Шухове, замечательном человеке и гениальном инженере, жива и свежа. Для новых и новых поколений российских инженеров и исследователей он был и остается символом инженерного гения и примером служения своему делу, своему Отечеству.



УДК 621.31

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. Новая Энергетическая стратегия сделает российский энергетический сектор современным, устойчиво развивающимся комплексом.

Ключевые слова: энергетическая стратегия – 2020, кризис, новая стратегия, энергопотребление, ресурсы, основные фонды, инновационные технологии.

Keywords: energy strategy 2020, crisis, new strategy, energy consumption, resources, main funds, innovation technologies.

Грянувший в конце 2008 года мировой финансовый кризис не обошел стороной энергетику, спутал все планы и начал диктовать свои новые правила игры. В такой ситуации российской энергетической отрасли понадобился новый основной план, разработанный с учетом современных реалий.

Утвержденная в 2003 году Энергетическая стратегия (ЭС) России на период до 2020 года стала первым официальным стратегическим документом национального масштаба. За прошедшие с момента начала реализации ЭС-2020 пять лет была подтверждена адекватность ее важнейших положений реальному процессу развития энергетического сектора страны даже в условиях происходивших резких изменений внешних и внутренних факторов, определя-

ющих основные параметры функционирования топливно-энергетического комплекса России.

Как предусматривается в ЭС-2020, доработка и уточнение Энергетической стратегии должны осуществляться не реже чем один раз в пять лет. Мировой экономический кризис внес свои коррективы в работу топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. В частности, изменилась схема энергопотребления в стране, в ряде отраслей промышленности снизились объемы потребляемой энергии, изменилась конъюнктура рынка энергоресурсов, соответственно были скорректированы прогнозы по росту общего энергопотребления и потребления топливно-энергетических ресурсов. В итоге Энергетическая стратегия в про-

шлой редакции перестала соответствовать возложенным на нее задачам – формировать и конкретизировать цели и задачи долгосрочного развития энергетического сектора страны на предстоящий период, приоритеты и ориентиры, а также механизмы государственной энергетической политики на отдельных этапах ее реализации, обеспечивающие достижение намеченных результатов.

Основными целями реализации новой стратегии в Минэнерго видят максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и всего потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения страны и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций. Однако в министерстве особо отметили, что, тем не менее, Энергетическая стратегия 2003 года в базовых своих положениях полностью отражала приоритеты и ориентиры, задающие долгосрочный курс развития энергетического сектора. По большинству указанных в ЭС-2020 направлений реально осуществлены необходимые продвижения, при этом практически задействованы все предусмотренные данным документом механизмы государственной энергетической политики. В частности, осуществлена реформа электроэнергетики, происходят либерализация рынка электроэнергетики и реформа атомной энергетики, созданы более благоприятные налоговые условия в нефтегазовом комплексе, стимулируется развитие нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, развивается биржевая торговля, устраняются избыточные административные барьеры в деятельности энергетических компаний, осуществлен и намечается целый ряд других мер. Активно реализуются инфраструктурные проекты, являющиеся основой развития отечественной энергетики.

Вместе с тем в силу как объективных, так и субъективных причин не в полной мере обеспечивается достижение запланированных ЭС-2020 итоговых качественных резуль-

татов первого этапа ее реализации, таких как: создание базы для устойчивого поступательного развития энергетического сектора, включающей в себя формирование целостной и апробированной нормативно-законодательной базы, создание энергетических рынков с высоким уровнем конкуренции и справедливыми принципами организации торговли, завершение преобразований, выводящих смежные секторы экономики на новый уровень энергоэффективности, реализация имеющегося экспортного потенциала нефтегазового комплекса и достижение в основном стабильных позиций энергетических компаний на внешних и внутренних топливно-энергетических рынках. Все эти факторы стали основой при работе над новой Энергетической стратегией РФ, и эти качественные ориентиры остаются актуальными и в рамках ЭС-2030.

В рамках ЭС-2030 задаются не траектории, а модель поэтапного перспективного развития энергетического сектора в базовом прогнозном поле с учетом объективно существующих рисков. То есть курс развития задается не условными сценариями, а системой поэтапных целевых индикаторов. Основное целевое содержание выделенных в ЭС-2030 этапов характеризуется переходом от преодоления кризисных явлений к интенсивному посткризисному развитию.

При этом соблюдается принцип преемственности предыдущей энергостратегии. Неизменной остается система стратегических ориентиров государственной энергетической политики – энергетическая безопасность, экономическая (бюджетная) эффективность, экологическая безопасность энергетики и энергетическая эффективность экономики. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года не раздвигает временные рамки предыдущей стратегии – она формирует новые стратегические ориентиры развития энергетического сектора в рамках перехода российской экономики на инновационный путь развития, заявленный в Концепции долгосроч-

ного социально-экономического развития Российской Федерации.

Несмотря на то что Энергетическая стратегия являет собой совокупность стратегических принципов, определяет основные направления работы топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и является основой при разработке и корректировке стратегий и программ социально-экономического развития, энергетических стратегий и программ субъектов Российской Федерации, генеральных схем и программ развития отраслей ТЭК, а также комплексных программ по энергетическому освоению новых регионов, подготовке и корректировке инвестиционных программ и крупных проектов компаний энергетического сектора, некоторые цифры и конкретные даты документ, тем не менее, предусматривает. Согласно плану к 2030 г. энергопотребление на душу населения в РФ должно вырасти минимум на 40% по сравнению с 2005 г., потребление электричества – на 85%, моторного топлива – не менее чем на 70%. При этом домохозяйства будут тратить на энергию не более 8–10% своих доходов.

Добыча нефти и газа в России составит 535 млн тонн и 940 млрд кубометров, а экспорт – 330 млрд тонн и 368 млрд кубометров. Запасы нефти прирастут на 10–15% по сравнению с 2005 г., в то время как газа на 20–25%.

Производство электроэнергии увеличится до 2,2 трлн кВт·ч, а мощность электростанций возрастет с 225 млн кВт·ч до 400 млн кВт·ч. Кроме того, одной из важнейших инициатив новой энергетической стратегии является развитие нетопливной энергетики – атомной, возобновляемой, включая гидроэнергетику. Это обусловлено необходимостью ограничения нагрузки на экологию со стороны предприятий ТЭК, а также перспективной стабилизацией уровней добычи углеводородов.

Также будут развиваться новые возобновляемые источники энергии (геотермальной, солнечной, ветровой, приливной, биоэнергии и др.) – к концу периода годовой объем производства электроэнергии на их базе

составит не менее 80–100 млрд кВт·ч. К концу третьего этапа долю нетопливных источников в производстве электроэнергии предусматривается увеличить с 32% в 2008 г. до 38%. Процесс работы топливно-энергетического комплекса, направленный на достижение этих показателей, планируется разбить на три основных этапа.

Первый этап, как сказано в документе, предусматривает в период с 2009 по 2013 г. создание необходимых условий и снятие основных барьеров на пути последующего ускоренного продвижения по всем важнейшим составляющим государственной энергетической политики. Одновременно с этим на данном этапе планируется синхронизировать планы и программы развития энергетического сектора с мероприятиями, предусмотренными КДР (с учетом вероятной корректировки сроков и параметров реализации последних в результате влияния глобального экономического кризиса). В связи с этим первый этап реализации энергостратегии – 2030 будет характеризоваться прежде всего ресурсно-инвестиционной и нормативно-организационной направленностью. Резких качественных изменений энергетического сектора на данном этапе не ожидается, за исключением рационализации основных механизмов его функционирования. В этот период планируется осуществление работ по развитию и обновлению основных производственных фондов и инфраструктуры энергетического сектора (в том числе – завершению наиболее важных из ранее начатых проектов); перелом негативных тенденций в развитии сырьевой базы энергетики; завершение формирования базовых рыночных институтов, стабильной и эффективной нормативно-правовой базы и системы государственного регулирования в энергетике; поддержка и укрепление отечественного научно-технического потенциала для обеспечения будущего инновационного развития энергетики.

Внешними условиями для развития российского энергетического сектора в этот пе-

риод будут сначала последствия глобального экономического кризиса 2008 г., а затем вероятный посткризисный ренессанс мировой экономики, что будет проявляться в нестабильности и непредсказуемости динамики мировых финансовых, фондовых и энергетических рынков. В этих условиях возрастает роль государственного участия в развитии российского энергетического сектора. Государство будет выступать не только в качестве регулятора экономических отношений в энергетике, но и в качестве необходимого участника энергетического бизнеса, участвуя в обеспечении необходимыми ресурсами и в строительстве и модернизации энергетической инфраструктуры, предоставляя бизнесу государственные гарантии под реализацию долгосрочных инвестиционных проектов, поддерживая финансово-экономическую устойчивость системообразующих компаний энергетического сектора.

Доминантой второго этапа развития российской энергетики будет обновление основных фондов ТЭК, реализация новых капиталоемких проектов в сфере энергетики в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, а также на Арктическом шельфе и полуострове Ямал, в том числе за счет инфраструктурного задела, созданного в рамках первого этапа. На этом этапе должно также быть развернуто широкое инновационное обновление промышленности за счет размещения заказов ТЭК на новые виды оборудования и технологии, необходимые для эффективного развития энергетического потенциала страны.

Внешними условиями развития российского энергетического сектора в этот период будут стабилизация мирового энергетического рынка с вероятным понижающим трендом мировых цен на энергоносители в преддверии перехода на новую технологическую волну, связанную с расширенным использованием неуглеводородной энергетики в экономике.

В этих условиях роль государственного участия в развитии энергетическо-

го сектора будет постепенно ослабевать. Прямое участие государства в обеспечении функционирования и развитии энергетического сектора будет постепенно вытесняться различными формами частногосударственного партнерства, особенно в части строительства и модернизации энергетической инфраструктуры. При этом государство усилит свое регулирующее влияние в сфере совершенствования и оптимизации институциональной среды, определяющей правила игры в российском энергетическом секторе. Прогнозируемые сроки окончания второго этапа – 2020–2022 гг.

Наконец, третий этап предусматривает широкое применение инновационных технологий, обеспечивающих общее повышение энергоэффективности экономики и энергетики, а также использование новых источников энергии и технологий ее получения, включая неуглеводородные источники энергии и новые виды сырья для получения углеводородного топлива. Инновационное развитие российской энергетики будет при этом обеспечено заложенным на предыдущих этапах инвестиционным и инновационным фундаментом «новой энергетики» в виде новых технологий, оборудования и принципов функционирования ТЭК России и смежных отраслей. Внешними условиями развития энергетического сектора на третьем этапе будет снижение доли энергетического сектора в экономике России за счет его вытеснения неэнергетическими источниками, инновационного роста и активного развития неуглеводородной энергетики в мире. В этих условиях роль государственного участия в развитии энергетического сектора существенно снизится в пользу усиления роли частного бизнеса, способного обеспечить эффективную эксплуатацию инфраструктурного и инновационного базиса, созданного в течение предыдущих этапов развития российской энергетики. Срок окончания третьего этапа – 2030 г.

На всех трех этапах реализации Энергетической стратегии будет проводиться ра-

<< 12

сен для жизни и здоровья оперативно-ремонтного персонала.

В филиале ОАО «МРСК Центра» – «Ярэнерго» работы на воздушных линиях 0,4 кВ под напряжением производит бригада централизованного ремонта в составе мастера и трех электриков. По новой технологии персонал выполняет работы по подключению электроснабжения к зданию от магистральных сетей, монтажу и наладке в сетях уличного освещения, а также другие ремонтные работы на линиях, находящихся под напряжением, с использованием специальных инструментов и приспособлений. В течение июля – сентября 2009 года персонал выполнил замену 61 ответвления в сети напряжением 0,4 кВ и произвел установку 34 фонарей уличного освещения.

Как сообщалось ранее, обучение новой методике персонала прошло в мае 2009 года на базе учебно-тренировочного полигона «Камышинские электрические сети» в городе Камышине. В дальнейшем бригада должна ежегодно подтверждать свою квалификацию и проходить повторное обучение.

**Пресс-служба филиала
ОАО «МРСК Центра» – «Ярэнерго»**

MITSUBISHI ELECTRIC РАЗРАБОТАЛА НОВУЮ СЕРИЮ IGBT МОДУЛЕЙ MEGA POWER DUAL (MPD)

В связи с успешным опытом применения первой серии IGBT – модулей Mega Power Dual (MPD) и в ответ на требование быстрорастущего рынка оборудования большой мощности (такого как, например, электрогенераторы для ветряной энергетики) Mitsubishi Electric начала разработку новой серии мощных полумостовых модулей (1200 В и 1700 В) для промышленного применения. Были разработаны модули до 2500 А/1200 В и до 1800 А/

>> 30

бота по повышению энергоэффективности и уровня энергобезопасности страны. Для реализации данного стратегического приоритета будут использованы следующие меры государственной энергетической политики: формирование государственных организационных структур в сфере энергосбережения, создание федерального агентства, ответственного за формирование и реализацию энергосберегающей политики, федеральной и региональных энергосервисных компаний, формирование национальной системы внутренних цен на энергоносители за счет их поэтапного повышения и постепенной управляемой либерализации для стимулирования рачительного использования энергоносителей экономикой и населением, прямое запрещение использования энергорасточительных технологий за счет расширения законодательства о техническом регулировании требованиями энергоэффективности (требования к удельному потреблению энергоресурсов машин и оборудования, потерям тепла в зданиях, расходу воды в установках водоподготовки), введение специальных нормативов энергоэффективности и системы штрафов за их нарушение для стимулирования замены устаревшего оборудования, повышение энергоэффективности бюджетного сектора за счет предоставления бюджетным организациям права на распоряжение средствами, сэкономленными в результате реализации проектов по энергосбережению на срок до 5 лет, введение маркировки товаров по уровню (классам) энергоэффективности, государственная поддержка создания энергосберегающих технологий нового поколения, стимулирование развития энергетического аудита через специальные проекты, реализуемые в рамках программы поддержки развития малого бизнеса: бизнес-инкубаторы и программы обучения, прямая государственная поддержка реализации пилотных энергосберегающих проектов в энергетической сфере, ведение государственного энергетического реестра организаций, ликвидация безучетного пользования энергоресурсами.

Все эти планы требуют серьезных финансовых вложений. По подсчетам Министерства энергетики, в отрасль до 2030 г. будет вложено 60 трлн рублей или \$1,8–2,2 трлн долларов, из которых на наращивание добычи нефти и газа будет направлено около \$1,2 трлн, в том числе \$491–501 млрд – на геологоразведку и поиск новых месторождений, \$572–888 млрд – в энергогенерацию и сетевой комплекс. Наибольшая часть затрат придется на третий этап стратегии: в последние восемь лет до 2030 г. на нефтяной комплекс предполагается потратить \$313–

321 млрд, на газовую промышленность – \$284–299 млрд, на электроэнергетику \$340–529 млрд. Львиную долю этих сумм, порядка 80%, составят собственные средства энергокомпаний и вложения частных инвесторов. Чтобы простимулировать частных и побудить их активнее вкладывать деньги в ТЭК, правительство приняло решение изменить налоговую политику в части НДС. В частности, от НДС освободят месторождения Восточной Сибири, такая же возможность рассматривается и для угольных месторождений.

Рассматривая планы по добыче нефти и газа, объем которой должен к 2030 г. достигнуть 530 млн тонн и 880–940 млрд кубометров в год соответственно, а экспорт должен составить 329 млн тонн и 349–368 млрд кубометров, аналитики считают, что они невыполнимы. По их мнению, к указанному сроку старые месторождения истощатся, а новые не смогут обеспечить таких объемов.

Сейчас в России четыре основных области будущей добычи газа: Ямал, Сахалин, Штокман и Восточная Сибирь. В последнее время Газпром все четыре проекта либо заморозил, либо отложил на неопределенный срок. Мало того, в последнем варианте развития российской газовой стратегии добычу на восточносибирских месторождениях планировалось начать только после 2030 г. Сейчас добыча газа в России на 25% меньше, чем была год назад. И вряд ли мы восстановим нашу добычу раньше 2011–2013 г. Месторождения, на которых добывается основной объем газа, к 2030 г. будут истощены уже практически полностью. Тех месторождений, которые сейчас названы и будут являться основой добычи до конца 10-х гг. этого века, точно не хватит для выполнения таких планов.

Сейчас годовая добыча нефти в России – около 490 млн тонн. Через 21 год, согласно Энергетической стратегии, добыча увеличится на 9–10% по отношению к нынешнему. Добыча на существующих месторождениях в старых регионах – в Западной Сибири, на

Урале, на Средней Волге, в южном регионе, в Ямало-Ненецком округе – вступает в полосу довольно длительного снижения, и даже при хорошем сценарии можно рассчитывать на ежегодное падение добычи на 1–2%. При таких темпах за 20 лет возникнет ситуация, когда добыча составит порядка 400 млрд тонн. А прогноз подразумевает, что добыча не будет падать, и к ней еще нарастят 10%.

Однако в Министерстве энергетики уверены, что указанные цифры будут все же достигнуты, в особенности за счет активной геологоразведки. По мнению авторов проекта, налоговые льготы, недискриминационный доступ к трубопроводам и другие виды государственной поддержки добывающих компаний будут стимулировать добытчиков на разведку и разработку месторождений в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и на шельфе, в том числе в Арктике.

Столь обширное увеличение добычи топливных ресурсов правительство мотивирует планами увеличения экспорта нефти и газа. Но традиционные пути перекачки топлива из России в Европу этого увеличения практически не почувствуют – объем экспорта в сторону Запада изменениям не подвергнется. А долю экспорта на Восток, наоборот, планируется увеличить, в основном за счет экспорта ТЭР в Китай. Если на сегодня экспорт в страны Азии составляет порядка 6%, то в дальнейшем Энергетическая стратегия страны предусматривает увеличение по этому направлению до 20–25%.

Если новая Энергетическая стратегия, вопреки мнениям экспертов, будет приведена в исполнение без корректировки то российский энергетический сектор претерпит качественные изменения и станет современным, высокотехнологичным, эффективным, устойчиво развивающимся комплексом, важнейшей составляющей которого будет не столько природно-ресурсный, сколько человеческий и инновационный потенциал.

*По материалам журнала
«Энергоinfo»*



УДК 621.3.05

С. Рычков,
ведущий специалист отдела
маркетинга ОАО «СЗТ»
E-mail: cztt@cztt.ru

КАКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ЛУЧШЕ В ЛИТЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

Аннотация. Сравниваются два изоляционных материала: полиуретан и эпоксидный компаунд. Предпочтение отдается последнему.

Ключевые слова: изоляционные материалы, сравнение, характеристика, испытания, эпоксидная смола.

Keywords: insulation materials, comparison, features, testing, epoxy resin.

В настоящее время в качестве изоляции в литых трансформаторах используют эпоксидный компаунд или полиуретан. Структура и свойства этих материалов сильно различаются, что может значительно отразиться на эксплуатационных характеристиках трансформаторов.

Полиуретаны – материалы, хорошо зарекомендовавшие себя в различных областях промышленности благодаря износостойкости, теплоизоляционным свойствам, а также отличному сочетанию прочности и гибкости и ряду других. До 90% применяемых полиуретанов – пенополиуретаны, используемые в строительстве, производстве мебели,

автомобилестроении. Именно здесь ценятся главные их свойства – высокая теплоизолирующая способность в сочетании с износостойкостью и небольшим весом.

Наиболее широкое применение в промышленности получили литые полиуретановые эластомеры, из которых изготавливают как крупногабаритные изделия, так и изделия средних размеров, славящиеся своей долговечностью. Так, например, массивные шины для внутризаводского транспорта, изготовленные из эластомеров, в 6–7 раз надежнее, чем шины из углеводородных каучуков. Кроме того, эластомеры используются в горнодобывающей промышленности в дета-

лях устройств для транспортирования абразивного шлама, флотационных установок, гидроциклонов и трубопроводов.

Литьевые полиуретановые эластомеры используют также для получения приводных ремней, конвейерных лент, разнообразных уплотнительных деталей, деталей машин, валиков, уплотнений гидравлических устройств и масляно-пневматических амортизаторов железнодорожного транспорта.

Применение же полиуретанов в качестве основной изоляции в трансформаторах не получило широкого распространения по следующим причинам:

1. Меньший срок службы под напряжением свыше 10 кВ, в сравнении с эпоксидными компаундами.

2. Более высокая стоимость по сравнению с другими материалами.

3. Более узкий температурный интервал работы трансформаторов с полиуретановой изоляцией.

4. Более низкие показатели по классу нагревостойкости и теплопроводности, чем у эпоксидных компаундов.

Чтобы оценить влияние свойств изолирующего материала на надежность оборудования, рассмотрим процессы, происходящие с трансформатором при работе в ячейке.

При длительной работе трансформатора, особенно на больших токах, происходит нагрев обмоток трансформатора. При этом высокие теплоизоляционные свойства полиуретана препятствуют отводу тепла и способствуют дальнейшему перегреву изоляции. В результате при отсутствии кислорода происходит термическое разложение перегретого материала с образованием сажи и выделением газа. Сажа уменьшает электроизоляционные способности полиуретана и способствует дальнейшему разложению материала, являясь одновременно отличным теплоизолирующим компонентом. В результате происходит деструкция полиуретана под воздействием температуры и электрического пробоя, что ведет к разрушению трансформатора. Это особенно проявляется при

работе трансформатора на предельных нагрузках.

Вторая опасность в ячейках – это режим короткого замыкания. Температура электрической дуги может достигать 3000°C, что в замкнутом пространстве ячейки приведет к горению полиуретановой изоляции трансформатора с выделением опасных для здоровья цианидов или, при более низких температурах горения (ниже 600°C), к образованию удушающего желтого дыма, который содержит диизоцианаты. Последствия отравления диизоцианатами хорошо известны по аварии на химзаводе Бхопал в Индии, когда при аварийном выбросе этого вещества погибло несколько сотен человек.

При воздействии электрической дуги на трансформатор с эпоксидной изоляцией видимого разрушения не происходит.

Эпоксидные смолы. Отвержденные смолы характеризуются высокой адгезией к металлам, стеклу, бетону и другим материалам, механической прочностью, водо- и химической стойкостью, хорошими диэлектрическими показателями. Эпоксидные смолы способны отверждаться в обычных условиях, а также при пониженных (до -15°C) или повышенных (+60...+125°C) температурах. В качестве отвердителей используются полиаммины, многоосновные кислоты и их ангидриды, многоатомные фенолы, третичные амины. Отличительная особенность эпоксидных смол при отверждении – отсутствие выделения летучих веществ и малая усадка (0,1–3%). Эти смолы применяются в электротехнической и радиоэлектронной промышленности, авиа-, судо- и машиностроении, а также в строительстве – как компонент заливочных и пропиточных компаундов, клеев, герметиков, связующих для армированных пластиков.

Эпоксидно-диановые литьевые компаунды применяются с наполнителями, улучшающими пожаробезопасность и снижающими себестоимость продукции. Основное применение компаунды получили в производстве электротехнической продукции: измерительных и силовых трансформаторов, изолято-

ров, пропитки для якорей и катушек специальных электрических машин. Герметическая или литая изоляция хорошо цементирует витки обмотки, обеспечивая высокую механическую и электрическую прочность, влагостойкость, малые термические коэффициенты расширения и теплопроводности. Слабым местом эпоксидно-диановых компаундов является плохая устойчивость к ультрафиолетовому излучению. Поэтому такие компаунды не применяются для оборудования наружного исполнения. Но даже и воздействие солнечного излучения – это длительный процесс. Например, на киевском направлении Московской железной дороги уже более пяти лет успешно работает силовой трансформатор ОЛС с эпоксидной изоляцией, установленный на столбе вместо трансформатора ОЛ наружной установки.

Решить проблему использования трансформаторов из эпоксидно-дианового компаунда для наружной установки помогло применение наружной полиуретановой изоляции.

В данном решении, примененном на ОАО «СЗТТ» для трансформаторов наружной установки, сочетаются положительные свойства эпоксидных компаундов для внутренней (основной) изоляции и наружной оболочки из полиуретана, устойчивого к воздействию солнечного излучения. Эффективность этого способа успешно подтверждается уже в течение 15 лет – за этот период завод выпустил несколько десятков тысяч трансформаторов наружной установки на 6, 10 и 35 кВ.

Так какая изоляция является более надежной? На этот вопрос сегодня можно ответить однозначно. В то время как срок службы трансформаторов с эпоксидной изоляцией достигает тридцати и более лет, что подтверждено многолетней эксплуатацией трансформаторов, нет никаких данных, подтверждающих аналогичный срок службы для трансформаторов с полиуретановой изоляцией. Область применения полиуретановых систем для изготовления трансформаторов находится на стадии экспериментального применения. Точнее говоря, бум на полиуре-

тановые системы в Европе пришелся на середину 90-х годов. Такие известные компании, как Ritz Messwandler, Arteche, и ряд других изготавливали трансформаторы с полиуретановой изоляцией, но по прошествии 8–10 лет эксплуатации данных трансформаторов, получив результаты практических применений, отказались от этой идеи и вернулись к изготовлению трансформаторов с эпоксидной изоляцией. Причиной тому послужили упомянутые результаты исследований, показавшие значительное снижение диэлектрической и механической прочности полиуретановых компаундов после 7–8 лет работы трансформаторов под напряжением.

Согласно ГОСТ 8865–93 п. 3 и 4 сказано, что «общепринятой основой оценки нагревостойкости электроизоляционных материалов являются испытания и опыт эксплуатации... При оценке нагревостойкости систем изоляции предпочтительно основываться на соответствующем опыте эксплуатации». В данных случаях реальный опыт и показал, что по нагревостойкости полиуретановая изоляция хуже эпоксидной в применении к производству трансформаторов.

Есть специалисты, которые считают, что качество изоляции и срок полностью зависят от величины частичных разрядов. С этим утверждением можно полностью согласиться с ссылкой на ГОСТ 7746–2001, в котором предусмотрено измерение величины частичных разрядов для трансформаторов с изоляцией класса «а». Трансформаторы с полиуретановой изоляцией изготавливаются с изоляцией «а» и с изоляцией «б». Трансформаторы с эпоксидной изоляцией в основном изготавливаются с изоляцией класса «б», имеющей более жесткие параметры. И это еще один пример преимуществ эпоксидной изоляции.

Испытания, проводимые на ОАО «СЗТТ» в течение ряда лет, подтвердили, что в настоящее время эпоксидные смолы являются лучшим из существующих материалов для изготовления трансформаторов тока и напряжения внутренней установки с литой изоляцией.

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



УДК 621.3.06

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ШКАФЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫМ ТОКОМ (ШУОТ)

Аннотация. Шкафы типа ШУОТ 2406, разработанные на заводе «Инвертор», отвечают современным требованиям по надежности.

Ключевые слова: шкаф управления оперативным током, модернизация, преимущества, технические характеристики.

Keywords: operative power control cabinet, modernization, advantages, technical features.

Современные высоковольтные распределительные устройства предъявляют жесткие требования к надежности систем питания оперативных цепей управления и к качеству электрооборудования. В настоящее время первостепенное значение приобретает такой вид оборудования, как шкаф управления оперативным током (ШУОТ), который в аварийном режиме автоматически коммутирует резервные источники питания – аккумуляторные батареи (АКБ), гарантирующие бесперебойное электроснабжение потребителей, а в штатном режиме поддерживает работоспособность АКБ с номинальными параметрами.

Шкафы управления оперативным током – современные сложные электротехнические устройства, разрабатываемые с применением новейшей унифицированной элементной базы с микропроцессорной системой управления. Предназначены для питания цепей постоянного тока различных потребителей и для непрерывного заряда аккумуляторных батарей с контролем их состояния. Это габаритное оборудование, которое установить можно далеко не везде. А если учесть тенденцию на рынке технических продуктов к уменьшению материалоемкости при сохранении производительности, создание более компактной мо-

дели ШУОТов стало объективной необходимостью и руководством к действию для конструкторов и проектировщиков компании Woltag. Осенью 2009 г. на заводе «Инвертор», одном из структурных подразделений Woltag, были произведены ШУОТы 2406, ставшие воплощением пожеланий и рекомендаций ведущих проектных институтов. Данные шкафы изготавливаются с двумя независимыми каналами питания, на элементной базе с применением транзисторов, по технологии высокочастотного преобразования энергии, без силовых

трансформаторов низких частот на входе и имеют оптимальные массогабаритные показатели.

В СОСТАВ ШУОТ 2406 ВХОДЯТ:

Шкаф подзарядного устройства (ПЗУ), состоящий из двух AC/DC высокочастотных преобразователей энергии (блоков), с микропроцессорными системами контроля и управления, осуществляющих питание нагрузки выпрямленным стабилизированным напряжением, а также заряд и подзаряд аккумуляторной батареи (АБ).

Таблица 1

Технические характеристики шкафов типа ШУОТ 2406

Параметры	Значение
Входные параметры	
Напряжение питающей сети (линейное) трехфазное, В	380
Колебания входного напряжения, %	±10
Частота, Гц	50
Колебания частоты, %	±5
Коэффициент полезного действия, %	>91
Выходные параметры	
Напряжение постоянного тока (регулируемое), В	230 (180...240)
Регулирование в режиме «Заряд», В	180–250
Номинальный ток одного канала (блока), А	5...30
Точность стабилизации напряжения, %	±0,5
Количество и распределение отходящих линий	12 (4×6,3 А; 4×10 А; 4×16 А), могут изменяться требования
Аккумуляторные батареи	
Емкость, А/ч	50...280
Средний срок службы до списания, лет	15
Время поддержки, мин.	60...300
Размещение	шкафы или стеллажи
Окружающая среда	
Температура, °С	+1...+35
Предельная температура, °С	+1...+40
Высота над уровнем моря, м	1000, при нагрузке 0,85–2000
Степень защиты	IP20
Влажность, %	80

Шкаф с комплектом аккумуляторных батарей, осуществляющих снижение пульсаций выпрямленного напряжения, компенсацию энергопотребления при пиковых нагрузках, превышающих мощность ПЗУ и, в случае перерывов в электроснабжении, обеспечение нагрузки электроэнергией.

ОСОБЕННОСТИ

И ПРЕИМУЩЕСТВА ШУОТ 2406

Благодаря 100%-ному резервированию ШУОТ 2406 обеспечивает высокий уровень надежности и функцию бесперебойности при номинальном токе. В случае если резервирование не нужно, выходное значение номинального тока может быть увеличено до двух крат при параллельной работе независимых каналов.

ШУОТ 2406 обладает более низкими массогабаритными показателями, что дает возможность использовать его в условиях с ограниченными пространственными возможностями.

За счет применения высокочастотных трансформаторов, существенно снижающих массогабаритные показатели изделия, существует возможность доукомплектования ШУОТ 2406 защитно-коммутационным и распределительным оборудованием.

В зависимости от температуры окружающей среды напряжение заряда аккумуляторной батареи в новом шкафу регулируется автоматически, а управлять им и проводить мониторинг состояния возможно дистанционно через стандартный интерфейс RS 485.

ШУОТы 2406 поставляются заказчиком готовые к подключению к сети и нагрузке.

Предусмотрена возможность изменения уставок режимов работы и защит (с обеспечением защиты от несанкционированного доступа к изменению) и регистрация 20 последних срабатываний защит с указанием вида и времени возникновения аварии.

Осуществлять управление оборудованием достаточно легко. При желании стрелочные приборы могут быть заменены цифровыми.

Возможность секционирования нагрузки встроенными защитно-коммутационными средствами позволяет проводить регламентные и ремонтные работы без отключения потребителей.

Решения, используемые в ШУОТ 2406, позволят добиться более качественного постоянного напряжения для питания систем релейной защиты и автоматики.

ШУОТ 2406 выполняется:

- ◀ в габаритах 1210×1600×325 мм с учетом шкафа АБ;

- ◀ с 12 отходящими линиями с автоматическими выключателями постоянного тока HY-MAG производства Circuit Breaker Industries 4×6 А, 4×10 А, 4×16 А;

- ◀ с аккумуляторными типа А512/55 G6.

ШУОТы 2406 применяются в распределительных устройствах и сетях аварийного электропитания на подстанциях промышленных предприятий, всех видов энергосистем, морских судов, аэродромов, железных дорог, военных и химических производств (в соответствующих климатических исполнениях корпусов).

«ДОЧКА» ИРКУТСКЭНЕРГО ВЛОЖИЛА 12 МЛН РУБ В СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕПЛОСЕТИ И РЕМОНТ КОТЕЛЬНОЙ ЗАВОДА ООО «СТРОЙДЕТАЛЬ»

ЗАО «Байкалэнерго» (входит в ОАО «Иркутскэнерго») вложило в строительство теплосети и ремонт котельной завода ООО «Стройдеталь» 12 млн руб.

Котельная завода, поясняет компания, принадлежит ООО «Иркутское жилищное строительство», накануне отопительного сезона она была передана в аренду ЗАО «Байкалэнерго». В прошлом отопительном сезоне котельная снабжала теплом жилые многоквартирные дома с перебоями.

Пресс-служба отмечает, что в середине октября 33 муниципальных котельные, которыми по концессионному соглашению управляет ЗАО «Байкалэнерго», и котельная завода «Стройдеталь» получили паспорта готовности к осенне-зимнему периоду от комиссии с участием представителей ГО и ЧС России, Межрегионального управления по технологическому и экологическому надзору «Ростехнадзор».



УДК-621.303.658.5

К.Р. Аллаев,
д-р техн. наук, проф.,
Ташкентский государственный
технический университет
Н.Н. Садуллаев,
канд. техн. наук,
Бухарский технологический
институт пищевой и легкой
промышленности
E-mail: nasullo68@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В статье предложена целевая функция и методика оптимизации параметров схемы электроснабжения, с учетом нелинейных связей между регулируемыми параметрами. Определены граничные значения параметров, в которых экономический эффект будет нулевым. Получены уравнения, определяющие общий экономический эффект от регулирования реактивной мощности и напряжения сети, а также экономически эффективное сечение проводника.

Ключевые слова: параметры схемы, методика оптимизации, экономический эффект.

Keywords: scheme parameters, methodology of optimization, economic effect.

Одной из основных задач оптимизации системы электроснабжения (СЭС) промышленного предприятия является определение оптимальных параметров схемы электроснабжения, обеспечивающих наилучшие технико-экономические показатели. При этом уже на стадии проектирования предусматривается регулирование параметров

схемы электроснабжения (ЭС) в целях экономии электроэнергии в СЭС [1].

Основные способы уменьшения потерь электроэнергии во внутризаводских сетях следующие:

- увеличение сечения проводников;
- регулирование напряжения сети;
- компенсация реактивной мощности (КРМ).

Обычно оптимизация параметров схемы ЭС и экономический эффект от регулирования параметров для каждого параметра определяется отдельно без учета зависимости между этими параметрами. Рассмотрим возможность экономии электроэнергии на отдельных элементах СЭС. Увеличение сечения проводников приводит к увеличению капитальных затрат и экономии электроэнергии в линии электропередачи (ЛЭП). При этом уменьшение потерь от увеличения сечения составляет:

$$P_{\text{э.с.}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \times \frac{\rho_0 \times l_{\text{л}}}{s_1} - \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \times \frac{\rho_0 \times l_{\text{л}}}{s_2} = \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \times \frac{(s_2 - s_1)}{s_1 \times s_2} \times \rho_0 \times l_{\text{л}} \quad (1)$$

где: $P_{\text{л}}$ и $Q_{\text{л}}$ – активная и реактивная мощность линии, кВА, квар; s_1 и s_2 – сечения существующего и заменяемого проводника, мм²; l – длина ЛЭП, км; ρ_0 – удельное сопротивление ЛЭП, Ом·м/мм²; U – напряжение сети, В.

С увеличением нагрузки уменьшается напряжение и пропорционально квадрату напряжения увеличиваются потери электроэнергии. Увеличение напряжения до номинального значения с регулируемыми устройствами СЭС позволяет сэкономить электроэнергию, значение которой можно определить по следующей формуле:

$$P_{\text{э.н.}} = \frac{S_{\text{н}}^2}{U_1^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} - \frac{S_{\text{н}}^2}{U_2^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} = \frac{S_{\text{н}}^2 \cdot U_2^2 - S_{\text{н}}^2 \cdot U_1^2}{U_1^2 \cdot U_2^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} = \frac{S_{\text{н}}^2 \cdot (U_1 + \Delta U)^2 - S_{\text{н}}^2 \cdot U_1^2}{U_1^2 \cdot U_2^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} =$$

$$= \frac{S_{\text{н}}^2 \cdot (2 \cdot \Delta U \cdot U_1^2 + \Delta U^2)}{U_1^2 \cdot U_2^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} = 3 \cdot I_{\text{н}}^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot \Delta U}{U} + \frac{\Delta U^2}{U^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s} \quad (2)$$

где: U_1 и U_2 – напряжения сети до и после регулирования напряжения, В; $S_{\text{н}}$ – полная мощность нагрузки, кВА.

Экономия мощности, полученной от компенсации реактивной мощности в ЛЭП, определяется по следующей формуле:

$$\Delta P_{\text{э.к.}} = \Delta P_{\text{л}} - \Delta P_{\text{л.к.}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} - \frac{P_{\text{л}}^2 + (Q_{\text{л}} - Q_{\text{к.у}})^2}{U^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} =$$

$$= \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} - \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} + \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot Q_{\text{к.у}} - Q_{\text{к.у}}^2}{U^2} \cdot R_0 \cdot l_{\text{л}} = \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot Q_{\text{к.у}} - Q_{\text{к.у}}^2}{U^2} \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s} \quad (3)$$

где: $\Delta P_{\text{л}}$ и $\Delta P_{\text{л.к.}}$ – потери активной мощности до и после компенсации, кВт; $Q_{\text{к.у}}$ – мощность компенсирующего устройства, квар.

Для получения результирующего значения экономии мощности уравнения (1), (2) и (3) описываем совместно:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{л}}^2 + Q_{\text{л}}^2}{U^2} \cdot \frac{(s_2 - s_1) \cdot \rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s_1 \cdot s_2} + \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot Q_{\text{к.у}} - Q_{\text{к.у}}^2}{U^2} \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s_1} + 3 \cdot I_{\text{н}}^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot \Delta U}{U} + \frac{\Delta U^2}{U^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s} =$$

$$= \left(3 \cdot I_{\text{н}}^2 \cdot \frac{(s_2 - s_1)}{s_1} + \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot Q_{\text{к.у}} - Q_{\text{к.у}}^2}{U^2} + 3 \cdot I_{\text{н}}^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot \Delta U}{U} + \frac{\Delta U^2}{U^2} \right) \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s_2} \quad (4)$$

Первая составляющая описывает экономию мощности при изменении сечения, вторая – при КРМ, третья – при увеличении напряжения.

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Современная СЭС позволяет регулировать напряжение и мощность компенсирующего устройства (ККУ). Экономия электроэнергии при этом определяется суммированием потерь мощности, полученных от регулирования отдельных параметров схемы ЭС. Однако анализ уравнений (1), (2) и (3) показывает, что все параметры схемы ЭС взаимосвязаны и есть зависимости с обратными воздействиями. Например, увеличение сечения ЛЭП уменьшает эффективность КРМ и эффективность регулирования напряжения. КРМ увеличивает напряжение, что уменьшает эффективность самой КРМ. Эти обстоятельства требуют комплексного решения данной задачи и оптимизации параметров схемы ЭС с учетом этих зависимостей с обратными воздействиями.

Оптимизация параметров осуществляется по двум характеристическим критериям: по минимальным потерям и по минимальным затратам на СЭС. Целевой функцией оптимизации будет сумма экономии потерь мощности и прибыли от оптимизации параметров СЭС.

После преобразований уравнения (4) получаем следующее выражение:

$$P_{\text{эк}} = -Q_{\text{кв}}^2 \cdot \frac{\rho_0}{U^2 \cdot s_2} + Q_{\text{кв}} \cdot \left(\frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot \rho_0}{U^2 \cdot s_2} \right) + 3 \cdot I_{\text{н}}^2 \cdot \left(\frac{(s_2 - s_1)}{s_1} + \frac{2 \cdot \Delta U}{U_1} + \frac{\Delta U^2}{U_1^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s_2} \quad (5)$$

Прибыль от оптимизации определяется вычитанием из стоимости экономии электроэнергии затрат на реконструкцию СЭС по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{эк}} = & -Q_{\text{кв}}^2 \cdot \frac{\rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s_2} + Q_{\text{кв}} \cdot \left(\frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot \rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s_2} + k_{\varphi} - p_0 \cdot m - K_0 \cdot e_{\text{н}} \right) + \\ & + 3 \cdot I_{\text{н}}^2 \cdot m \cdot \left(\frac{(s_2 - s_1)}{s_1} + \frac{2 \cdot \Delta U}{U_1} + \frac{\Delta U^2}{U_1^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{s_2} - K_{\text{л}} \cdot e_{\text{н}}, \end{aligned} \quad (6)$$

где: $K_{\text{кв}}$ и $K_{\text{л}}$ – капитальные затраты на ККУ и ЛЭП, тыс. руб; $e_{\text{н}}$ – общий коэффициент отчислений от капиталовложений; ρ_0 – удельные потери мощности в конденсаторах, кВт/квар; c_0 – удельная стоимость конденсаторов, тыс. руб/квар; m – ставка оплаты электроэнергии, руб/кВт; k_{φ} – коэффициент, характеризующий уменьшение платы за реактивную энергию и штрафы за сверхнормативной коэффициент мощности.

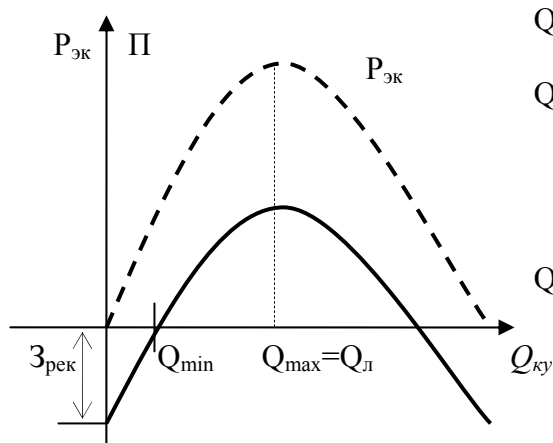


Рис. 1. Зависимости экономии мощности и прибыли от КРМ

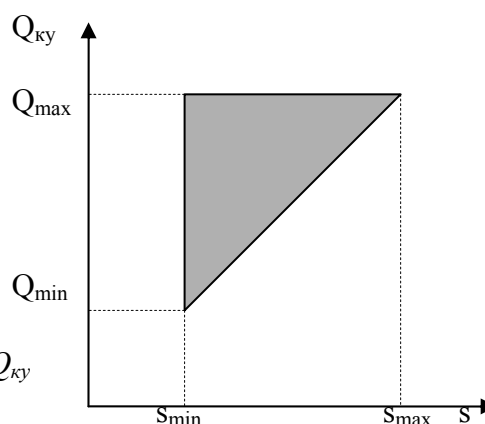


Рис. 2. Граничные значения регулируемых параметров

Решение уравнений (5) и (6) относительно $Q_{\kappa y}$ дает квадратичное уравнение, график которого показан на рис. 1. Корни уравнения (5) определяют граничные значения мощности компенсирующего устройства, в которых экономический эффект от КРМ будет нулевым [2].

Одним из средств регулирования напряжения являются компенсирующие устройства. С учетом того, что в промышленных сетях индуктивное сопротивление значительно меньше, чем активное сопротивление, принимаем следующее допущение:

$$\Delta U \approx \Delta U_r = \frac{Q_{\kappa y}}{\sqrt{3} \cdot U} \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s}. \quad (7)$$

Регулировочное напряжение выражаем через мощности компенсирующих устройств:

$$\begin{aligned} P_{\text{эк.л}} &= 3 \cdot I_n^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot \Delta U}{U_1} + \frac{\Delta U^2}{U_1^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s} = 3 \cdot I_n^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot Q_{\kappa y}}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot U_1} + \frac{Q_{\kappa y}^2}{\sqrt{3} \cdot U_1^2 \cdot U_1^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s} = \\ &= \frac{3 \cdot I_n^2 \cdot \rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s} \cdot \frac{2 \cdot Q_{\kappa y} \cdot \rho_0 \cdot l_{\lambda}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot U \cdot s} + \frac{3 \cdot I_n^2 \cdot \rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s} \cdot \frac{Q_{\kappa y}^2 \cdot \rho_0^2 \cdot l_{\lambda}^2}{3 \cdot U_1^2 \cdot U_1^2 \cdot s^2} = \\ &= Q_{\kappa y} \cdot \frac{3 \cdot 2 \cdot I_n^2 \cdot \rho_0^2 \cdot l_{\lambda}^2}{\sqrt{3} \cdot U^2 \cdot s^2} + Q_{\kappa y}^2 \cdot \frac{I_n^2 \cdot \rho_0^3 \cdot l_{\lambda}^3}{U^4 \cdot s^3} = Q_{\kappa y} \cdot 3,45 \cdot \left(\frac{I \cdot \rho_0 \cdot l_{\lambda}}{U \cdot s} \right)^2 + Q_{\kappa y}^2 \cdot \frac{I^2 \cdot \rho_0^3 \cdot l_{\lambda}^3}{U^4 \cdot s^3}. \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя это выражение в уравнение (6) получаем уравнение с двумя переменными. При этом s_1 будет равно экономически эффективному сечению $-s_{\text{эф}}$ [1], напряжение принимаем как постоянное $U = \text{const}$:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{он}} &= -Q_{\kappa y}^2 \cdot \frac{\rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s} + Q_{\kappa y} \cdot \left(\frac{2 \cdot Q_{\lambda} \cdot \rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s} - p_0 \cdot m - K_0 \cdot e_n \right) + \\ &+ 3 \cdot I_n^2 \cdot m \cdot \left(\frac{(s - s_{\text{эф}})}{s} + Q_{\kappa y} \cdot 1,15 \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\lambda}}{U \cdot s} + Q_{\kappa y}^2 \cdot \frac{\rho_0^2 \cdot l_{\lambda}^2}{3 \cdot U^4 \cdot s^2} \right) \cdot \frac{\rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s} - K_{\lambda} \cdot e_n = \\ &= Q_{\kappa y}^2 \cdot \left(\frac{I^2 \cdot \rho_0^3 \cdot l_{\lambda}^3}{U^4 \cdot s^3} - \frac{\rho_0}{U^2 \cdot s} \right) \cdot m + Q_{\kappa y} \cdot \left(\left(3,45 \cdot \frac{I^2 \cdot \rho_0^2 \cdot l_{\lambda}^2}{U^2 \cdot s^2} + \frac{2 \cdot \rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s} + k_{\phi} - p_0 \right) \cdot m + k_{\phi} - K_0 \cdot e_n \right) + \\ &+ 3 \cdot I_n^2 \cdot m \cdot \left(\frac{(s - s_{\text{эф}}) \cdot \rho_0 \cdot l_{\lambda}}{s \cdot s_{\text{эф}}} \right) - K_{\lambda} \cdot e_n. \end{aligned} \quad (9)$$

Для оптимизации параметров используем метод нелинейного программирования с применением ЭВМ [3]. Уравнения (8) и (9) являются нелинейной квадратичной функцией. Поэтому эти задачи относятся к задачам нелинейного программирования с линейными ограничениями.

Определяем граничные значения параметров, при которых экономический эффект будет положительным. По уравнению (3) определяем значение мощности ККУ, при которой экономический эффект также будет положительным.

Годовой экономический эффект от компенсации реактивной мощности в ЛЭП определяется разностью стоимости сэкономленной энергии и приведенных затрат на ККУ по следующей формуле [1]:

$$\Pi_{\kappa y} = \frac{2 \cdot Q_{\lambda} \cdot Q_{\kappa y} - Q_{\kappa y}^2}{U^2} \cdot R \cdot m - (e_n \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot Q_{\kappa y}. \quad (10)$$

<< 18

1700 В. Использование модулей с такими номиналами позволяет обойтись без параллельного включения модулей и тем самым упростить конструкцию преобразователя и снизить общую стоимость оборудования.

В модулях новой серии New-MPD применяются IGBT-кристаллы последнего, 6-го поколения с технологией CSTBTM (Carrier Stored Trench Gate Bipolar Transistor), а также новые диоды с низким уровнем потерь. В модулях на 1200 В при $T_j = 125^\circ\text{C}$ $V_{CE}(\text{Sat}) = 1,7$ В (тип.) и SOA (область безопасной работы) на $V_{CC} = 800$ В. В модулях 17-го класса на 1700 В при $T_j = 125^\circ\text{C}$ $V_{CE}(\text{Sat}) = 2,2$ В (тип.), SOA на $V_{CC} = 1200$ В. Было достигнуто общее сокращение потерь в инверторе на 25% по сравнению с модулями предыдущего 5-го поколения при тех же значениях dv/dt . Помимо этого в модулях нового поколения увеличена максимальная температура кристалла: $T_j(\text{max}) = 175^\circ\text{C}$.

Топология IGBT-кристаллов в модулях новой серии New-MPD была оптимизирована для применения жидкостного охлаждения модулей. С целью увеличения количества термоциклов и уменьшения теплового сопротивления была разработана новая базовая пластина из алюминия (Al), в которой вместо паяных соединений между изоляционной подложкой и базовой пластиной применена технология прямой сварки. Основание новых модулей разделено на несколько отдельных секций, что позволяет обеспечить гораздо лучший тепловой контакт с охладителем по сравнению с цельным основанием.

Mitsubishi Electric удалось уменьшить внутреннюю индуктивность корпуса (Lint) до чрезвычайно низкого уровня – всего 5 нГ, благодаря усовершенствованной четырехуровневой структуре шины.

>> 43

При этом экономический эффект будет нулевым при следующем равенстве:

$$\frac{2 \cdot Q_{\text{л}} - Q_{\text{кв}}}{U^2} \cdot R \cdot m = (e_{\text{н}} \cdot c_0 + p_0 \cdot m) . \quad (11)$$

Определяем минимальную мощность ККУ, при которой экономический эффект будет положительным:

$$Q_{\text{кв. min}} = 2 \cdot Q_{\text{л}} - \frac{(e_{\text{н}} \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot U^2}{R_{\text{л}} \cdot m} . \quad (12)$$

Из (9) видно, что экономический эффект от компенсации реактивной мощности зависит от сопротивления ЛЭП. Поэтому определяем минимальное сопротивление ЛЭП, при котором экономический эффект будет положительным:

$$R_{\text{min}} = \frac{(e_{\text{н}} \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot U^2}{(2 \cdot Q_{\text{л}} - Q_{\text{кв}}) \cdot m} . \quad (13)$$

Максимальное сечение ЛЭП, соответствующее минимальному сопротивлению:

$$S_{\text{max}} = \frac{(2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot Q_{\text{кв}} - Q_{\text{кв}}^2) \cdot m \cdot \rho_0 \cdot l_{\text{л}}}{(e_{\text{н}} \cdot c_0 + p_0 \cdot m) \cdot U^2} . \quad (14)$$

За минимальное значение сечения проводника – s_{min} принимаем сечение проводника по условиям нагрева.

Для нахождения точки экстремума зависимостей экономии электроэнергии и прибыли определяем производную уравнений (5) и (6):

$$P'_{\text{эк}} = -2 \cdot Q_{\text{кв}} \cdot \frac{\rho_0}{U^2 \cdot s_2} + \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot \rho_0}{U^2 \cdot s_2} ; \quad (15)$$

$$\Pi' = -2 \cdot Q_{\text{кв}} \cdot \frac{\rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s_2} + \frac{2 \cdot \rho_0 \cdot m}{U^2 \cdot s_2} . \quad (16)$$

Отрицательный знак производной указывает на то, что $P_{\text{эк}}$ имеет максимум. Определяем точки максимума, при которых экономия мощности будет максимальной:

$$2 \cdot Q_{\text{кв}} \cdot \frac{\rho_0}{U^2 \cdot s_2} = \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot \rho_0}{U^2 \cdot s_2} ; \quad (17)$$

$$Q_{\text{кв. max}} = \frac{2 \cdot Q_{\text{л}} \cdot \rho_0 \cdot U^2 \cdot s_2}{2 \cdot U^2 \cdot s_2 \cdot \rho_0} = Q_{\text{л}} \quad (18)$$

Таким образом, получаем целевую функцию с двумя переменными и следующими линейными ограничениями (рис. 2):

$$\left. \begin{aligned} Q_{\text{min. кв}} < Q_{\text{кв}} < Q_{\text{л}}; \\ s_{\text{min}} < s < s_{\text{max}} \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Составляем алгоритм расчета на ЭВМ, состоящий из двух циклов. Определяем возможные номинальные значения сечений проводников и мощности ККУ в пределах граничных значений этих параметров. Так как эти номинальные значения параметров не превышают кратность в 2–3 раза, то возможных вариантов расчета будет не больше 8–10. Варьируя эти значения, выводим результаты расчета экономического эффекта и определяем оптимальные параметры схемы ЭС.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Получены уравнения экономии мощности и экономического эффекта регулирования параметров СЭС с учетом нелинейной зависимости между этими параметрами.

Определены граничные значения регулируемых параметров и составлен алгоритм нахождения оптимальных параметров схемы электроснабжения предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. С.М. Гительсон. Экономические решения при проектировании электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1991.
2. Садуллаев Н.Н. Определение эффективности компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения. Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». 2007, № 5–6. С. 38–43.
3. Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Регстел. Оптимизация в технике. Том 1. М.: Мир, 1986.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВА04-31ПРО И ВА04-35ПРО НА ТОКИ ОТ 16 ДО 250 А

ОАО «Контактор» представляет токоограничивающие малогабаритные автоматические выключатели серии Кпро, которая состоит из двух аппаратов: ВА04-31Про на токи от 16 до 100 А и ВА04-35Про на токи от 125 до 250 А.

Современный:

- компактный размер;
- современный внешний вид;
- высокотехнологичные материалы;
- легкоузнаваемая упаковка из экологически чистых материалов;
- лазерная маркировка.

Универсальный:

- встраивается в шкафы любого типа;
- пластина-переходник на лицевой панели применима для двух типов DIN-стандарта;
- три значения $I_{\text{сн}}$ до 40 кА;
- широкий ассортимент дополнительных аксессуаров.

Легкий в применении:

- легко монтируется с помощью адаптера на DIN-рейку;
- аксессуары заказываются отдельно и легко устанавливаются самостоятельно;
- отделение для установки изолировано от силовой сети.

Надежный:

- наличие блокировок от несанкционированного включения;
- соответствие ГОСТ Р. 50030.2–99;
- безопасность персонала во время монтажных и пусконаладочных работ.

www.kontaktor.ru



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

УДК 621.31

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА МОЩНОСТЬЮ 400 КВТ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ АВАРИЙНОЙ ОТКАЧКИ НА ЛЮБЛИНСКОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Аннотация. Рассматривается работа дизель-генератора для резервного питания насосных агрегатов, а также последовательность операций при пуске насосов для различных режимов работы.

Ключевые слова: дизель-генератор, резервное питание, режимы работы, насосные агрегаты.
Keywords: diesel generator, standby supply, operation modes, pump units.

В настоящее время в качестве резервных источников питания широкое применение получили дизель-электрические станции различной мощности.

Современные дизель-электростанции обладают высокой надежностью, простотой обслуживания, и большинство из них автоматизировано. Они призваны обеспечить электроснабжение основного оборудо-

дования в случае внезапного прекращения питания со стороны электроснабжающей организации или обеспечить поддержание режима, при котором основное электрооборудование должно быстро войти в работу после возобновления электроснабжения.

Далее рассматривается работа блочно-контейнерной автоматизированной электростанции (БКАЭС) мощностью 400 кВт,

установленной на Люблинской насосной станции.

Блочно-контейнерная автоматизированная электростанция в случае исчезновения напряжения, в зависимости от выбранного режима, включается автоматически с выдержкой времени или вручную оперативным персоналом насосной станции. Выдержка времени установлена на случай, если исчезновение напряжения будет кратковременным. В противном случае она требуется для того, чтобы оперативный персонал сориентировался в обстановке и принял правильное решение по ликвидации аварийной ситуации.

БКАЭС в рабочем и аварийном режимах снабжает электроэнергией насосы аварийной откачки, которые в случае затопления выкачивают сточную воду из грабельного помещения и машинного зала, предотвращая тем самым затопление и выход из строя электрооборудования.

БКАЭС представляет собой блок-контейнер (БК), в котором установлены дизель-электроагрегаты (ДЭА) Р 500 Р1 с панелью управления РWP 1.0, топливный бак объемом 500 литров и система собственных нужд: электроснабжения, обогрева и вентиляции, охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения. Распределительный шкаф ШРС-800 устанавливается вне контейнера.

Система вентиляции ДЭА состоит из приточного и вытяжного алюминиевых воздушных клапанов (АВК) с электроприводами.

В систему обогрева БК входят масляные электрообогреватели с термостатами и терморегуляторами, обеспечивающими поддержание требуемой температуры внутри БК. Топливная система ДЭА оборудована дополнительным топливным баком на 500 литров и системой подкачки топлива. Система собственного энергоснабжения контейнера включает в себя щит собственных нужд (ЩСН), электропроводку, выключатели и светильники рабочего (220 В) и аварийного (24 В) освещения, розетки ра-

бочего (220 В) и аварийного (24 В) электропитания.

В автоматическую систему пожаротушения входят дымовые датчики пожарных извещателей ИП 212–41 М, охранный магнитоконтактный извещатель ИО 102–2, тепловые пожарные извещатели ИП 101-32В, оповещатель звуковой ООПЗ 24 (АС-24), ручной пожарный извещатель ИПП 3 СУ, прибор приемно-контрольный и управления автоматическими средствами пожаротушения и оповещателей АГС-6.

При неработающем ДЭА питание нагрузки и системы собственных нужд БК осуществляется от внешней сети. Для перехода в режим питания нагрузки от ДЭА в шкаф ШРС-800 вручную, переключением соответствующих коммутационных аппаратов, отключают нагрузку от сети и подключают к генератору ДЭА.

После запуска и выхода на рабочий режим ДЭА, нагрузка и система собственных нужд БК панелью управления РWP 1.0 подключается к ДЭА. При переходе в режим питания нагрузки от сети сначала отключают нагрузку от ДЭА и затем подключают к сети переключением соответствующих автоматических выключателей в шкафу ШРС-800.

Для предупреждения перегрева ДЭА в БКАЭС имеется термостат с температурой установки +50°C, по достижении которой контактом термостата замыкается цепь остановки ДЭА, а клапаны АВК остаются открытыми до понижения температуры внутри контейнера БКАЭС до +15°C (по сигналу термостата).

При возникновении пожара выдается команда на остановку ДЭА (если он работает), воздушные клапаны закрываются. При превышении температуры воздуха +110°C ППКУП «С2000-АСПТ» автоматически запускает генератор огнетушащего аэрозоля АГС-6.

При отсутствии напряжения сети и неработающем ДЭА дежурное освещение осуществляется от аккумуляторных батарей ДЭА. Система пожарно-охранной сигнала

лизации получает питание от собственного аккумулятора и находится в рабочем состоянии.

Корпус снабжен несущей монтажной панелью, на которой размещены реле напряжения, перекося и последовательности фаз; системы плавного пуска; автоматические выключатели, рубильники и предохранители; реле, контакторы, клеммные разъемы и жгуты проводов с элементами их крепления, а также шина нейтрали.

На рис. 1 представлена схема резервного питания насосов аварийной откачки Люблинской насосной станции (р/ст).

Пуск насосов аварийной откачки, установленных в насосном зале. Все автоматические выключатели шкафа при этом включены. На шкафах управления погруженными насосами ключи выбора режима работы стоят в положении «АВТОМАТ».

При наличии напряжения 0,4 кВ питание насосов аварийной откачки осуществляется от ТЧН № 1 и № 2 с помощью рубильников SA 1 и SA 2, которые находятся в положении «I», при этом устройство плавного пуска не задействовано.

РЕЛЕ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ РФС 11М ОТ ООО «ТД ЭЛЕКТРОАППАРАТ»

Реле фотоэлектронные РФС 11М предназначены для автоматического включения и отключения осветительных и других установок в зависимости от уровня естественной освещенности.

Реле изготавливаются в климатическом исполнении УХЛЗ.1 по ГОСТ 15150.

Условия эксплуатации:

– высота над уровнем моря не более 2000 метров;

– температура окружающего воздуха – от минус 40 до 40°C;

– относительная влажность окружающего воздуха – до 98% при температуре 25°C;

– вибрация мест крепления в диапазоне частот 10–100 Герц при ускорении 1g (группа условий эксплуатации М7 по ГОСТ 17516.1).

Рабочее положение в пространстве – произвольное.

Реле соответствуют требованиям ТУ3425 – 064-00216823-98.

При уходе параметров напряжения сетей за допустимые пределы или исчезновении напряжения происходит автоматический пуск ДЭА.

Пуск насосов аварийной откачки в автоматическом режиме. После запуска ДЭА и его прогрева насосы аварийной откачки переключают на питание от ДЭА. Для этого рубильники SA 1 и SA 2 переключают вручную в положение «II», через положение «0»; при этом будут задействованы устройства плавного пуска УПП-1 и УПП-2.

Пуск насосов аварийной откачки произойдет автоматически при достижении аварийного уровня жидкости, на который рассчитан соответствующий датчик погружного насоса (поплавок). При снижении уровня жидкости происходит автоматическое отключение насоса аварийной откачки по сигналу датчика уровня.

Пуск насосов аварийной откачки в ручном режиме. Для включения насосов аварийной откачки в ручном режиме рубильники SA 1 и SA 2 в шкафу ШСР-800.2 переключают вручную в положение «II», через положение «0»; при этом задействуют устройства плавного пуска УПП-1 и УПП-2. На шкафах управления погружными насосами ключи выбора режима работы насосов аварийной откачки 1 и 2 переводят в положение «РУЧНОЕ».

Затем нажимают кнопку «ПУСК» соответствующего насосного агрегата, при этом на дверце шкафа загораются светодиодные индикаторы работы соответствующих насосов.

Для выключения насосов 1 и 2 нажимают кнопки «СТОП» соответственно. При этом системы плавного пуска производят остановку насосов и на панели шкафа гаснут светодиодные индикаторы.

Пуск насоса аварийной откачки, установленного в грабельном помещении. Насос аварийной откачки из грабельного помещения включается только в ручном режиме.

Для пуска насоса рубильники SA 1 и SA 2 в шкафу ШСР-800.2 переключают вручную

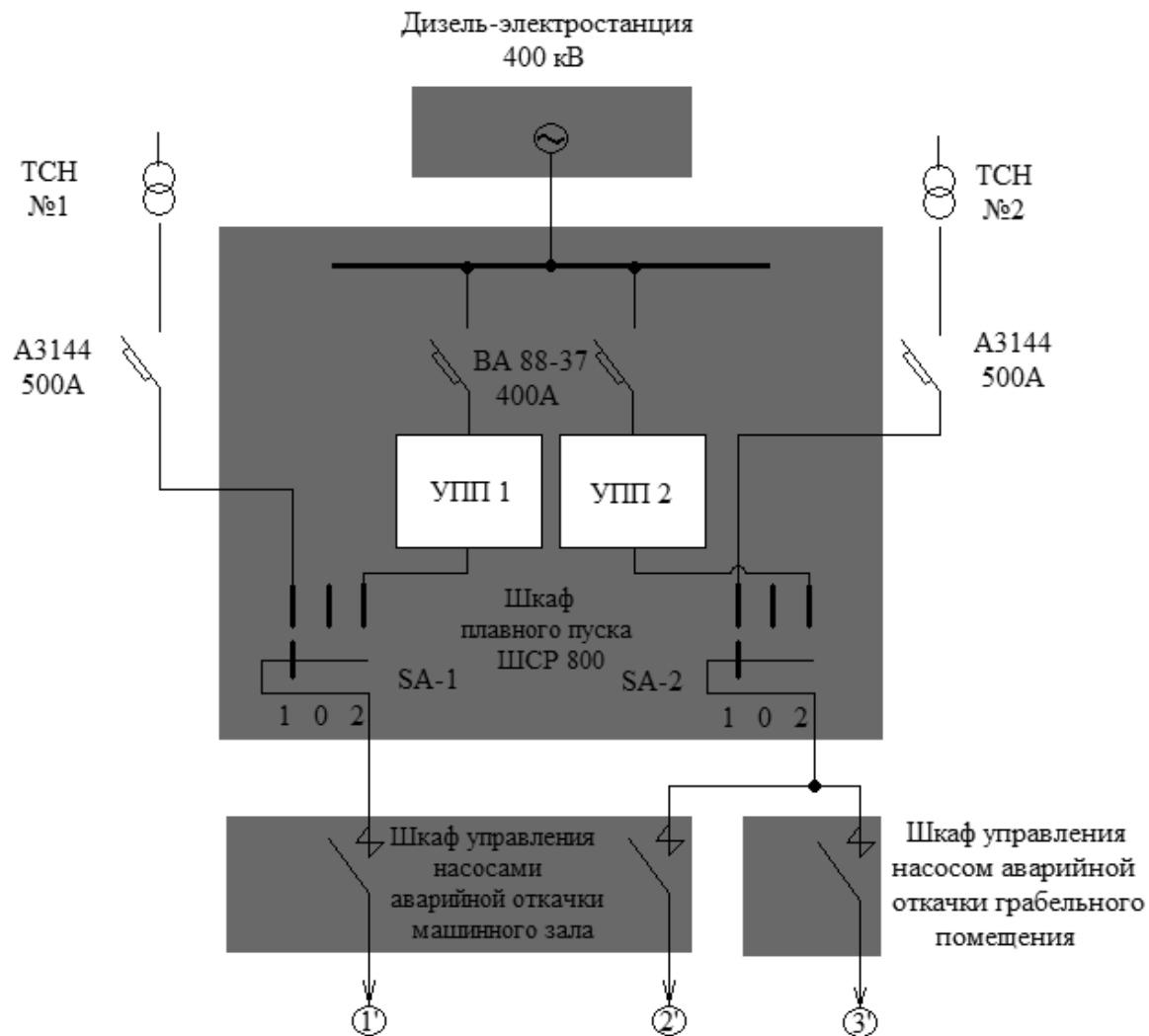


Рис. 1. Схема резервного питания насосов аварийной откачки Люблинской н/ст н/а № 1', 2' KRTK 200–500/1504 U1G N = 150 кВт, n = 1485 об./мин. (авар. откачка) н/а № 3' kaprari N = 42 кВт, n = 1490 об./мин.

в положение «II», через положение «0». На передней панели шкафа ШСР-800.2 нажимают кнопку «ПУСК» насоса аварийной откачки № 2. При этом загорается светодиодный индикатор пуска насоса № 2. Затем открывают шкаф управления погружным насосом и включают автомат питания этого шкафа. На передней панели шкафа управления погружным насосом нажимают кнопку «ПУСК». При этом загорается светодиодный индикатор работы насоса.

Для отключения насоса аварийной откачки грабельного помещения на передней панели шкафа управления погружным насо-

сом нажимают кнопку «СТОП», открывают шкаф управления погружным насосом и отключают автомат питания этого шкафа. На передней панели шкафа ШСР-800.2 нажимают кнопку «СТОП» насоса аварийной откачки № 2.

При возобновлении подачи напряжения 0,4 кВ на ТЧН 1 и ТЧН 2 ДЭА переходит в режим охлаждения, по истечении которого автоматически отключается.

Для питания насосов аварийной откачки от ТЧН 1 и ТЧН 2 рубильники СА 1 и СА 2 в шкафу ШСР-800.2 переключают вручную в положение «I», через положение «0».



А.В. Битиев,
начальник энергомеханического
управления МГУП
«Мосводоканал»

УДК 628.1.2

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ МОСКВЫ

Аннотация. Мосводоканал успешно реализует комплексную программу повышения устойчивости работы сооружений.

Ключевые слова: водоснабжение, эффективность, нарушение электроснабжения, надежность, когенераторы, БАВР, тепловые насосы.

Keywords: water supply, efficiency, power supply interruption, reliability, cogenerator, fast-acting automatic failover switch, heat pumps.

Водопроводно-канализационное хозяйство (ВКХ) Москвы, потребляющее около 1,5 млрд кВт·ч электроэнергии в год, является одним из самых энергоемких в Москве – третьим после железнодорожного транспорта и метрополитена. В ВКХ к энергоемким объектам относятся станции водоподготовки (включающие в себя насосные станции первого и второго подъема), на которые приходится около половины общего энергопотреб-

ления. Еще приблизительно по 20% потребляют очистные сооружения и канализационные насосные станции (КНС). Наименьшая доля приходится на систему распределения воды в городе.

Энергетическое хозяйство МГУП «Мосводоканал» формировалось на протяжении десятилетий и сегодня включает около 400 высоковольтных и 3000 низковольтных электродвигателей, более 500 трансформато-

ров, свыше 2000 высоковольтных распределительных устройств. Общая установленная мощность оборудования составляет около 1100 МВ·А, протяженность кабельных линий, находящихся на балансе предприятия, равна примерно 900 км. Надежность работы систем энергоснабжения объектов Мосводоканала является самым значимым фактором, влияющим на стабильность работы систем водоснабжения и водоотведения столицы. Технологические процессы, начиная от забора воды из поверхностных источников, ее очистки и подачи в городскую водопроводную сеть и заканчивая приемом использованной воды системой канализации и очисткой, не могут эффективно функционировать и обеспечивать установленные качественные показатели без надежного, стабильного электроснабжения.

Одной из важнейших характеристик любых инженерных систем является их устойчивость при авариях внешнего или внутреннего характера. Нарушения энергоснабжения являются наиболее частой причиной аварийных ситуаций. В данной статье рассмотрены энергетические аспекты обеспечения устойчивости системы водоснабжения и водоотведения Москвы.

Система водоснабжения Москвы, имеющая закольцованную схему водоводов и магистралей протяженностью свыше 10 тыс. км, включает 4 станции водоподготовки, 9 регулирующих узлов с запасом воды в резервуарах, составляющим до 40% от суточного водопотребления, 450 насосных станций подкачки и 64 артезианские скважины, является весьма устойчивой к локальным аварийным ситуациям, в том числе нарушениям энергоснабжения.

Кратковременные отключения электроснабжения существенно не влияют на технологические процессы подготовки и транспортировки питьевой воды в город, хотя и могут вызвать снижение давления или кратковременное отсутствие воды в верхних этажах жилых домов с водоснабжением от ЦТП и насосных станций подкачки. Ситуация же

с отключением энергоснабжения на сутки и более может вызвать серьезные сбои в транспортировке воды по трубопроводам. Учитывая масштабность территории Москвы и значительные перепады геодезических отметок, отдельные районы могут надолго остаться без водоснабжения, поскольку восстановление энергоснабжения водопроводных сооружений вовсе не означает возможности их немедленного пуска. Если отключение будет продолжаться 24 часа или более (например, при возникновении системной энергоаварии, подобно той, что произошла 25 мая 2005 г.), получение воды питьевого качества на станциях водоподготовки будет возможно не ранее чем через трое суток после подачи напряжения.

На станциях водоподготовки особую потенциальную опасность представляют объекты хлорного хозяйства. Их эксплуатация организована в полном соответствии с требованиями «Правил безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора ПБ 09-594-03». Энергоснабжение складов хлора отвечает требованиям 1-й категории надежности: на случай отключений централизованного энергоснабжения для питания систем аварийного освещения, контроля, управления и противоаварийной автоматической защиты на всех объектах хлорного хозяйства предусмотрена установка дизель-электростанций (ДЭС) мощностью 30 кВт с автоматическим запуском.

В соответствии с Постановлением Правительства Москвы № 176 «О развитии систем водоснабжения и водоотведения города Москвы на период до 2020 г.» задачей ближайших трех лет является полный перевод технологии очистки воды на станциях водоподготовки с использованием гипохлорита натрия вместо хлора, что обеспечит безопасность эксплуатации как в штатном режиме, так и при аварийном отключении электроэнергии.

Водоотводящая система города по своей структуре менее устойчива к нарушениям электроснабжения, так как в отличие от

системы водоснабжения имеет не кольцевую, а древовидную структуру – практически без возможности дублирования функций. Кроме того, в отличие от водоснабжения, даже кратковременное прекращение работы канализационных насосных станций приводит к «подпору» в самотечных подводящих коллекторах с последующим развитием разлива сточных вод на поверхность. Во время системной аварии 25 мая 2005 г., повлекшей массовые отключения сооружений канализации Москвы, только активные действия эксплуатационного персонала, четкое руководство и использование аккумулирующей способности канализационных каналов, коллекторов и резервуаров позволили избежать масштабного разлива сточных вод и, как следствие, ущерба для городской инфраструктуры и экологической обстановки.

Вопрос обеспечения необходимой устойчивости в работе ВКХ неодинаково решается для КНС различной производительности. Крупные (высоковольтные) КНС производительностью от 117 тыс. м³/сутки, которых в системе московской канализации насчитывается 18, относятся к потребителям 1-й категории надежности и, соответственно, имеют по два и более источника энергоснабжения. Проблему для крупных КНС и для водопроводных насосных станций представляет даже прекращение питания по одному из источников энергоснабжения, поскольку при автоматическом включении резерва работа двигателей успевает прерваться, а это угрожает гидравлическим ударом в сети.

Подавляющее большинство низковольтных перекачивающих канализационных и водопроводных насосных станций имеют 2-ю и даже 3-ю категорию надежности. Таким образом, обеспечение устойчивой работы сооружений городской канализационной и водопроводной сети в условиях снижающейся стабильности функционирования энергосистемы требует реализации целого комплекса мероприятий.

Учитывая низкую аккумулирующую способность каналов и коллекторов системы во-

доотведения, для предотвращения выливания сточных вод на городские улицы и подтопления зданий реализуется программа строительства аварийно-регулирующих резервуаров, обладающих значительной аккумулирующей способностью. Кроме того, для обеспечения стабильной работы технологических звеньев транспортировки сточных вод и безостановочной работы низковольтных насосных станций при отсутствии напряжения от внешних источников Мосводоканал готов задействовать передвижные дизельные электростанции (ДЭС) мощностью от 48 до 400 кВт в зависимости от мощности насосных агрегатов, установленных на станциях.

Важным направлением повышения устойчивости работы КНС является использование погружных насосных агрегатов (в том числе по варианту сухой установки). Такие насосы сохраняют работоспособность даже при затоплении машинного зала. Для повышения надежности при строительстве и реконструкции их устанавливают не только на малых и средних КНС, но и на крупных станциях.

В ходе реконструкции КНС ведется установка мощных резервных автономных систем электроснабжения. В 2008 г. установлена ДЭС мощностью 1000 кВт на Братеевской КНС. В этом году установлена ДЭС мощностью 300 кВт для административного здания МГУП «Мосводоканал», являющегося центральным узлом управления системой водоснабжения и водоотведения города.

Комплексы очистных сооружений относятся к 1-й категории энергообеспечения и имеют по 2 независимых источника энергоснабжения. Однако, как показала практика, в случае системной аварии энергоснабжение этих объектов не гарантировано. На очистных сооружениях наиболее энергоемкими являются процессы биологической очистки сточных вод. Полное отключение энергоснабжения на 4–8 часов способно привести к длительному, до 3–4 суток, ухудшению качества очистки, а отключение на период свыше 8 часов чревато серьезной угрозой санитарному и эко-

логическому состоянию природных водоприемников. В настоящее время ведутся работы по созданию в дополнение к централизованным источникам независимых источников электроэнергии – установок когенераторов на биогазе, получаемом в результате сбраживания осадков сточных вод. В этом году планируется пуск в эксплуатацию мини-ТЭС на Курьяновских (КОС), а в дальнейшем и на Люберецких (ЛОС) очистных сооружениях. Каждая из них будет иметь мощность 70 МВт и обеспечивать выработку 70 млн кВт·ч в год. На мини-ТЭС будут использоваться когенерационные установки с приводом от четырехтактных газо-поршневых машин Jenbacher типа JMS 620 GS-B/N. LC электрической мощностью 2430 кВт, тепловой мощностью 1266 кВт. При нормальных условиях мини-ТЭС в режиме параллельной работы с внешней электрической сетью будут обеспечивать электроэнергией часть очистных сооружений, а в случае аварийного отключения основных источников электроснабжения – их работу в автономном режиме.

Мини-ТЭС, рассчитанные на потребление свыше 75 тыс. м³/сут. биогаза (содержание метана около 65%) позволят обеспечить потребности очистных сооружений: в электроэнергии на 70% в объеме свыше 190 тыс. кВт·ч/сут., в тепловой энергии – на 50%. Потребителями тепла являются: на КОС – теплообменники для подогрева осадка перед загрузкой в метантенки, на ЛОС – установки термической сушки осадка.

Создание подобных автономных источников генерирования электроэнергии позволит минимизировать последствия нарушения электроснабжения процессов биологической очистки сточных вод, повысить устойчивость работы очистных сооружений.

Другими уязвимыми технологическими узлами очистных сооружений в случаях нарушений централизованного энергоснабжения являются отделения сорозадерживающего оборудования, а также системы вентиляции взрыво- и пожароопасных помещений в составе комплексов метантенков. Эти участ-

ки уже в 2005–2007 гг. были обеспечены автономными ДЭС мощностью 30–100 кВт.

В целом Мосводоканал располагает 156 ДЭС суммарной мощностью 6706 кВт, в их числе 13 стационарных ДЭС общей мощностью 928 кВт, 13 передвижных ДЭС мощностью более 100 кВт.

В связи с ростом стоимости электроэнергии и ее дефицитом в столичном регионе актуальность приобретает развитие гидроэнергетических генерирующих мощностей, использующих как природные ресурсы, так и сформировавшиеся в составе гидротехнической системы водоснабжения Москвы. В Мосводоканале эксплуатируется 9 гидроэлектростанций суммарной мощностью 17 МВ·А, обеспечивающих выработку электроэнергии до 45 млн. кВт·ч в год.

Для увеличения существующих объемов выработки на 8–10 млн. кВт·ч Мосводоканал планирует провести реконструкцию с полной заменой оборудования Рублевской, Листвянской и Акуловской ГЭС. В долгосрочных планах – строительство ГЭС мощностью 10 МВт на Зубцовском гидроузле, создание которой позволит удвоить выработку электроэнергии.

Важным условием обеспечения устойчивого функционирования водопроводно-канализационного хозяйства является надежная работа всего энергетического оборудования. В то же время значительная часть энергооборудования, находящегося на балансе МГУП «Мосводоканал», морально и физически устарела. Почти половина имеющегося энергетического оборудования имеет 100%-ный износ. В ряде подразделений эксплуатируется энергетическое оборудование, введенное в эксплуатацию еще в 1930–40-е гг. В связи с вводом новых Межотраслевых правил безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правил устройства электроустановок многие объекты оказались не удовлетворяющими новым условиям и требуют реконструкции.

Основными направлениями реализуемой в Мосводоканале программы реконструкции энергетического комплекса (наряду с изложенными выше) являются:

1. Обеспечение всех потребителей с особо сложным непрерывным технологическим процессом электроснабжением 1-й категории надежности от двух независимых источников питания.

2. Переход на устройства быстродействующего автоматического ввода резервного питания (БАВР). Использование современной элементной базы и новых подходов в обработке сигналов обеспечивает более быструю, по сравнению с обычным АВР, реакцию на возникающие аварийные ситуации. За счет меньшего времени переключения с основного источника электроснабжения на резервный достигается устойчивая работа энергетического оборудования, не происходит аварийного отключения высоковольтных электродвигателей насосных агрегатов, что, в свою очередь, позволяет избежать гидравлических ударов в сети. Применение БАВР уже принесло положительные результаты: так, например, в августе 2008 г. только на КНС, оснащенных БАВР, были зарегистрированы 8 посадок напряжения, однако благодаря работе БАВР удалось избежать отключений оборудования.

Ниже приведены основные технические характеристики БАВР «ЭТК «ОРИОН» – БРЕСЛЕР-0107.071» (табл. 1).

3. Замена масляных выключателей на вакуумные с установкой микропроцессорной релейной защиты. Преимуществами вакуумных

выключателей является следующее: имеют высокий механический и коммутационный ресурс, пожаробезопасность, не требуют технического обслуживания в течение всего срока службы, меньше потребляют электроэнергию, имеют малые габариты и массу, обеспечивают удобство и безопасность обслуживания.

4. Использование микропроцессорной релейной защиты типа Сириус и SEPAM 1000+. Данные устройства выполняют целый ряд полезных функций (позволяют дистанционно управлять высоковольтными выключателями и работать в составе любой автоматизированной системы технологического процесса).

5. Оборудование мощных электродвигателей устройствами плавного пуска или преобразователями частоты для регулирования производительности. Это должно обеспечить как снижение пусковых нагрузок, так и экономию электроэнергии.

На сегодняшний день на объектах Мосводоканала установлены 15 высоковольтных и более 200 низковольтных преобразователей частоты, что обеспечивает экономию электроэнергии в размере 30 млн. кВт·ч/год.

6. Замена масляных трансформаторов напряжением 6–10 кВ / 0,4 кВ и мощностью 250–2500 кВт·А на сухие или трансформаторы с литой изоляцией, а также применение трансформаторов типа ТМГ.

7. Перевод отдельных систем электроснабжения с напряжения 6 кВ на 10 кВ в целях сокращения числа трансформаций и снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях.

Таблица 1

Основные технические характеристики БАВР

Номинальное напряжение, кВ	6–10
Номинальный ток выключателей, А	630 ÷ 3150
Номинальная частота, Гц	50–60
Номинальный ток отключения выключателей, кА	20; 31,5; 40
Собственное время отключения выключателей, с, не более	0,015
Собственное время включения выключателей, с, не более	0,025
Время срабатывания пускового устройства, с, не более	0,025

Таблица 2

Основные характеристики теплового насоса

Номинальная тепловая мощность, кВт	52,0
Потребляемая электрическая мощность, кВт	9,2
Минимальный расход вторичного контура, л/ч	3600
Минимальный расход первичного контура, л/ч	9200
Максимальная температура подачи, °С	56
Температура на входе (первичный контур), °С	14
Допустимое избыточное давление (первичный контур), Бар	4
Допустимое избыточное давление (вторичный контур), Бар	4

8. Создание единых автоматизированных диспетчерских систем, предназначенных для дистанционного контроля и управления режимами работы электрооборудования.

9. Модернизация существующих систем АИИС КУЭ и адаптация их к требованиям оптового рынка электроэнергии, которые позволят Мосводоканалу стать полноправным субъектом рынка. Экономический эффект при этом может составить, по предварительным данным, до 250 млн. руб. в год.

Благодаря разработанным программам поэтапной реконструкции энергохозяйства за последние несколько лет удалось существенно обновить энергетическое хозяйство, дав вторую жизнь стратегически важным объектам.

Перспективным направлением экономии энергоресурсов является внедрение тепловых насосов, использующих тепло сточных вод для теплоснабжения объектов канализации, взамен тепла, получаемого по сильно изношенным теплосетям. В 2008 г. на канализационной насосной станции «Северное Бутово» был установлен тепловой насос Vicotal 300, использующий тепло сточных вод (+18°C) для отопления здания станции.

Ниже приведены основные характеристики теплового насоса Vicotal 300, тип WW 240 (табл. 2).

На КНС «Северное Бутово» установленный испаритель представляет собой трубчатый теплообменник, непосредственно погруженный в емкость, через которую про-

качивается сточная вода. Одной из важнейших составляющих надежного функционирования энергохозяйства является хорошо подготовленный персонал. В Мосводоканале уже много лет функционирует собственный учебный центр, в котором проходят обучение и повышение квалификации сотрудники по различным специальностям. С целью более углубленного изучения вопросов, касающихся производства оперативных переключений в действующих энергоустановках, а также для отработки действий персонала в аварийных ситуациях на базе центра смонтирован учебный полигон, где можно на высоковольтном и низковольтном оборудовании, применяемом на объектах Мосводоканала, смоделировать любую нештатную ситуацию, связанную с обслуживанием действующих электроустановок и локализацией аварий. Кроме того, специально разработанное программное обеспечение на базе действующих схем электроснабжения позволяет проводить тестирование персонала на знание последовательности организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность выполнения работ в электроустановках и, что немаловажно, видеть результат ошибочных действий.

Таким образом, Мосводоканал успешно реализует комплексную программу повышения устойчивости работы сооружений, в основе которой лежит реконструкция энергохозяйства с внедрением современных технологий и оборудования.



Материал подготовлен
редакцией журнала
E-mail: eakireeva@mail.ru;
info@fsk-ees.ru

УДК 621.3.06

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ

Аннотация. Значительная часть электрооборудования выработала свой ресурс. Тепловизионная диагностика является эффективным средством предупреждения аварий.

Ключевые слова: электрооборудование, срок службы, тепловизионная диагностика, перспективы.

Keywords: electrical equipment, service life, thermal imaging diagnostics, perspectives.

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

Тепловизионная диагностика и хроматографический анализ газов, растворенных в трансформаторном масле (ХАРГ), выполняемые в соответствии с методикой «Объем и нормы испытаний электрооборудования», позволяют выявить целый ряд различных дефектов высоковольтного электрооборудования (ЭО).

С 1997 г. тепловизионная диагностика введена в «Объем и нормы испытания электрооборудования» (РД. 34.45–51.300–97), и

<< 30

это дает возможность ее массового применения всеми энергосистемами. Применение тепловизионной диагностики основано на том, что наличие дефектов высоковольтного оборудования вызывает изменение температуры дефектных элементов и, как следствие, изменение интенсивности инфракрасного излучения, которое может быть зарегистрировано тепловизионными приборами.

Тепловизионная диагностика является одним из основных направлений развития системы технической диагностики, которая обеспечивает возможность контроля теплового состояния оборудования без вывода его из работы, выявления дефектов на ранней стадии развития, сокращения затрат на техническое обследование за счет прогнозирования сроков и объема ремонтных работ. Такая диагностика объективна, информативна, экономична и удобна.

Температура – самое универсальное отражение состояния электротехнического оборудования. Практически при всех «заболеваниях» оборудования изменение температуры является самым первым симптомом, указывающим нам на «болезнь». Температурные реакции на те или иные режимы работы в силу своей универсальности возникают на всех этапах эксплуатации электротехнического оборудования.

Инфракрасная диагностика – это наиболее перспективное и эффективное направление развития в диагностике электрооборудования, которое обладает рядом достоинств и преимуществ по сравнению с традиционными методами испытаний.

К ним относятся:

- достоверность, объективность и точность получаемых сведений;
- своевременность получения информации;
- безопасность персонала при проведении обследования оборудования;
- не требуется отключения оборудования;
- не требуется подготовки рабочего места;
- большой объем выполняемых работ за единицу времени (ориентировочно 50–60 трансформаторных подстанций напряжением 10/0,4 кВ за 2–3 рабочих дня;
- возможность определения дефектов на ранней стадии развития;
- диагностика всех типов подстанционного электрооборудования;
- малые трудозатраты на производство измерений на единицу оборудования.

Аварийные повреждения, часто сопровождающиеся разрушением оборудования, приводят к нарушению электроснабжения и большому экономическому ущербу у потреби-

Силовые выводы AC и DC разнесены друг от друга на поверхности корпуса, что облегчает проектирование DC-шины. Управляющие выводы расположены на центральной части корпуса, поэтому плату драйвера можно легко устанавливать прямо на модуль. Для защиты от короткого замыкания установлены вспомогательные выводы для транзисторов как верхнего, так и нижнего плеча. А также, для защиты по температуре встроен изолированный NTC-термистор.

Все модули New-MPD производятся без применения свинца и полностью соответствуют требованиям RoHS.

Новая серия IGBT-модулей New Mega Power Dual была официально представлена Mitsubishi Electric на международной выставке PCIM 2009, проходившей в мае 2009 г. в городе Нюрнберге, Германия. Первые образцы модулей на 1800 A/1700 В и 2500 A/1200 В будут доступны к концу 2009 года. После этого появятся также модули на 1100 A/1700 В и 1500 A/1200 В.

www.mitsubishichips.com

В МЭС ЮГА ВЫБИРАЮТ РАЦПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ

В начале ноября в филиале ОАО «ФСК ЕЭС» – Магистральные электрические сети (МЭС) Юга состоялось первое заседание Экспертного совета по оценке рационализаторских предложений. На Экспертном совете было рассмотрено 8 рацпредложений, из которых пять были рекомендованы для разработки подробных бизнес-планов. По 3 рацпредложениям были приняты решения об их внедрении на региональном уровне.

Проект по сбору и внедрению рационализаторских предложений «Инноватор» стартовал в ОАО «ФСК ЕЭС» с начала года. В проект во-

>> 49

теля. Поддержание необходимой степени надежности оборудования в процессе его эксплуатации обеспечивается системой технического обслуживания и ремонтов. Традиционные методы контроля оборудования в основном ориентированы на необходимость вывода оборудования из работы. В этом отношении тепловизионная диагностика позволяет производить оценку его теплового состояния в процессе работы и выявлять многие дефекты на ранней стадии их развития.

Инфракрасная диагностика проводится для выяснения теплового состояния разъединителей, трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН), разрядников и ограничителей перенапряжения (ОПН), конденсаторов связи, масляных и воздушных выключателей, ошиновки распределительных устройств (РУ), высоковольтных вводов силовых трансформаторов, систем охлаждения трансформаторов, электродвигателей, генераторов и др.

В данных исследованиях применялись тепловизоры фирмы Flir Systems (Швеция) типа P-60, Inframetrics-740 (США), фирмы NEC (США – Япония) типа TH9100ML/WL.

Тепловидение позволяет выявлять дефекты ЭО подстанций на самой ранней стадии развития, приблизительно за 8–12 месяцев до повреждения оборудования.

Эффективность применения тепловизионного обследования выражается не только в сэкономленных денежных средствах на ремонт дорогостоящего оборудования, но и в прибыли, получаемой от проведения тепловизионной диагностики электрооборудования. Размер сэкономленных денежных средств, необходимых на ремонт дорогостоящего оборудования, определить достоверно – трудно. Поэтому рассматривают эффективность как размер прибыли, которую может получить предприятие, проводя тепловизионную диагностику.

Полученные расчеты позволяют сделать вывод, что проводить тепловизионное обследование экономически целесообразно:

- ◀ при количестве обследованных объектов в день – больше 4;
- ◀ при сроке кредита на 36 месяцев;
- ◀ при цене за одно обследование больше 4000 руб.

По экспертным оценкам, этот вариант является наиболее привлекательным и реальным для осуществления.

Так, по данным ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Северо-Запада» (МРСК) в среднем износ линии электропередачи в регионе составляет 63,1%, износ подстанций – 76,9%. Все эти подстанции и линии требуют современных методов диагностики, в том числе и тепловизионной. Причем тепловизионная диагностика, как показывает опыт, должна проводиться два раза в год. Хотя нагрузка и далека от номинала, все равно выявляются дефекты, которые могут привести к тяжелым авариям и катастрофам. Если не проводить комплексную диагностику современными методами, в том числе и тепловизионную, аварий не избежать.

Таким образом, рынок для проведения тепловизионного обследования огромен. Эти работы востребованы.

В качестве примеров рассмотрено тепловизионное обследование электрооборудования подстанций:

- ◀ силового трансформатора 6/0,4 кВ, у которого обнаружен нагрев шин 0,4 кВ на вводе трансформатора. Дефект обычными испытаниями не прогнозируется, так как требуется вывод трансформатора в ремонт и разборка короба с шинами;
- ◀ силового трансформатора 10/0,4 кВ с аварийным нагревом шин на вводе 0,4 кВ. Температура нагрева 105°C на фазе А;
- ◀ измерительного трансформатора напряжения 6 кВ с аварийным нагревом бака ТН, перепад температуры 10,8°C.

Игнорирование результатов тепловизионной диагностики ТТ-110 кВ типа ТФЗМ-110Б-У1 привело к его повреждению.

На силовом трансформаторе типа ТДН-10000/110 произошел взрыв ввода 110 кВ с твердой изоляцией.

Таблица

Ориентировочная стоимость оборудования

Оборудование	Стоимость нового оборудования, 1 шт./руб.	Всего, руб.
Силовой трансформатор (СТ)	8 000 000	16 000 000
ТТ-1120	170 000	510 000
ТН-110	180 000	1 080 000
Ввод 110 кВ	180 000	720 000
ОПН-110	45 000	135 000
РВС	100 000	200 000
ТТ-10	6000	84 000
ТН-10	6000	66 000
Итого		18 795 000

При тепловизионном обследовании обнаружен повышенный нагрев ввода 110 кВ фазы «В» с твердой изоляцией. Эксплуатационный персонал не принял соответствующих организационных и технических мероприятий по предупреждению данного дефекта. Ввод взорвался, при этом повредив вводы фаз А и С.

В табл. приведена ориентировочная стоимость оборудования. Благодаря тепловизионному обследованию удалось предотвратить повреждение этого оборудования стоимостью 18 795 000 рублей.

Эти данные не полные, в таблицу не включена стоимость оборудования КТП, ТП-10/0,4 кВ.

ВЫВОДЫ

Значительная часть электрического оборудования подстанций выработала свой ресурс, но продолжает эксплуатироваться, так как на его замену требуются большие денежные затраты.

Перечисленные примеры показывают, что тепловизионная диагностика – эффективное средство предупреждения аварийных ситуаций.

Дефекты электрооборудования выявляются за 6–8 месяцев до их аварийного состояния, т.е. до взрыва оборудования.

Все выявленные тепловизионной диагностикой дефекты подтверждаются другими

методами диагностики, в частности хроматографическим анализом растворенных газов (ХАРГ) в масле, измерением интенсивности частичных разрядов (ЧР) в изоляции электрооборудования и др.

Тепловизионная диагностика электрооборудования является одним из основных направлений развития системы технической диагностики, которая обеспечивает возможность контроля теплового состояния оборудования без вывода их из работы, выявления дефектов на самой ранней стадии развития, сокращения затрат на техническое обследование за счет прогнозирования сроков и объемов ремонтных работ.





А.К. Вержбицкий,
инж., МГУП «Мосводоканал»
E-mail: aps@panor.ru

УДК 621.3.06

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПЕРВОГО ПОДЪЕМА ЗАПАДНОЙ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

Аннотация. Применение устройств плавного пуска высоковольтных синхронных двигателей повышает надежность электроснабжения насосной станции.

Ключевые слова: насосные агрегаты, плавный пуск, устройства SOLCON, срок службы, плавный останов, надежность.

Keywords: pump units, soft start, SOLCON devices, service life, soft stop, reliability.

Проект по установке устройства плавного пуска был разработан для реконструкции КРУ-6 кВ и для насосных агрегатов первого подъема Западной станции водоподготовки (ЗСВ).

Ввиду того что система электроснабжения имеет ограниченную мощность, пуск мощных двигателей сопровождается провалами напряжения на входных зажимах всех остальных потребителей. При этом длитель-

ность провалов напряжения достигает нескольких периодов, а глубина провалов нередко превышает 30%.

Большие пусковые токи, обуславливающие перегрев изоляции, сокращают срок ее службы. Исходя из этого было принято решение об установке устройства плавного пуска (УПП) для высоковольтных синхронных электродвигателей насосных агрегатов первого подъема ЗСВ.

Было выбрано УПП типа SOLCON, обеспечивающее пуск электродвигателей при величине пусковых токов на уровне $I_{ном}$, полностью устраняющее ударные динамические моменты и исключающее провалы напряжения.

Для увеличения надежности электроснабжения насосной станции первого подъема Западной станции водоподготовки и устранения провалов напряжения при пуске насосных агрегатов установлены два устройства плавного пуска типа SOLCON. Первое УПП – для запуска двигателей Д7-Д10, а второе УПП – соответственно для двигателей Д11-Д15. Установлено также 25 камер типа NEXIMA производства Шнейдер-Электрик и 9 камер типа SOLCON.

Возможны три режима управления при плавном пуске:

- ◀ МУ – местный режим прямого пуска без УПП;
- ◀ ДУ – дистанционный режим, который, в свою очередь, делится на дистанционный пуск двигателя при помощи прямого пуска без УПП и дистанционный пуск двигателя при помощи УПП;
- ◀ АУ – автоматический; каскадный пуск выбранных двигателей с управлением от контроллера.

Для пуска двигателей в автоматическом режиме используется шкаф контроллеров, в котором установлены два контроллера Modicon Premium: первый – для управления двигателями Д7-Д10, а второй – для управления двигателями Д11-Д15.

Что касается сети напряжением 6 кВ, то ее защита и автоматика строятся на серии микропроцессорных устройств типа Sepam 40, позволяющих реализовать различные функции защиты:

- ◀ максимальную токовую и от замыканий на землю с регулируемым временем возврата, с переключением групп активных уставок и логической селективностью;
- ◀ от замыканий на землю; нечувствительную к току включения трансформаторов;
- ◀ тепловую, учитывающую внешнюю рабочую температуру и работу вентиляции;

- ◀ направленную от замыканий на землю;
- ◀ направленную с коррекцией по напряжению;

- ◀ по напряжению и частоте.

Устройство УПП позволяет фиксировать три типа следующей диагностики:

- ◀ диагностику сети и машины (ток отключения, пять последних отключений, коэффициент небаланса, запись осциллограмм аварийных режимов);
- ◀ диагностику коммутационного аппарата (значение токов отключения, контроль цепи отключения, время работы);
- ◀ диагностику устройств защиты и их дополнительных модулей (постоянное самотестирование, отслеживание готовности).

Дополнительные сервисные функции устройств: измерения; запись повреждений; статистика событий; аппаратный контроль; обмен данными по линии связи; встроенные часы и календарь.

В каждой ячейке предусмотрены ключи местного управления выключателями, ключи блокировки дистанционного управления. Положение всех заземляющих ножей, автоматов трансформаторов напряжения (ТН) и автоматов цепей управления заводится на устройства защит для передачи данных по цифровому интерфейсу на диспетчерский пункт.

Для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и предотвращения аварий при оперативных переключениях с разъединителями и заземляющими ножами в дополнение к механическим блокировкам, выполненным в ячейках, предусмотрена электромагнитная блокировка.

Выполнение основных функций управления, измерения и сигнализации предусмотрено через АСУ на диспетчерском пункте.

Устройства плавного пуска предназначены для жестких условий эксплуатации и включают в себя (рис. 1):

- ◀ тиристорное устройство плавного пуска, высоковольтную и низковольтную части;
- ◀ коммутационную аппаратуру;
- ◀ низковольтный модуль управления.

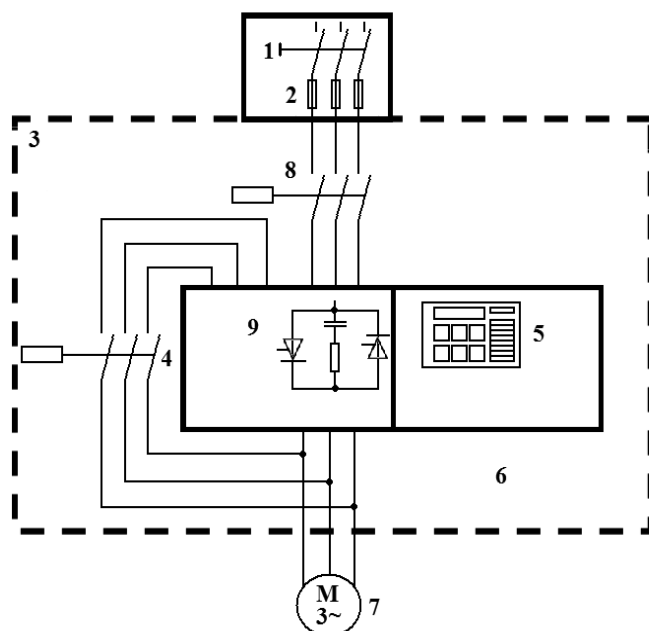


Рис. 1. Плавный пуск с ограничением напряжения:
 1 – общий выключатель; 2 – силовые предохранители;
 3 – мягкий пускатель; 4 – контактор байпаса;
 5 – низковольтная ячейка; 6 – высоковольтная ячейка;
 7 – трехфазный электродвигатель; 8 – линейный контактор;
 9 – тиристорное устройство

При главном пуске с ограничением напряжения начальное напряжение устанавливается от 40% до 50% U_c сетевого напряжения (с возможностью увеличения до 80% U_c).

регулировка начального напряжения определяет величину начального пускового тока и начальные механические нагрузки. Высокое заданное начальное значение напряжения может вызвать большие первоначальные механические нагрузки и значительный пусковой ток. Низкое заданное значение напряжения может привести к продолжительной паузе, прежде чем вал мотора начнет вращаться. В общем случае, заданное значение должно обеспечить начало вращения вала мотора сразу же после сигнала на пуск (рис. 2).

Ограничение пускового тока контролируется во время пуска.

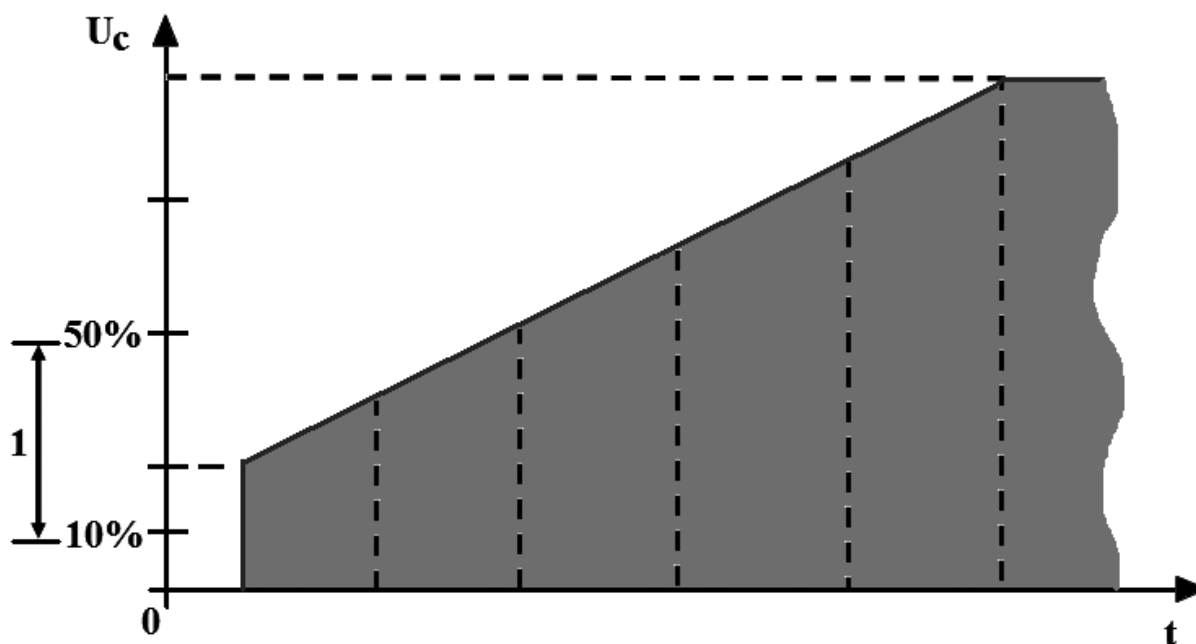


Рис. 2. Изменение сетевого напряжения во времени:
 1 – диапазон изменения начального напряжения

<< 43

влечены сотрудники всех филиалов Федеральной сетевой компании, а также дочерних обществ – ОАО «ЦИУС ЕЭС» и ОАО «Электросетьсервис ЕНЭС».

Все предложенные сотрудниками компаний рационализаторские предложения регистрируются в специализированной информационной системе и проходят внутреннюю экспертную оценку наиболее квалифицированными специалистами компании. Затем рацпредложения поступают на площадку электронных торгов, где обладающие достаточным профессиональным опытом и знаниями сотрудники борются за право разрабатывать наиболее интересные и перспективные из представленных идей. Победители торгов формируют инновационные команды для совместной разработки проектов внедрения отобранных рацпредложений. При этом в команду может войти любой сотрудник компании, независимо от региона, в котором он работает. Решения о внедрении идей принимаются на Экспертных советах по оценке рацпредложений. Электронные торги и заседания Экспертных советов проводятся ежемесячно, а рацпредложения поступают на них постоянно.

С момента старта проекта в федеральной сетевой компании было подано более 5000 рацпредложений, из них 300 поступило от сотрудников МЭС Юга. Больше половины из представленных идей направлено на технологическое усовершенствование работы магистральных сетевых объектов. Остальные касаются управления человеческими ресурсами, информационными технологиями и телекоммуникациями, взаимодействия с клиентами и других вопросов.

Лидером по количеству поданных рацпредложений среди сотрудников федеральной сетевой компании

>> 54

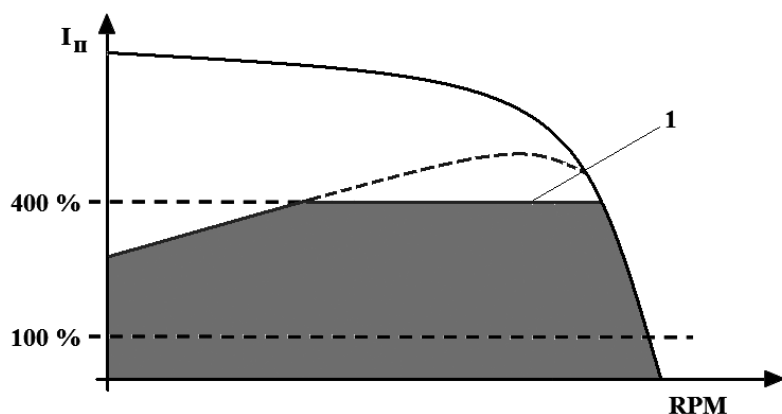


Рис. 3. Изменение пускового тока I_p :

1 – линия ограничения

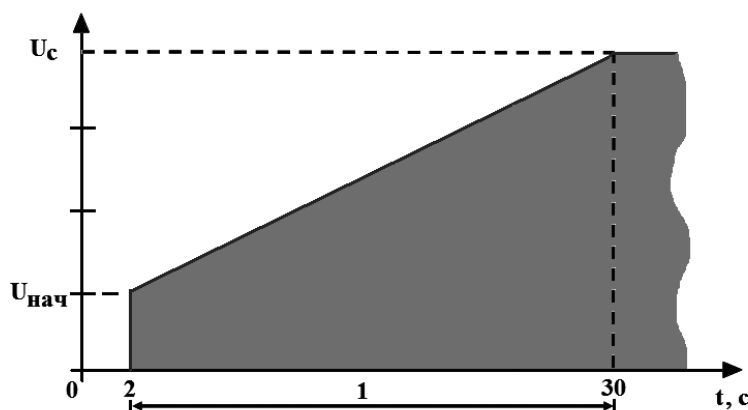


Рис. 4. График нарастания напряжения при плавном пуске электродвигателя:

1 – диапазон нарастания напряжения во времени

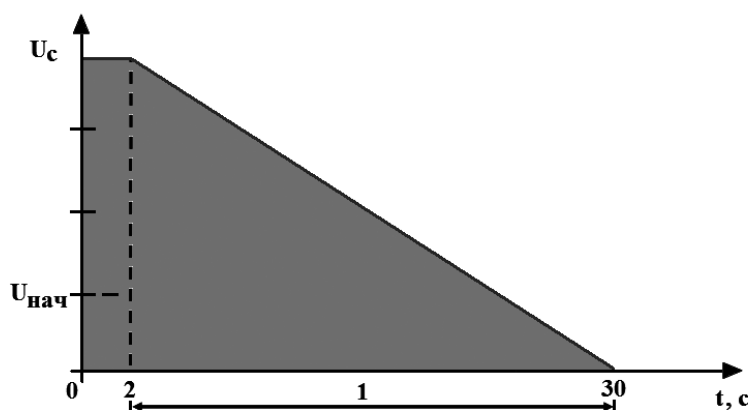


Рис. 5. Изменение напряжения при плавном останове:

1 – диапазон времени спада напряжения

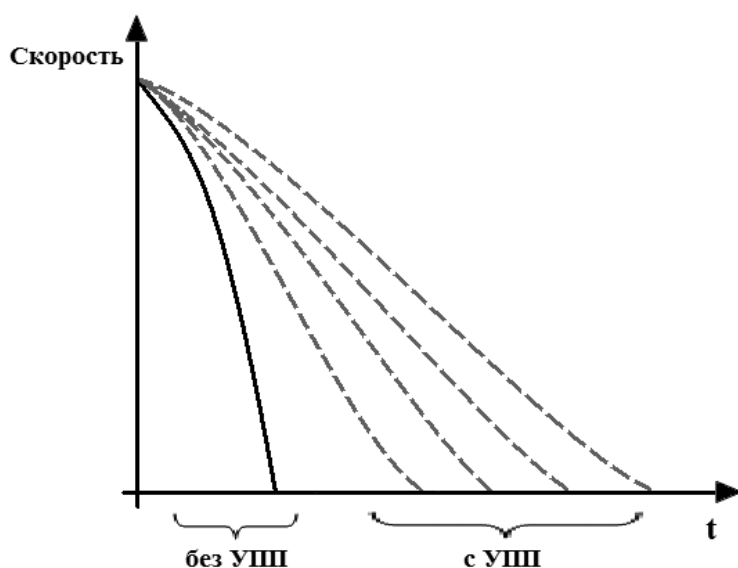


Рис. 6. Изменение скорости электродвигателя во времени при наличии УПП и без УПП

Пусковой ток устанавливается от 100% до 400% номинального тока (с возможностью увеличения его до 500%). Высокое заданное значение тока может привести к большему потреблению тока от сети питания и больше-



му ускорению разгона. Низкое заданное значение тока может помешать электрическому двигателю завершить процесс разгона до номинальной скорости. В общем случае необходимо задавать такое значение, чтобы гарантированно предотвратить срыв. Ограничение по току не действует во время режима постоянной работы электродвигателя и плавного останова (рис. 3).

Время нарастания напряжения на двигателе контролируется от начального до полного напряжения сети в пределах 1–30 с (с возможностью увеличения до 90 с). Обычно рекомендуется выставлять значение времени разгона, равное минимально допустимому значению, т. е. порядка

5 с (рис. 4).

Заземление (плавный стоп) применяется для контролируемого останова при работе с нагрузкой с силой трения или противодействия. Контролируется время падения напряжения на клеммах двигателя, которое регулируется в пределах от 1 до 30 с (с возможностью увеличения до 90 с), что препятствует возможности появления гидравлического удара (рис. 5).

Изменение скорости электродвигателя при наличии УПП и без него показано на рис. 6.

Таким образом, можно заключить, что УПП играет важную роль при работе электродвигателей с большими токами пуска и имеет следующие преимущества:

- снижает пусковой ток, уменьшает падение напряжения и провалы напряжения в сети;
- плавное ускорение привода исключает вредные воздействия на оборудование и сам процесс;
- увеличивает срок службы механических элементов двигателя;
- защищает привод.

Э.А. Киреева,
канд. техн. наук, МЭИ (ТУ);
Е.В. Трофимова,
инж., МГУП МВК
E-mail: eakireeva@mail.ru



УДК 621.3.05

НОВЫЙ ПОДХОД К РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ЛЮБЕРЕЦКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

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

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

Keywords: repair, electrical equipment, scheduled maintenance system, purifying plants, diagnostic means, resource recovery.

Основными задачами энергетической службы предприятия являются:

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

Ежегодно на ремонт электрооборудования расходуются огромные средства, ре-

монтными работами занят достаточно большой штат сотрудников. Поэтому важно повышать экономичность ремонтного производства.

Ремонт машин и других элементов основных фондов является необходимым производственным процессом с современной техникой. На Люберецких очистных сооружениях (ЛОС) поддержание оборудования в работоспособном состоянии, восстановление его важных характеристик, улучшение эксплуатационных качеств, повышение экономической эффективности его ис-

пользования достигается при помощи системы планово-предупредительных ремонтов (ППР).

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

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

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

В статье рассмотрены некоторые аспекты текущего ремонта электрооборудования.

Как известно, текущий ремонт – это разновидность планового ремонта, осуществляемого в процессе эксплуатации для обеспечения исправности и работоспособности оборудования (сетей) до очередного ремонта и состоящего в замене или восстановлении изношенных деталей, узлов (участков сети), регулировке механизмов, проведении профилактических мероприятий, устранение отдельных неисправностей.

Согласно плану ППР, например, в цехе обработки осадка (ЦОО) Люберецких очистных сооружений в апреле 2009 г. из имеющего-

ся в наличии электрооборудования текущему ремонту подлежало следующее оборудование (табл. 1).

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

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

2. Содержание работ при текущем ремонте электрических машин. Это все операции технического обслуживания.

Например для электродвигателей асинхронных с короткозамкнутым ротором:

- ◀ частичная разборка электродвигателя;
- ◀ проверка исправности работы и крепления вентиляторов;
- ◀ проточка шеек вала ротора и ремонт «беличьей клетки» (при необходимости);
- ◀ проверка зазоров;
- ◀ смена фланцевых прокладок и закладка смазки в подшипники качения;
- ◀ замена изношенных подшипников качения;
- ◀ промывка подшипников скольжения и при необходимости их перезаливка;
- ◀ восстановление заточек у щитов электродвигателя;

Таблица 1

Оборудование ЦОО, подлежащее текущему ремонту

Наименование оборудования	Трудозатраты, чел/час
Станок наждачный ТШ-1, эл. двигатель, Р = 0,27 кВт, 1400 об./мин.	28,51
Насос ФНГ 450/22,5, эл. двигатель А250S4УЗ, Р = 75 кВт, 1410 об./мин.	69,6
Насос дренажный СДВ 80/18, эл. двигатель АИРМ132М4, Р = 7,5 кВт, 1420 об./мин.	37,7
Метантенки 1 гр, мешалка SKABA, эл. двигатель FAF127eD132, Р = 75 кВт, 1450 об./мин.	37,7
Метантенки 2 гр, инжектор, эл. двигатель 4ФХСБОУЗ, Р = 1,3 кВт, 1450 об./мин.	28,51
Скрубберная насосная станция – насос №3 ФНГ, 450/22,5, эл. двигатель 4АМ280S6УЗ, Р = 75 кВт, 980 об./мин.	69,6
Скрубберная насосная станция – электротельфер грузоподъемностью 1 т, Р = 0,3 кВт	28,51

- ◀ сборка электродвигателя с испытанием на холостом ходу и в рабочем режиме;

- ◀ проверка крепления машины и исправности заземления.

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

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

Поэтому, применяя новые методы подхода к ремонту энергетического оборудования, можно решить ряд проблем, диктуемых современными условиями. Так, внедрены в эксплуатацию приборы, позволяющие производить диагностические обследования оборудования во включенном состоянии.

К ним относятся следующие;

1. Thermopoint 2/3/6 – прибор для бесконтактного измерения температуры (пирометр). Так как измерение производится бесконтактным методом, можно контролиро-

вать горячие, вредные и труднодоступные объекты, не подвергаясь опасности, не загрязняя контролируемый материал, не повреждая поверхность объекта. Прибор можно применять для технического обслуживания электрооборудования, систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха промышленных установок. Различные модели пирометра, обеспечивающие точные измерения температур в интервалах от –18 до 400°C, от –32 до 400°C, от –20 до 500°C, оснащены дополнительными функциями. Все модели отличаются прочной и надежной конструкцией;

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

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

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

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

Использование приборов диагностики электрооборудования позволяет:

- ◀ оценивать общее состояние электрооборудования;

- ◀ своевременно локализовывать местные дефекты и, таким образом, предупреждать аварийные ситуации, связанные с большим экономическим ущербом;

- ◀ прогнозировать ресурс и нагрузочную способность электрооборудования;

<< 49

стал Николай Иванов, заместитель директора Ростовского предприятия МЭС Юга. За семь месяцев участия в проекте он подал 82 рацпредложения. Еще 171 предложение усовершенствовано с его участием. Инновационные предложения Николая Иванкова направлены на внедрение новых технических подходов к работе оборудования, совершенствование системы взаимоотношений с администрациями регионов при строительстве новых электросетевых объектов и выполнении технологических присоединений потребителей к электрическим сетям, внесение изменений в регламент установления охранных зон высоковольтных линий.

На первом Экспертном совете, прошедшем в МЭС Юга в начале ноября, было рассмотрено 8 рацпредложений, внедрение которых позволит добиться оптимального использования материальных и человеческих ресурсов. Большой интерес у членов Экспертного совета вызвал разрабатываемый инженером связи Кубанского предприятия МЭС Юга Андреем Соболевым проект, направленный на внедрение автоматического коммутатора входящих вызовов. А внедрение проекта Дмитрия Акулова, инженера-программиста Ставропольского предприятия МЭС Юга, призвано оптимизировать условия труда оперативного персонала за счет более рационального использования современных средств связи.

Защита бизнес-планов по внедрению разрабатываемых сотрудниками идей состоится на очередном заседании Экспертно-го совета филиала. Наиболее значимые предложения, достойные реализации в масштабах Единой национальной электрической сети, будут рассматриваться на Экспертном совете ФСК в январе будущего года.

4. Индикатор дефектов трехфазных обмоток ИДО-4;
5. Индикатор дефектов подшипников электрических машин ИДП-02.

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

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

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

Контролируемый параметр – интенсивность вибрации подшипников.

Контролируемый диапазон частот, Гц:

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

6. «Агат» – универсальный виброизмерительный прибор, позволяющий проводить измерение общего уровня вибрации, амплитуды/фазы первой гармоники, выполнять спектральный анализ вибросигналов и их форм.

Имеется возможность диагностики подшипников качения методом измерения пик-фактора и анализа спектра и формы огибающей вибросигнала. Прибор позволяет получить одно- и двухканальные характеристики (разгон/выбег) по первой гармонике от оборотного сигнала. Прибор



Таблица 2

Технические характеристики прибора ИДО-05

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

незаменим при отладке оборудования после ремонта.

Программное обеспечение подобных приборов позволяет быстро устранять возникающие дефекты. На Люберецких очистных сооружениях в эксплуатации находятся диагностические приборы ИДО-05, ИДП-02, «Агат-М», «Успех АТГ-209», которым с точки зрения эксплуатации можно дать соответствующую оценку.

Достоинствами этих приборов являются:

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

Однако применение системы диагностирования этими приборами имеет ряд недостатков:

- ◀ необходимы большие капитальные затраты на приобретение приборов диагностики, а главное – на систему обработки данных и программное обеспечение;
- ◀ низкая надежность некоторых приборов диагностики и их узкая номенклатура.

Так, индикаторы, эксплуатирующиеся на ЛСА, могут выдавать ложную информацию;

◀ высокие затраты на обслуживание приборов диагностики и их поверку. Например, в 2009 г. по договору на техническое обслуживание индикаторов, находящихся на турбовоздуходувках в количестве 6 шт., было перечислено исполнителю почти 418 000 руб.

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

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

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

Таблица 3

Технические характеристики анализатора параметров вибрации АГАТ-М

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

обмоток относительно корпуса машины и между обмотками.

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

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

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

Для контроля и анализа вибрации газоперекачивающих агрегатов, нефтяных насосов и другого оборудования, установлен-

ного во взрывоопасных помещениях категорий В-1а, В-1б В-1г, прибор может поставляться во взрывозащищенном исполнении с уровнем взрывозащиты «Повышенная надежность»; маркировка взрывозащиты – 2ExnLICT4X.

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

г) УСПЕХ АТГ-209 – комплект трассопоисковый, предназначен для определения местоположения и глубины залегания скрытых коммуникаций (силовые и сигнальные кабели, трубопроводы) на глубине до 5 м и удалении до 3 км от места подключения ге-

Таблица 4

Технические характеристики индикатора ИДП-02

Параметры	Значение
Контролируемый параметр	Интенсивность вибрации подшипника
Контролируемый диапазон частот, Гц:	
– при оценке износа дорожек и тел качения	500–1200
– при оценке режима смазывания тел качения	8000–8500
Динамический диапазон, дБ	80±2
Индикация	Световая
Питание	Автономное
Напряжение питания, В	7,2±2 (6 элементов Д-0,26Д)
Потребляемая мощность, Вт	Не более 0,5
Габаритны, мм	220×80×50
Масса, кг	Не более 0,8
Рабочее положение	Произвольное
Средний полный ресурс, ч	Не менее 60000
Средний полный срок службы, лет	Не менее 12
Нормальные климатические условия:	
– температура окружающего воздуха, °С	Плюс 25±10
– относительная влажность воздуха, %	45–80

нератора, определения мест повреждения кабельных линий, обследования участков местности перед проведением земляных работ, проведения работ по поиску скрытой проводки, а также для обнаружения мест разгерметизации трубопроводов на глубине до 6 м.

Комплект обнаруживает кабели под напряжением пассивным методом, определяет места положения обесточенных силовых кабелей, кабелей телеметрии, связи и трубопроводов активным методом, а также обнаруживает утечки жидкостей, теплоносителей, находящихся под слоем грунта в канальной и безканальной прокладке.

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

Таким образом, используя современные диагностические средства, позволяющие

проводить контроль электрооборудования, можно определить фактическое его состояние и тем самым решить вопросы, связанные с выводом этого оборудования в ремонт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

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

Структура текста

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

Название статьи и УДК

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Профессиональные праздники и памятные даты

1 января



Новый год. В России после введения христианства начинали летоисчисление с марта или со Дня святой Пасхи, а со времени правления Иоанна III — с 1 сентября. Но 15 декабря 1699 г. Петр I решил все календарные неудобства, огласив указ о праздновании Нового года по-европейски, со дня Рождества Богочеловека — 1 января. В этом же указе предписывалось украшать улицы и поздравлять всех с Новым годом «в знак веселия». Так праздник был навсегда закреплен в российском календаре.



Всемирный день мира. Праздник был установлен главой католической церкви, Римским Папой Павлом VI 8 декабря 1967 г. «Прости и ты обретешь мир» — таков главный лозунг «Дня всемирных молитв о мире».

7 января



Рождество Христово. В нашей стране церковь в начале XX века не перешла на новый григорианский календарь, вследствие чего Рождество отмечается в России на 13 дней позже, чем в большинстве стран Европы. В нынешнее время, после 70 лет забвения, православный праздник вновь приобрел у россиян большую популярность.

11 января



День заповедников и национальных парков. В этот день в 1916 г. в России был образован первый государственный заповедник — Баргузинский. Дата отмечается с 1997 г. по инициативе Центра охраны дикой природы и Всемирного фонда дикой природы. Сегодня в нашей стране насчитывается 100 заповедников общей площадью более 33 млн гектаров и 35 национальных парков.



Всемирный день «спасибо». Праздник, появившийся по инициативе ООН и ЮНЕСКО, имеет общемировое значение, поскольку отмечают его вне зависимости от гражданства и религиозных убеждений. В России слово «спасибо» образовалось от фразы «Спаси Бог». Так на Руси испокон веков выражали благодарность.

12 января



День работника прокуратуры Российской Федерации. 12 января 1722 г. указом Петра I при Сенате был впервые учрежден пост генерал-прокурора. Официально день стал отмечаться после Указа Президента России от 29 декабря 1995 г. Самыми важными в работе прокуратуры были и остаются надзор за соблюдением прав и свобод человека, защита законных интересов государства.

13 января



День российской печати. Именно в этот день в 1703 г. в России по указу Петра I вышел в свет номер первой российской газеты «Ведомости». В советское время День печати отмечали 5 мая, приурочив его к появлению газеты «Правда». Справедливость была восстановлена в 1992 г., когда указ Президента РФ вернул празднику историческую дату — 13 января.

14 января



Старый Новый год. Редкий исторический феномен: дополнительный праздник, который получился в результате смены летоисчисления в 1918 г. С тех пор россияне по традиции встречают Новый год и по старому стилю. А в древнерусском календаре этот день был посвящен Василию Великому и назывался Васильев день. Он считался очень важным в плане влияния на весь последующий год.

Поздравим друзей и нужных людей!

19 января



Крещение Господне. Крещение, или Богоявление отмечается православной церковью по новому стилю. Установление праздника относится еще ко временам апостолов. Древнее название праздника — «Епифания» (явление), или «Теофания» (Богоявление). Слово «крещу» означает по-гречески «погружаю в воду».

21 января



Международный день объятий. Истоки праздника лежат в студенческой среде западноевропейской молодежи. Согласно традиции молодого праздника, заключать в дружеские объятия в этот день можно даже незнакомых людей. Психологи считают, что обнимающиеся люди испытывают чувство безопасности, комфорта и любви.



День инженерных войск. 21 января 1701 г. был издан указ Петра I о создании в Москве «Школы пушкарского приказа», в которой готовили офицеров артиллерии и военных инженеров. С учетом исторических традиций и вклада инженерных войск в развитие оборонного потенциала страны Указом Президента РФ от 18 сентября 1996 г. и был установлен профессиональный праздник.

25 января



День студентов (Татьянин день). Именно в День святой Татианы, 12 января 1755 г., императрица Елизавета Петровна подписала указ «Об учреждении Московского университета». А согласно указу Николая I день стал праздничным и стал отмечаться всеми студентами страны. Учащаяся братия устраивает веселые гулянья, не забывая о традиционной медовухе.



День штурмана ВМФ. 25 января 1701 г. Петр I издал указ о создании в Москве Школы математических и навигацких наук. Этот день и является датой основания штурманской службы российского флота. Праздничный статус день приобрел с 1997 г. в соответствии с приказом главнокомандующего ВМФ России.

26 января



Международный день таможенника. 26 января 1953 г. в Брюсселе состоялась первая сессия Совета таможенного сотрудничества. Именно этот день был избран в качестве международного профессионального праздника. Всемирная таможенная организация объединяет 162 государства.

27 января



День снятия блокады города Ленинграда. В 1944 г. советские войска полностью сняли длившуюся почти 900 дней фашистскую блокаду города на Неве. Тем самым завершился самый страшный период в истории Северной столицы, когда от голода и холода в городе умерли более 600 тыс. жителей. Памятный день отмечается в соответствии с Федеральным законом от 13 марта 1995 г. «О днях воинской славы России».



Международный день памяти жертв Холокоста. В этот день в 1945 г. советские войска освободили концентрационный лагерь Освенцим (Польша). День установлен Генеральной Ассамблеей ООН 1 ноября 2005 г. и служит назидательным напоминанием о массовом уничтожении евреев и других варварских преступлениях нацизма.

31 января



День рождения русской водки. 31 января 1865 г. в Петербурге Дмитрий Менделеев защитил свою знаменитую докторскую диссертацию «О соединении спирта с водою». И хотя водка появилась задолго до рождения знаменитого ученого, эта научная работа стала «официальной основой» классического русского напитка крепостью в 40 градусов.

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
Агентства «Роспечать»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ

на

журнал

84817

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочная КАРТОЧКА

на

журнал

84817

(индекс издания)

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Стоимость подписки

передплатовки

руб.

коп.

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

(наименование издания)

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

(наименование издания)

Стоимость подписки

передплатовки

руб.

коп.

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 (передпресовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией
об оплате стоимости подписки (передпресовки).

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

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

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передпресовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией
об оплате стоимости подписки (передпресовки).

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

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

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

полугодие
2010

Выгодное предложение!

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

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

Почтовый адрес: 125040, Москва, а/я 1

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

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

ПОЛУЧАТЕЛЬ:

ООО Издательство «Профессиональная Литература»

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

БАНК ПОЛУЧАТЕЛЯ:

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

СЧЕТ № 1ЖК2010 от « ____ » _____ 2009

Покупатель:

Расчетный счет №:

Адрес:

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

Генеральный директор

Главный бухгалтер



Генеральный директор

К.А. Москаленко

Главный бухгалтер

Л.В. Москаленко

ВНИМАНИЮ БУХГАЛТЕРИИ!

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

НДС НЕ ВЗИМАЕТСЯ (УПРОЩЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ).

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

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

ОПЛАТА ДАННОГО СЧЕТА-ОФЕРТЫ (СТ. 432 ГК РФ) СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ЗАКЛЮЧЕНИИ СДЕЛКИ 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 №				Дата	Вид платежа
Сумма прописью					
ИНН		КПП		Сумма	
Платательщик				Сч.№	
				БИК	
Банк Плательщика Сбербанк России ОАО, г. Москва				Сч.№	
				БИК	044525225
Банк Получателя ИНН 7718766370 КПП 771801001				Сч.№	30101810400000000225
				Сч.№	40702810438180001886
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**