

ПОДПИСКА



2010

II 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) 211-5418, 749-2164, 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 телефонам (495) 211-5418, 250-7524. На правах рекламы

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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал входит в Перечень ВАК
в редакции от 19.02.2010 г.

**«Электрооборудование:
эксплуатация и ремонт»**

№ 6/2010

Журнал зарегистрирован
Министерством Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ №77-17876 от 08 апреля 2004 г.

ISSN 2074-9635

© ИД «Панорама»

Издательство «Совпромиздат»

<http://www.panor.ru>

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

Главный редактор издательства

А.П. Шкирмонтов

канд. техн. наук

e-mail: aps@panor.ru

тел. (495) 945-32-28

Главный редактор

Э.А. Киреева,

канд. техн. наук, проф.

e-mail: eakireeva@mail.ru

Редакционный совет:

С.И. Гамазин,

д-р техн. наук, проф. МЭИ (ТУ),

А.Б. Кувалдин,

д-р техн. наук, проф. МЭИ (ТУ),

М.С. Ершов,

д-р техн. наук, проф.

Российского государственного

университета нефти и газа

им. И.М. Губкина, чл.-корр.

Академии электротехнических наук,

Б.В. Жилин,

д-р техн. наук, проф. Новомосковского

института Российского

химико-технологического университета

им. Д.И. Менделеева

С.А. Цырук,

канд. техн. наук, проф. Московского

энергетического института (ТУ),

заведующий кафедрой электроснабжения

промышленных предприятий

Предложения и замечания:

promizdat@panor.ru

тел.: (495) 945-32-28

Журнал распространяется

по подписке во всех отделениях

связи РФ по каталогам:

Агентство «Роспечать» –

индекс **84817,**

каталог Российской прессы

«Почта России», индекс **12532,**

а также с помощью

подписки в редакции:

e-mail: podpiska@panor.ru

тел.: (495) 250-75-24

СОДЕРЖАНИЕ

С.В. Серебрянников

Московский энергетический институт

(технический университет) 1930–2010 гг. 5

Из истории Московского энергетического института

(технического университета) 7

НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ 10

РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 620.98

Г.Ф. Быстрицкий, Е.А. Хлебникова

Автономные электрогенераторные

установки средней и малой мощности 13

Аннотация. Рассмотрены автономные электрогенераторные установки (паро-турбинные, газовые микротурбинные, газопоршневые, дизельные, бензиновые)

Ключевые слова: электрогенераторная установка, виды и типы, параметры, характеристики.

УДК 621.3.05

Солнечные источники энергии 27

Аннотация. Дан анализ развития энергоснабжения в РФ на основе возобновляемых источников энергии. Представлены некоторые разработки солнечных коллекторов.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечное теплоснабжение, солнечные коллекторы.

ПРИБОРЫ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

УДК 620.3.05

Плавкие предохранители вместо

автоматических выключателей 30

УДК 620.1.08

Современные приборы учета. Концерн ЭНЕРГОМЕРА 33

Аннотация. Российские производители приборов учета электроэнергии считают, что совершенные электронные счетчики наиболее перспективные по сравнению с индукционными.

Ключевые слова: индукционные и электронные счетчики электроэнергии

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 621.31

Д.А. Благодаров, Ю.М. Сафонов, А.Я. Микитченко

Энергосберегающие электроприводы экскаваторов 35

Аннотация. Показаны особенности работы приводов горных машин.

Разработаны математические модели электротехнических комплексов для исследования режимов энергосбережения.

Ключевые слова: экскаватор, буровая установка, математическая модель, энергосбережение.

УДК 628.1.2.3

С.В. Храменков

Энергоэффективные проекты водного

хозяйства города Москвы 39

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ №5/2010

Аннотация. Проанализированы основные направления деятельности предприятия и выявлены резервы экономии энергоресурсов.

Ключевые слова: экономия электроэнергии, питьевая вода, парниковый эффект, мини-ТЭС, биогаз, экология.

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

УДК 620.98

А.В. Рагуткин

Особенности функционирования ИБП при внешнем коротком замыкании 43

Аннотация. Приведена классификация режимов работы ИБП с точки зрения защиты при косвенном прикосновении. Даны особенности функционирования ИБП при внешнем КЗ и перегрузке.

Ключевые слова: ИБП, внешнее КЗ, перегрузка, функционирование.

ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 621.3.06

И.Г. Буре, И.М. Хевсуриани, Д.Р. Нурмеева

Анализ работы фильтрующих и компенсирующих устройств в распределительной сети 47

Аннотация. Очень часто в системах электроснабжения одновременно приходится решать две задачи: компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник тока и напряжения. В цеховых промышленных сетях для компенсации реактивной мощности устанавливают, как правило, конденсаторные батареи, а для снижения высших гармоник применяют силовые фильтры. Использование силовых фильтров и конденсаторных батарей в одной цеховой сети может привести к возникновению резонанса. Проводимые исследования направлены на решение задачи обнаружения допустимой области значений параметров фильтров и конденсаторных батарей, в которой возможно избежать резонанса.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, высшие гармоники, силовой гибридный фильтр, явление резонанса.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

УДК 620.98

А.С. Анучин, Ф.А. Силаев

Блок регулирования напряжения для автономной системы электроснабжения пассажирских вагонов поездов дальнего следования 55

Аннотация. В статье рассмотрены принципы построения современной системы автономного электроснабжения пассажирских вагонов дальнего следования с блоком регулирования напряжения. Дается краткое описание алгоритмов системы управления. Детально рассмотрен синтез и построение системы двухконтурного регулирования мощного DCDC-преобразователя. Приведены осциллограммы работы устройства.

Ключевые слова: автономное электроснабжение, аккумуляторная батарея, железнодорожный транспорт, ток возбуждения, транзистор, CANopen, DCDC-преобразователь.

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА

УДК 621.3.06

Современное электрооборудование предлагает группа «Электрощит» (г. Самара) 65



«ELECTRICAL EQUIPMENT: EXPLOITATION AND REPAIR» # 6, 2010

**Moscow power-engineering institute
(technical university) 1930–2010 5**

**From the history of Moscow power-engineering
institute (technical university)..... 6**

NEWS IN POWER-ENGINEERING..... 10

MARKET AND PERSPECTIVES

**Medium and small power stand
alone power generating plants 13**

*Lead: an article considers stand alone power generating plants
(steam turbine, gas micro turbine, gas piston, diesel, gasoline)*

*Key words: power generating plant, types and versions,
parameters, characteristics.*

Solar energy sources..... 27

*Lead: An article states analysis of development of energy
supply in the Russian Federation on the basis of renewable
energy sources. It presents some developments of solar
collecting panel.*

*Key words: renewable energy sources, solar heat supply, solar
collecting panels.*

DEVICES AND ELECTRICAL EQUIPMENT

Fuses instead automatic circuit-breakers 30

Modern accounting devices.

Group of companies ENERGOMERA 33

*Lead: Russian manufacturers of energy accounting meters
think that advanced electronic meters are more perspective
comparing to inductive ones.*

Key words: inductive and electronic energy meters.

ENERGY SAVING

Energy saving electrical drives of excavators.... 35

*Lead: An article shows peculiarities of operation of drives of
mining machines. Mathematical models of electrotechnical
complexes for investigation of modes of energy saving were
developed.*

*Key words: excavator, drilling installation, mathematical model,
energy saving.*

**Energy-efficient projects of water
services of Moscow 39**

*Lead: An article analyses basic directions of activity of the
enterprise and determines reserves of economy of energy
resources.*

*Key words: economy of electrical energy, drinking water,
greenhouse effect, mini TPP, biogas, ecology.*

PROBLEMS AND SOLUTIONS

**Peculiarities of functioning of UPS
with external short circuit..... 43**

*Lead: An article states classification of modes of operation
of UPS from the point of view of protection during indirect
contact. An article states peculiarities of functioning of UPS
during external short circuit and overload.*

Key words: UPS, external short circuit, overload, functioning.

SHARING EXPERIENCE

**Analysis of operation of filtering and
compensating devices in distribution network... 47**

*Lead: Very often two tasks should be solved simultaneously in
the systems of energy supply: compensation of reactive power
and filtration of high current and voltage harmonics. Capacitor
banks are as a rule installed in shop industrial networks
for reactive power compensation and power filters are used
for reduction of high harmonics. Usage of power filters and
capacitor banks in one shop network can cause occurrence
of resonance. Investigations are directed towards solution of
task of detection of acceptable range of values of filters' and
capacitor banks' parameters in which it is possible to avoid
resonance.*

*Key words: reactive power compensation, high harmonics,
power hybrid filter, resonance condition.*

EXPLOITATION AND REPAIR

**Voltage control block for stand alone
energy supply system of passenger
wagons of long-distance train 55**

*Lead: An article considers principles of creation of the modern
system of stand alone energy supply of passenger wagons of
long-distance train with the voltage control block. An article
states brief description of algorithms of control system.
Synthesis and creation of the system of double regulation of
powerful DCDC-converter is examined in detail. An article states
oscillograms of device's operation.*

*Key words: stand alone energy supply, accumulator, railway
transport, exciting current, transistor, CANopen, DCDC-converter.*

ELECTRICIAN'S REFERENCE BOOK

**Modern electrical equipment is suggested
by the group «Electroshield» (Samara) 65**

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) 1930–2010 ГГ.

С.В. Серебрянников,
профессор, д-р техн.
наук, ректор МЭИ (ТУ), г. Москва



Московский энергетический институт (технический университет) организован в 1930 году на базе ряда кафедр и факультетов Московского высшего технического училища имени Н.Э. Баумана и Института народного хозяйства имени Г.В. Плеханова. За годы своего существования МЭИ превратился в крупнейший системообразующий вуз, имеющий статус государственного технического университета. В стенах МЭИ в разные периоды работали выдающиеся ученые: нобелевские лауреаты А.Д. Сахаров и П.А. Черенков, академики К.А. Андрианов, А.Ф. Богомолов, С.И. Вавилов, В.А. Кириллин, В.А. Котельников, основатель московской электротехнической школы К.А. Круг и многие другие. Начиная с 1930-х годов и по нынешний день МЭИ подготовил свыше 190 тысяч инженеров для нашей страны. Среди известных в настоящее время выпускников МЭИ: губернатор Калининградской области Г.В. Боос, руководитель Федерального агентства по информаци-

онным технологиям генерал армии В.Г. Матюхин, руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Б.П. Симонов, заместитель мэра Москвы в правительстве Москвы С.Л. Байдаков, ученые, руководители крупных энергетических компаний, политические деятели, представители бизнеса и финансов.

В 1940 году за успехи в деле подготовки высококвалифицированных инженерно-технических и научных кадров МЭИ был награжден орденом Ленина. В 1964 году комсомольская организация МЭИ награждена медалью «За освоение целинных земель». В 1980 году за заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства и развития отечественной науки МЭИ был награжден орденом Октябрьской Революции.

С 1946 года МЭИ ведет подготовку иностранных студентов и аспирантов. Московский энергетический институт награжден государственными наградами ГДР, Болгарии, ЧССР, Вьетнама и Польши. МЭИ – член Международной ассоциации университетов. В настоящее время в университете обучается 800 студентов из 57 стран мира. В разные годы МЭИ окончили Премьер Государственного совета Китая Ли Пэн и Президент Румынии Ион Илиеску, министры энергетики и руководители крупных энергетических компаний многих стран мира.

В структуре Московского энергетического института (технического университета) уникальный учебно-производственный объект – единственная в системе российского высшего образования учебно-экспериментальная ТЭЦ, Опытный завод, Научно-техническая библиотека – одна из крупнейших среди библиотек технических вузов, Инновационно-технологический центр, Наноцентр и Центр коллективного пользования по водородной энергетике, Издательство, Информационно-вычислительный центр, Дом культуры, современная физкультурно-спортивная база со стадионом, легкоатлетическим манежем и плавательным бассейном, спортивные лагеря в Подмосковье и Крыму.

Развиваясь в основном в Москве, МЭИ помогал становлению высшего образования в других регионах страны. В 1961 году были созданы филиалы МЭИ в г. Чебоксары и в г. Смоленске, в 1968 году – открыт филиал в г. Казани. Филиал МЭИ в г. Чебоксары в 1967 году преобразован в Чувашский государственный университет, а Казанский филиал в 1999 году – в Казанский государственный энергетический университет. В 1995 году открыт новый филиал в г. Волжском (Волгоградская область), в 2010 г. в состав МЭИ на правах филиала вошел Конаковский энергетический колледж.

В настоящее время в составе МЭИ девять институтов: Институт энергомашиностроения и механики; Институт тепловой и атомной энергетики; Институт проблем энергетической эффективности; Институт электротехники; Институт электроэнергетики; Институт автоматики и вычислительной техники; Институт радиотехники и электроники; Институт технологий, экономики и предпринимательства; Гуманитарно-прикладной институт, а также 3 центра подготовки: Российско-германский институт бизнеса и промышленной автоматики «МЭИ-Фесто»; Институт безопасности бизнеса; Институт лингвистики.

МЭИ всегда славился глубокими и результативными научными исследованиями. Сегодня научно-исследовательская часть МЭИ включает научное управление, 59 научно-исследовательских отделов, 2 научно-исследовательские лаборатории, 9 научно-ис-

следовательских центров, в том числе – Наноцентр, Научный парк МЭИ, Российско-Китайский технопарк «Дружба», студенческое конструкторское бюро, а также научно-производственный центр «Опытный завод МЭИ».

Высокий научный потенциал университета и его современная материальная база обеспечивают проведение на самом высоком уровне исследований по федеральным научно-техническим программам, а также программам Министерства образования и науки РФ, Министерства энергетики РФ, различных российских и международных фондов (РФФИ, РГНФ и др.), международным программам (INTAS, TACIS и т. п.). Проводятся НИР по хозяйственным договорам с многими российскими и зарубежными партнерами в энергетической и других отраслях промышленности. Важнейшим направлением научных работ МЭИ в последние годы стала инновационная деятельность. Ежегодно МЭИ становится обладателем около 30 патентов, выполняет научно-исследовательские работы более чем на 500 млн рублей.

Сегодня в МЭИ в Москве обучается более 14 тысяч студентов, около 700 аспирантов и докторантов. Учебный и научный процессы обеспечивают 2300 преподавателей и научных сотрудников, среди которых 340 докторов наук и 1025 кандидатов наук. Подготовка бакалавров, специалистов и магистров ведется более чем по 60 направлениям и специальностям.

За годы существования МЭИ в нем работало 48 академиков и членов-корреспондентов АН СССР и РАН, около 70 заслуженных деятелей науки России (РСФСР), нобелевские лауреаты, более 120 лауреатов Ленинской премии, Государственной премии, премий Президента и Правительства России.

В разные годы МЭИ возглавляли: д-р техн. наук, профессор В.А. Голубцова (1943–1952 гг.), д-р техн. наук, профессор М.Г. Чиликин (1952–1976 гг.), член-корр. АН СССР В.А. Григорьев (1976–1985 гг.), д-р техн. наук, профессор И.Н. Орлов (1985–1990 гг.), член-корр. РАН Е.В. Амелистов (1990–2005 гг.).

С 1992 года МЭИ – базовый вуз Учебно-методического объединения (УМО) высших

учебных заведений России по образованию в области энергетики и электротехники. В настоящее время в УМО представлены более 280 образовательных учреждений высшего профессионального образования. Учебно-методическая работа проводится по пяти направлениям подготовки и 31 специальности.

Партнерами МЭИ стали более 80 зарубежных университетов, в том числе такие всемир-

но известные компании, как ABB, Siemens, Schneider Electric, National Instruments, EPRI, Skoda, Samsung и другие, многие из них организовали на базе МЭИ совместные учебные и научные центры. Традиции МЭИ были и остаются той основой, благодаря которой наш вуз считается одним из ведущих в России. В рейтинге технических университетов он неизменно в числе первых.

ИЗ ИСТОРИИ МОСКОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА (технического университета)

Московский энергетический институт (технический университет) организован в 1930 году на базе ряда кафедр и факультетов Московского высшего технического училища имени Н.Э. Баумана и Института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова.

20 марта 1930 года ВСНХ СССР был издан приказ об образовании Высшего энергетического училища, которое впоследствии было переименовано в Московский энергетический институт (МЭИ). В 1934 году было принято решение о выделении средств на строительство корпуса «А» будущего главного здания МЭИ по Красноказарменной улице, дом № 17. Решение о строительстве главного корпуса МЭИ было принято председателем ВСНХ Г.К. Орджоникидзе по инициативе сотрудников МЭИ и профессора К.А. Круга (1873–1952 гг.), первого директора ВЭИ, члена комиссии ГОЭЛРО, заведующего кафедрой «Основы электротехники» МЭИ.

Дом № 14 по Красноказарменной улице был построен еще до войны: в 1929 году были воздвигнуты корпуса «И», «Ж» и «К». В октябре 1941 года, когда немцы подошли к Москве, по решению правительства началась эвакуация студентов и сотрудников МЭИ в Лениногорск (Казахстан). Во время войны дом

№ 14 принадлежал штабу партизанских отрядов, в нем находилась школа разведчиков и радистов. В 1943 году во время работы директора В.А. Голубцовой здание было передано МЭИ для размещения в нем служб администрации, Дома культуры, учебных и чертежных аудиторий. В 1954–59 гг. были достроены корпуса «З» и «Л».

Автором проекта и первым архитектором учебного корпуса МЭИ по улице Красноказарменная, дом № 17 становится архитектор М.М. Чураков (1881–1939). Однако в связи с тяжелой экономической ситуацией в стране к 1940 году был возведен только корпус «А». В 1943 году директором МЭИ становится В.А. Голубцова. В короткое время она добилась необходимых средств и материалов для строительства главного корпуса МЭИ. Под авторским надзором архитектора А.К. Росковского с октября 1945 года силами строительного батальона РККА при активном участии студентов и преподавателей МЭИ было продолжено строительство корпусов «Б», «В» и «Г». К 1953 году был введен в эксплуатацию последний корпус «Д» главного здания, полностью завершена отделка фасадов.

Корпус «Е» МЭИ, находящийся на улице Красноказарменная, дом № 13, он же лабораторный

корпус, он же «Бастилия», является бывшим зданием ВЭИ 1929–1932 гг. постройки. Проектирование здания велось в МГТУ им. Баумана на факультете промышленного строительства под руководством профессора А.В. Кузнецова. Авторы проекта: братья В.Я. Мовчан и Г.Я. Мовчан, А.С. Фисенко, И.С. Николаев, Л.Н. Мейльман.

Распоряжением правительства Москвы от 25.12.2008 г. это здание было отнесено к объектам культурного наследия народов РФ регионального значения.

Крупным событием в жизни института стало сооружение и пуск в 1950 году уникальной учебной теплоэлектроцентрали (ТЭЦ МЭИ). Проект предусматривал ее триединое назначение: обучение студентов, техническое обеспечение научно-исследовательских работ, выработка тепловой и электрической энергии. Строительство ТЭЦ МЭИ было начато в конце 40-х годов, а первый турбоагрегат был пущен 25 ноября 1950 года. Среди основателей нашей электростанции были люди, имена которых широко известны, В.А. Голубцова, М.Г. Чиликин, Л.В. Щегляев, Л.И. Керцелли, П.П. Елизаров, Т.Х. Моргулова.

Уже с 1952 года проводилась планомерная замена оборудования на более мощное, современное. В турбинном цехе в 1963 году вместо турбины фирмы Эшер-Висс установлена турбина П-4-35/5, а в 1973 году на месте турбины Сименс-Шуккерт смонтирована турбина типа П-6-35/5. В котельном цехе в 1975 году котел фирмы «Ле Монт» был заменен на более мощный котел ВМ-35РФ. До настоящего времени в котельном отделении работали два паровых котла и специальный парогенератор, имитирующий работу реактора АЭС.

Ошибочно авторство проекта лабораторного корпуса МЭИ часто приписывалось известному французскому архитектору Ле Корбюзье, так как здесь были использованы те же технические решения, что и в здании Центросоюза, спроектированного знаменитым французом годом ранее, патерностер и башня с винтообразным пандусом.

Здание сильно пострадало во время войны, были выбиты все окна, разрушена система водопровода, отопления и канализации. После войны стараниями директора МЭИ В.А. Голубцовой лабораторный корпус был передан МЭИ,

полностью восстановлен и подготовлен для обучения студентов. Последняя реконструкция здания была проведена в 1988 году.

Опытный завод МЭИ ведет свою историю от производственно-экспериментальных мастерских Московского энергетического института (ПЭМ МЭИ), образованных в 1946 году для изготовления и ремонта учебного и лабораторного оборудования кафедр института.

В июне 1959 на базе ПЭМ МЭИ создается Опытный завод, на котором разрабатываются радиоэлектронные ракетные системы, системы спутниковой космической связи и многие другие научные программы освоения космоса, что сделало ОПЗ МЭИ в 60–80 гг. прошлого века одним из ведущих отечественных производителей ракетно-космической радиоэлектроники и радиотехнических систем.

МЭИ обладает уникальным спортивным комплексом, которым может гордиться. Спорткомплекс МЭИ – это стадион «Энергия» с легкоатлетическими дорожками, футбольным полем и полем для мини-футбола, физкультурные корпуса, 6 спортивных залов, залы для занятий в секциях, 14 спортивных площадок, теннисные корты, плавательный бассейн, лыжная база, тир. В 1957 году на стадионе «Энергия» под руководством архитектора Д.А. Чинтулова было построено красивое здание спортивного манежа. Стадион «Энергия» был передан МЭИ в 1974 году Московским городским Советом профсоюзов.

Здание Дома культуры (ДК) МЭИ было построено в 1953 году. До этого времени все культурные мероприятия проводились в корпусе «И». В апреле 1959 года на сцене ДК МЭИ открылся первый в России Клуб Самодеятельной Песни (КСП). Так именно в МЭИ возникла традиция Московских конкурсов студенческой песни.

За почти 60-летнюю работу ДК МЭИ на его сцене выступали Алексей Баталов и Нона Мордюкова, Юрий Гагарин и Юрий Соломин, Никита Моисеев и Евгений Примаков, пели Юрий Визбор, Александр Градский, Андрей Макаревич, Александр Башлачев, Владимир Высоцкий, многие известнейшие рок-, панк- и поп-группы.

В ДК МЭИ работал в течение многих лет Агиттеатр – лауреат премии Ленинского комсомола, продолжают работать по настоящее вре-

мя Танцевально-спортивный клуб МЭИ и Клуб ученых МЭИ, коллективы-ветераны Ансамбль народных инструментов МЭИ и Ансамбль скрипачей, есть своя сильная команда КВН, великолепный хор. Ежегодно в ДК МЭИ проводятся конкурсы, получившие большую популярность у молодежи: «Мисс МЭИ», «Рок-фестиваль», «Алуштинские вечера», разнообразные факультетские вечера.

Поликлиника МЭИ была образована в 1936 году и первоначально функционировала на территории студгородка (корпус № 6). С 1 января 1954 года поликлиника была переведена во вновь построенное здание по улице Лефортовский вал, дом № 7, где и находится в настоящее время.

Сейчас поликлиника МЭИ – это современное лечебно-профилактическое учреждение, имеющее в своем составе терапевтическое, стоматологическое, рентгенологическое и физиотерапевтическое отделения, кабинеты врачей-специалистов, компьютерный диагностический

центр, центр лазерной терапии, санаторий-профилакторий для студентов на 110 мест.

В 1930 г. группой архитекторов в составе Б.В. Гладкова, Б.П. Блохина, А.М. Зальцмана проектируются здания общежитий по улице Энергетическая, дома №№ 6, 8, 10, 14.

Изначально комплекс общежития состоял из двух пар четырехэтажных корпусов, выполненных в стиле конструктивизма, два корпуса для холостых студентов и два н-образных корпуса для семейных студентов и аспирантов, выстроенных по типовому проекту. В 1951–52 гг. два корпуса № 6 были объединены в один и надстроены двумя этажами. Фасады надстроек и соединительного корпуса украшены декоративными карнизами и наличниками, характерными для московской архитектуры середины прошлого века. Примерно в это же время в 1955 году были сданы в эксплуатацию здания общежитий по улице Энергетической, дома № 16 и 18. В 1981–1984 гг. были построены общежития на 1-й улице Синичкина.

ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» и ОАО «ФСК ЕЭС» заключили стратегическое соглашение о сотрудничестве

ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» и ОАО «ФСК ЕЭС» подписали соглашение об обеспечении взаимовыгодного сотрудничества, направленного на эффективную и безаварийную эксплуатацию продукции предприятий Холдинговой компании «ЭЛЕКТРОЗАВОД» на объектах Единой национальной электрической сети. Соглашение подписано сроком на 5 лет с возможной пролонгацией на более длительный срок.

Соглашением устанавливается приоритетный порядок выполнения заказов Федеральной сетевой компании на поставку, а также обслуживание и ремонт трансформаторного и иного оборудования марки «ЭЛЕКТРОЗАВОД». ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» берет на себя обязательство по формированию специальных ценовых предложений для ОАО «ФСК ЕЭС», при этом гарантируя срок службы энергетического оборудования не менее 30 лет.

В соответствии с условиями соглашения ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД» обязуется обеспечивать высокий уровень гарантийного и сервисного обслуживания, держать аварийный запас поставляемого оборудования, проводить обучение персонала ФСК по вопросам его эксплуатации. Кроме того, соглашением предусмотрен оперативный информационный обмен для предупреждения, возникновения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах электросетевого комплекса.

Со своей стороны ОАО «ФСК ЕЭС» готово приобретать изготавливаемое предприятиями Холдинговой компании «ЭЛЕКТРОЗАВОД» электрооборудование на конкурентной основе в соответствии с принятыми в компании правилами организации закупочной деятельности. Федеральная сетевая компания будет также рассматривать возможность участия в разработке программ развития отечественных изготовителей оборудования, направленных на модернизацию и техническое перевооружение производства, развитие научной базы.

Объединение усилий Федеральной сетевой компании и крупнейшего российского производителя электрооборудования позволит повысить надежность энергоснабжения на всей территории Российской Федерации.

ТУРБИНЫ ДЛЯ КУРГАНСКОЙ ТЭЦ-2 ПРОШЛИ ИСПЫТАНИЯ НА ЗАВОДЕ В ПРАГЕ

На заводе компании CKD NOVE ENERGO в Праге (Чехия) проведены основные контрольные испытания компрессоров газовых турбин строящейся Курганской ТЭЦ-2. В ближайшее время компрессоры будут отгружены на площадку строительства ТЭЦ. Как сообщили в пресс-службе компании ООО «Интертехэлектро-Новая Генерация», компрессоры предназначены для повышения давления газа при подаче его в газовую турбину. На Курганской ТЭЦ-2 будут установлены три центробежных компрессора типа 4RSA22. Их производительность составляет 29 тыс. куб. м/час. В настоящее время все компрессоры готовятся к отгрузке на площадку строительства станции.

Напомним, что в середине февраля на Курганской ТЭЦ-2 начат монтаж основного оборудования. На фундамент установлена первая паровая турбина с редуктором. Паровые турбины для первого энергоблока Курганской ТЭЦ-2 были отгружены с завода компании Siemens в Брно и доставлены в порт Санкт-Петербурга морским путем через Любек. На площадку строительства ТЭЦ турбины, масса которых составляет 80 т, транспортировались по железной дороге.

Отметим, что курганская ТЭЦ-2 будет состоять из двух энергоблоков мощностью 111 МВт каждый. В состав каждого энергоблока входят газовая турбина PG 6111FA 76 МВт производства компании General Electric, паровая теплофикационная турбина SST-400 35 МВт производства компании Siemens и паровой котел-утилизатор. Установленная электрическая мощность ТЭЦ составляет 222 МВт, тепловая мощность – 250 Гкал/час.

Накануне

КИЕВ ХОЧЕТ ПОМЕНИТЬ ДЕШЕВЫЙ РОССИЙСКИЙ ГАЗ НА УСТУПКИ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Украина в обмен на снижение цены на российский газ может среди прочего отказаться от сотрудничества в атомной энергетике с американской фирмой «Вестингауз». Об этом рассказал украинской газете «Сегодня» источник в правительстве Николая Азарова.

По словам источника, украинские предложения будут заключаться, в частности, в совмест-

ном с Россией строительстве на Украине двух новых ядерных реакторов типа ВВЭР российского производства и в отказе Украины от сотрудничества в атомной энергетике с «Вестингауз», которое развивал экс-президент Виктор Ющенко. Также будут увеличены поставки российской нефти в Европу, в том числе и по нефтепроводу Одесса–Броды (в реверсном режиме, как сейчас), и российской электроэнергии через Украину в Европу. «На этих условиях газ может поставляться нам дешевле, но точная цена пока неизвестна. От консорциума по эксплуатации украинской ГТС не отказались, но этот вопрос уже не главный – его отложили на потом», – цитирует источник газета.

Представитель БЮТ Александр Гудыма подтвердил изданию эту информацию, добавив, что считает неправильным привязку к российскому атому в обмен на дешевый газ. «Необходима диверсификация – на три ВВЭР должен быть хотя бы один реактор западной конструкции», – заявил он. При этом Гудыма не ожидает быстрого прорыва в вопросах о снижении цены на газ: «Снижать цены выгодно лишь Украине. А России зачем?»

С 1 апреля российский газ для Украины подорожал с 305 до 330 долл. США. Отметим, что при этом стоимость для промышленности, ЖКХ и населения не повышается и все убытки, таким образом, ложатся на НАК «Нафтогаз Украины». Накануне премьер-министр Украины Николай Азаров заявил: «Очевидно, что по цене на газ 330 долл. США за тысячу кубов химпром остановится, а горно-металлургическая отрасль будет работать с минусовой рентабельностью. Соответственно, не будет и бюджетных поступлений. Кроме того, при цене на голубое топливо в 330 долл. США НАК «Нафтогаз»,отягощенный предыдущими долгами, будет иметь кассовый разрыв почти в 60 млрд грн (около 8 млрд долл. США)».

Regnum

АВСТРАЛИЯ ПРЕКРАТИТ ПОСТАВКУ УРАНА ИНДИИ

Крупнейший в мире поставщик урановой руды Австралия отказывается поставлять это сырье Индии, которая переживает нехватку урана для своих АЭС.

«Мы постоянно говорили и четко заявили Индии, что мы из-за нашей политики не можем

осуществлять поставки в страны, не подписавшие договор о нераспространении», – заявил австралийский министр торговли Саймон Крин.

Индия и Австралия после сложных переговоров в 2007 году договорились о поставках австралийского урана для индийских АЭС после снятия с Индии санкций Группы ядерных поставщиков (ГЯП) и достижения двустороннего соглашения. В 2008 году санкции ГФП с Индии были сняты, но в Австралии сменилось правительство. Новые власти заявили о строгой приверженности режиму нераспространения ядерного оружия, требуя присоединения Индии к Договору о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО).

Индия не приемлет этот вариант, так как считает договор дискриминационным. Параллельно Дели стремится обеспечить поставки топлива для своих АЭС из других стран. После снятия санкций Индия договорилась о поставках ядерного топлива для атомной энергетики с рядом стран, в том числе и с Россией.

РИА «Новости»

СЕВЕРОДВИНСКАЯ ТЭЦ-2 БУДЕТ ПЕРЕВЕДЕНА С МАЗУТНОГО ТОПЛИВА НА ГАЗ

В администрации г. Северодвинска состоялись общественные слушания по переводу местной ТЭЦ-2 с мазутного топлива на газ.

Представляя проект реконструкции станции, главный инженер Архангельского управления ОАО «ТГК-2» Александр Лобанов подчеркнул, что его реализация позволит снизить темпы роста тарифов на тепловую и электрическую энергию, а также значительно уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу. Для города корабелов, где экологическая обстановка достаточно сложная, положительное решение этой проблемы имеет важное значение. В самой компании тоже заинтересованы в успешной реализации проекта, так как повышается конкурентоспособность СТЭЦ-2 на рынке электрической энергии.

«Перевод Северодвинской ТЭЦ-2 с проектного топлива мазута на сжигание природного газа осуществляется в рамках общей инвестиционной программы ТГК-2, рассчитанной до 2015 года, – сказал Александр Лобанов. – Строительно-монтажные работы на станции начнутся в начале 3-го квартала, а пуск первого котлоагрегата, работающего на газе, намечен на октябрь 2010 г.

До конца текущего года на «голубое топливо» должны перевести и котлоагрегаты № 2 и 3».

В 2011–2012 годах на сжигание природного газа на второй Северодвинской ТЭЦ планируется также перевести котлоагрегат № 4 и все четыре водогрейных котла. Однако, как заметил Александр Лобанов, запасы мазута, тем не менее, на станции останутся, но в качестве резервного топлива. Стоимость проекта по переводу СТЭЦ-2 на газ составит более 400 млн руб. Финансирование работ будет вестись за счет привлеченных средств.

В ФИЛИАЛЕ ОАО «МРСК ВОЛГИ» – «ОРЕНБУРГЭНЕРГО» РАЗРАБОТАНА ПРОГРАММА МАСШТАБНОЙ РЕНОВАЦИИ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Она предполагает замену оборудования, отработавшего нормативный срок эксплуатации, в ближайшие 10 лет.

В программу реновации включены подстанции от 35 до 110 кВ, трансформаторные и распределительные пункты напряжением 0,4–10 кВ, воздушные и кабельные линии электропередачи всех классов напряжения.

На строящихся в рамках программы объектах будут использоваться современное оборудование с применением интеграционных решений и элементов инновационных технологий: микропроцессорные релейные защиты, самонесущий изолированный провод, цифровые высокочастотные каналы связи.

Программа состоит из трех этапов: проектно-изыскательские, строительно-монтажные и пусконаладочные работы по всем видам оборудования. При согласовании программы специалисты смогут приступить к проектно-изыскательским работам уже в четвертом квартале 2010 года.

Мероприятия по реновации филиала ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго» разработаны с целью повышения качества услуг по передаче электроэнергии в распределительных электросетях, снижения операционных затрат. Программа оренбургских энергетиков – это часть программы обновления объектов распределительного электросетевого комплекса ОАО «Холдинг МРСК», которая рассчитана до 2020 года и оценивается в 2 трлн 850 млрд руб.

ИА INFOLine

ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ ОАО «ГРУППА Е4» ПРИНЯЛА УЧАСТИЕ В ИСПЫТАНИЯХ РОТОРА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ SIEMENS AG, КОТОРЫЕ ПРОВОДИЛИСЬ В ГЕРМАНСКОМ ГОРОДЕ МЮЛЬХАЙМ-НА-РУРЕ

Компания ведет проект по строительству Няганской ГРЭС, принадлежащей ОАО «Фортум». Планируется, что электростанция станет крупнейшим энергоэнергетическим объектом региона и будет обслуживать в том числе ведущие предприятия нефтегазовой отрасли страны. Газовую, паровую турбины и электрогенератор для нее поставит ведущая компания «Сименс». Испытания части оборудования прошли в Германии в середине декабря за отсутствием технической возможности такого масштаба в России.

Аппарат, на котором тестировался 56-тонный ротор для Няганской ГРЭС, может раскручивать вращающееся энергетическое оборудование до 6,9 метров в диаметре, до 18 метров в длину и массой до 340 тонн.

Основными испытываемыми параметрами стали проверка на скорость вращения, максимально 3600 оборотов в минуту, и проверка на вибрацию. Раскрутка проводилась в условиях вакуума с целью свести к минимуму аэродинамическое сопротивление воздуха.

Как сообщает ОАО «Группа Е4», результаты теста занесены в акт испытаний, который будет включен в техническую документацию на паровую турбину Няганской ГРЭС.

Advis. ru

ОАО «АВИАДВИГАТЕЛЬ» СДАЛО В ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ ГТЭС-16ПА

В марте 2010 года началась промышленная эксплуатация газотурбинной электростанции ГТЭС-16ПА в составе ТЭЦ-13 г. Перми. Модернизация пермской ТЭЦ дивизиона КЭС-ХОЛДИНГА «Генерация Урала» проведена в рамках инвестпроекта «Гранат».

ГТЭС-16ПА призвана обеспечить бесперебойную работу ТЭЦ, которая осуществляет электроснабжение крупнейшего в России производителя кабельно-проводниковой продукции ОАО «Камкабель» и централизованную подачу тепла в расположенный рядом крупный жилой микрорайон Гайва.

ГТЭС-16ПА – это первая действующая газотурбинная электростанция разработки ОАО «Авиадвигатель» в данном классе мощности. При проектировании электростанции были реализованы передовые технологии и учтен богатый опыт, накопленный при создании и эксплуатации газовых турбин промышленного назначения.

В конструкции ГТЭС-16ПА использована газотурбинная установка ГТЭ-16ПА с двигателем ПС-90ЭУ-16А, совместно разработанным с давним партнером пермского КБ – известной двигателестроительной фирмой «Pratt&Whitney» – на базе газогенератора современного авиационного двигателя ПС-90А.

Главным конструктивным отличием ПС-90ЭУ-16А от разработанных ранее КБ двигателей промышленного назначения является четырехступенчатая силовая турбина с номинальной частотой вращения 3000 об/мин. Применение такой конструкции дает возможность отказаться от использования дорогостоящего редуктора, снизить тем самым эксплуатационные затраты заказчика и повысить надежность всей газотурбинной установки в целом.

Необходимо отметить, что ГТЭС-16ПА выполнена в традиционной для пермских моторостроителей блочно-модульной конструкции.

Это значит, что оборудование и системы электростанции размещены по функциональному назначению в отдельных блоках контейнерного типа.

Такой подход позволяет существенно уменьшить время и затраты на транспортировку, сборку, монтаж и ввод в эксплуатацию объекта.

Для уменьшения капитальных затрат на строительство ГТЭС-16ПА спроектирована из условия уличного размещения.

Монтаж блоков электростанции выполнен на открытой площадке на подготовленный фундамент.

В настоящее время в Перми ведется изготовление аналогичной газотурбинной электростанции, которая будет установлена в будущем году в составе ГТУ-ТЭЦ в Сибее – промышленном центре и основном транспортном узле Зауралья Башкортостана.

ОАО «Авиадвигатель»

УДК 620.98

АВТОНОМНЫЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ СРЕДНЕЙ И МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Г.Ф. Быстрицкий, канд. техн. наук, проф., МЭИ (ТУ)

Е.А. Хлебникова, инж, МЭИ (ТУ)

E-mail: eakireeva@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены автономные электрогенераторные установки (паротурбинные, газовые микротурбинные, газопоршневые, дизельные, бензиновые).

Ключевые слова: электрогенераторная установка, виды и типы, параметры, характеристики.

Lead: an article considers stand alone power generating plants (steam turbine, gas micro turbine, gas piston, diesel, gasoline).

Keywords: power generating plant, types and versions, parameters, characteristics.

В связи с постоянным ростом цен на электроэнергию и необходимостью иметь аварийное электроснабжение многие предприятия, производящие и использующие водяной пар на технологические нужды и отопление, переходят на самостоятельное ее производство. Осуществляется это с помощью блочных паровых турбогенераторов с противодавленческой турбиной для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, а также с помощью газопоршневых, микротурбинных газовых, дизельных и бензиновых агрегатов.

1. ПАРОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ (ТГУ)

Основная масса производственных и производственно-отопительных котельных промышленных и муниципальных предприятий оборудована паровыми котлами насыщенного и слабоперегретого пара на давление 1,4 МПа производительностью 10–25 т/ч.

Использование турбоагрегата в собственной котельной позволяет:

- значительно сократить количество закупаемой у предприятий РАО «ЕЭС России» электроэнергии, вплоть до полного самообеспечения;
- уменьшить величину заявленной мощности;
- полнее компенсировать реактивную мощность своих электроустановок, используя синхронный генератор турбоагрегата.

Принципиальная схема ТГУ в котельной показана на рис. 1.

Ниже приводятся краткие технические описания и характеристики ТГУ, выпускаемых ОАО «КТЗ» (Калужский турбинный завод), см. табл. 1.

Устанавливаемые на нулевой отметке здания котельной блочные турбогенераторы, предназначены для выработки электроэнергии

с дальнейшим использованием отработавшего в установке пара для технологических и отопительных нужд. Конструктивно установки выполнены в виде компактных блоков 100% заводской готовности, состоящих из противодавленной турбины, электрического генератора и редуктора, размещенных вместе со вспомогательным оборудованием на общей раме – маслобака, и отдельно устанавливаемого оборудования.

Особый интерес вызывает винтовая уникальная паровая турбогенераторная установка ЗАО «Эко-Энергетика» ПВМ. Прогрессивность

идеи винтовых машин заключается в неизменно направленном (вращательном) движении рабочих органов машины. Отсутствие в паровой винтовой машине (ПВМ) деталей, совершающих возвратно-поступательное движение, позволяет использовать высокие скорости вращения ротора, что обеспечивает получение относительно высокой производительности при небольших габаритах, что в свою очередь предопределяет большую экономию в весе и размерах. ПВМ показана на рис. 2.

В табл. 2 представлены технические характеристики базовых моделей ПВМ.

Таблица 1

Технические характеристики турбогенераторов (основной ряд)

Номинальные характеристики	Обозначение ТГУ		
	ТГ 0,5А/0,4 Р13/3,7	ТГ 0,6А/0,4 Р12/3,7	ТГ 0,7А/0,4 Р13/2
Мощность, кВт	500	600	750
Частота вращения, об/мин.			
Ротора турбины	8000	8000	8000
Ротора генератора	1500	1500	1500
Параметры трехфазного тока			
Напряжение, В	400	400	400
Частота, Гц	50	50	50
Давление сухого насыщенного пара перед турбиной, МПа	1,3 (1,0–1,4)	1,2 (1,0–1,4)	1,3 (1,0–1,4)
Температура свежего пара, °С	$t_s^* - 250$	$t_s^* - 250$	$t_s^* - 250$
Абсолютное давление пара за турбиной, МПа	0,37 (0,3–0,5)	0,37 (0,3–0,5)	0,2 (0,15–0,3)
Расход пара, т/ч	13,2	16,5	14,3
Параметры охлаждающей воды			
Температура, °С	25 (4–32)	25 (4–32)	25 (4–32)
Расход, м³/ч	10 (10–15)	10 (10–15)	10 (10–15)
Масса турбогенератора, кг	8900	10 700	10 700
Масса поставляемого оборудования, кг	10 200	12 000	12 000
Габариты турбогенератора, мм			
Длина	4140	4240	4170
Ширина	1980	1980	1980
Высота	2270	2360	2360

t_s^* – температура насыщения при заданном давлении

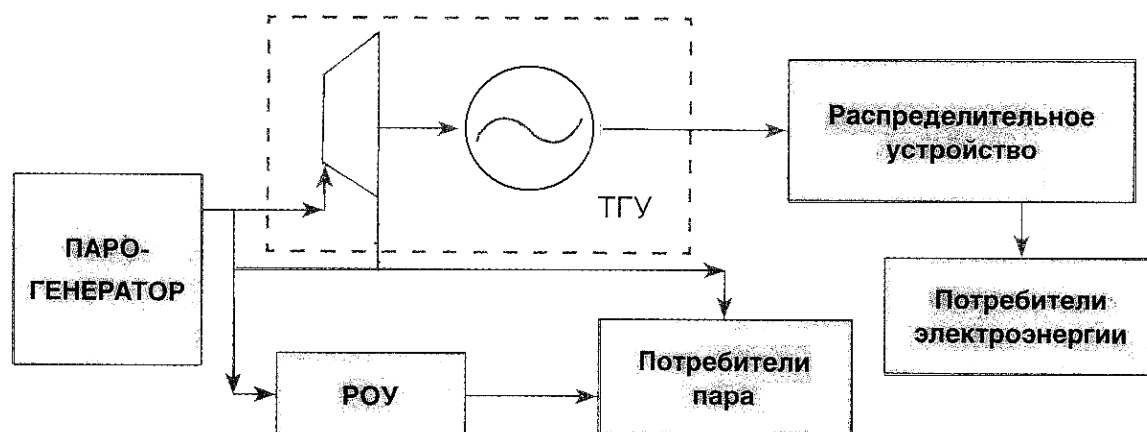


Рис. 1. Схема паровой турбогенераторной установки в котельной

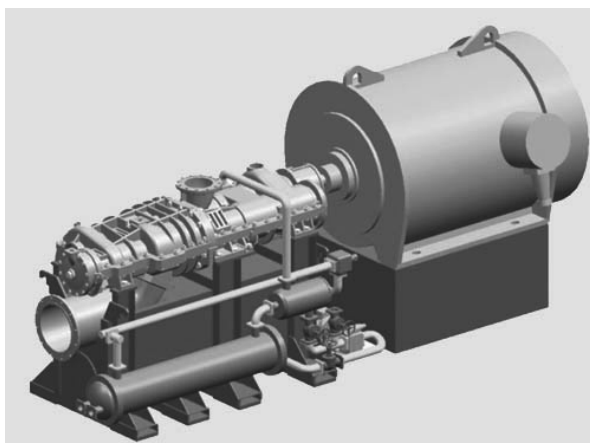


Рис. 2. Паровая винтовая машина (ПВМ)

Технические характеристики генератора (на примере агрегата мощностью 1 МВт) представлены в табл. 3.

Параметры охлаждающей воды:

- температура на входе – 5...15 °С;
- расход – 5...15 т/ч.

2. ГАЗОВЫЕ МИКРОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ (МТУ)

Основными достоинствами малых и микро-турбин являются компактность, высокая экологичность, низкий уровень шума и вибраций, эластичность к нагрузке, исключительная надежность, а также самая высокая сравнитель-

Таблица 2

Основные параметры и технические характеристики турбогенератора ПВМ

Наименование	ПВМ-250	ПВМ-500	ПВМ-1000
Тип расширителя	винтовой	винтовой	винтовой
Рабочая среда	водяной пар	водяной пар	водяной пар
Параметры пара:			
Давление на входе, МПа (абс.)	0,8–1,4	0,8–1,4	0,8–1,4
Температура пара на входе, °С	до 300	до 300	до 300
Давление на выходе, МПа (абс.)	0,2–0,6	0,2–0,6	0,2–0,6
Расход пара, т/ч:			
Максимальная эл. мощность, кВт	250	500	1000
Параметры 3-фазного электрического тока:			
Напряжение, кВ	0,4	0,4; 6,3; 10,5	6,3; 10,5

Оконч. табл. 2

Частота, Гц	50	50	50
Масса агрегата (турбины), не более, кг	2000	2800	3500
Габариты агрегата (турбины), мм	1400 x 750 x 1200	1800 x 1300 x 1440	2420 x 1300 x 1440
Диаметр роторов, мм	180	315	315
Ресурс назначенный, лет	25	25	25
Назначенный ресурс до заводского ремонта, час.	30 000	30 000	30 000
Частота вращения ведущего ротора, об/мин.	6000	3000	6000
Частота вращения выходного вала, об/мин.	3000	3000	3000
Внутренний относительный КПД турбины η_{oi} , %	67–70	67–70	67–70
Система смазки	циркуляционная под давлением от масляного насоса		
Применяемое масло	турбинное Тп-46 ГОСТ9972–74 (Тп-22)		
Диапазон регулирования мощности, %	10–100	10–100	10–100
Уровень воздушного шума, не более, дБА	90	90	95

Примечание. Система охлаждения масла ПВМ одноконтурная водяная.

Таблица 3

Технические характеристики генератора (вариант 1МВт)

№ п/п	Наименование характеристик	Ед. изм.	Значение
1.	Тип генератора		Асинхронный с короткозамкнутым ротором взрывобезопасный со взрывонепроницаемой оболочкой
2.	Модель		BAO2-560–1000-2У2
3.	Ток		Переменный, 3-х фазный
4.	Номинальное напряжение	кВ	6
5.	Номинальная частота	Гц	50
6.	КПД	%	94
7.	Частота вращения ротора генератора	об/мин.	3000
8.	Масса генератора	кг	5250
9.	Исполнение		IM1001, горизонтальное на лапах, со щитовыми подшипниками качения
10.	Исполнение по взрывозащите		IExdIBT4 и PB-4B (PB-Exd1)
11.	Система охлаждения		ICAO51
12.	Степень защиты		IP54
13.	Способ соединения с двигателем		Эластичная муфта

Оконч. табл. 3

14.	Возможность параллельной работы		Стандартная
15.	Дополнительное оборудование генератора		– термосигнализаторы или термопреобразователи сопротивления
			– запасные части
			– эксплуатационная документация
			– съемник подшипника (по требованию заказчика)

но с другими классами оборудования эффективность в режимах когенерации и тригенерации. Простая в обращении конструкция турбогенератора облегчает процессы транспортировки, эксплуатации и сервисного обслуживания.

Турбогенератор микротурбинной установки включает в себя газотурбинный двигатель и генератор. Газотурбинный двигатель состоит из компрессора, рекуператора, камеры сгорания, турбины и выхлопного газохода (см. рис. 3).

Запуск микротурбинного двигателя осуществляется от встроенного блока аккумуляторных батарей. Двигатель охлаждается воздухом и не потребляет масло. Крыльчатка компрессора и ротор турбины смонтированы на одном валу с генератором (см. рис. 4, б). Малый вес вала двигателя уменьшает инертность микротурбины, позволяя быстрее реагировать на повышение и снижение выходной мощности. Этот вал поддерживается на воздушных под-

шипниках. Скорость вращения вала двигателя генератора 45–96 тыс. об/мин. При скорости 96 тыс. оборотов в минуту выходное напряжение составляет 277 В. Двухполюсный генератор на постоянных магнитах охлаждается потоком воздуха, поступающего в двигатель.

Благодаря применению в конструкции МТУ особого типа генератора с постоянным магнитом в роторе и электрического инвертора вместо традиционного синхронного генератора с редуктором, частота вращения ротора микротурбины изменяется от 45 до 96 тыс. об/мин. И при этом не связана с выходным напряжением.

Силовая цифровая электроника управляет работой микротурбины и всех ее вспомогательных систем (см. рис. 5). Она преобразует переменный ток переменной частоты от генератора в постоянный ток, а затем в переменный ток постоянной частоты промышленной сети – 50 Гц, 380 В.

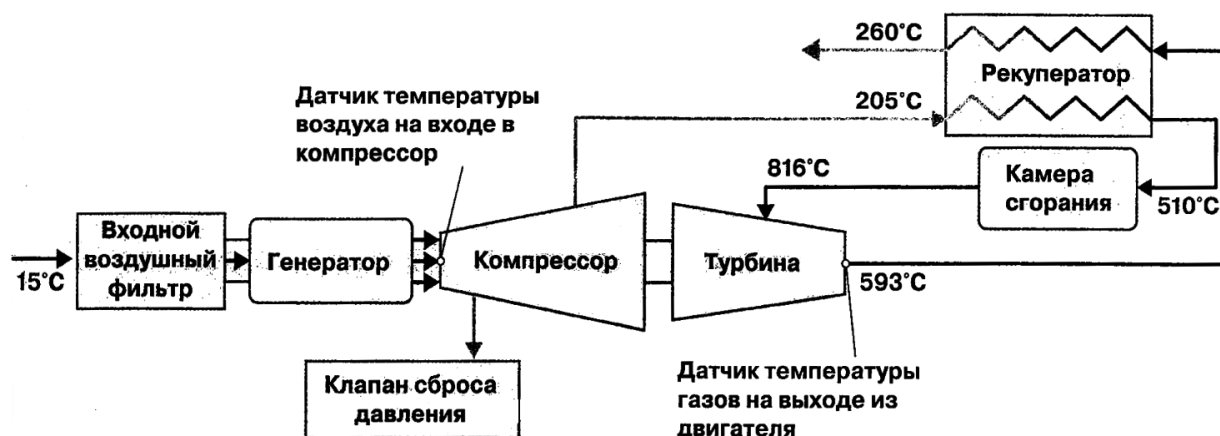


Рис. 3. Схема микротурбинной установки (МТУ)

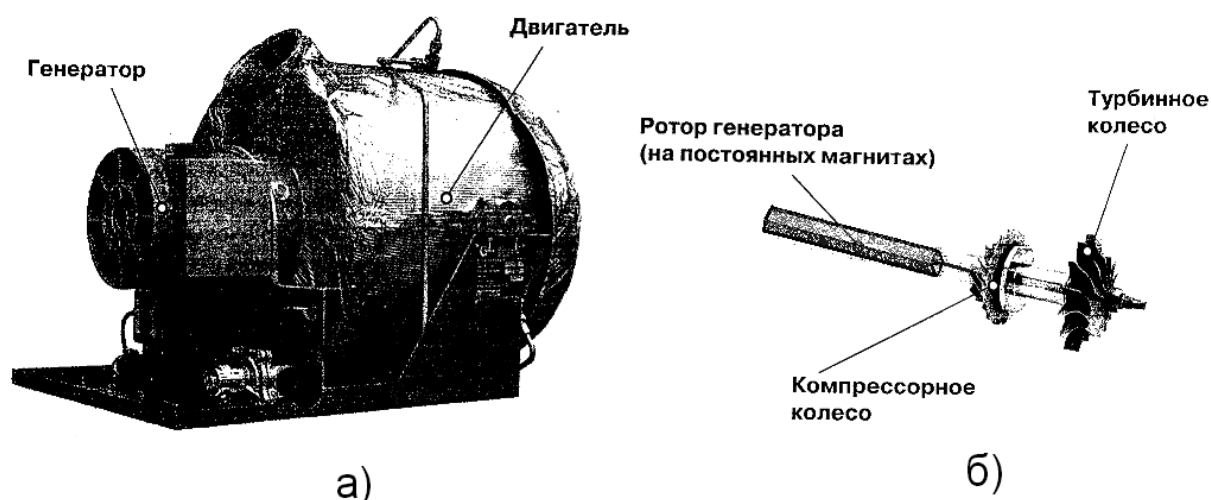


Рис. 4. Внешний вид микротурбогенератора (а) и единый вал ротора генератора, компрессора и турбины (б).

В табл. 4 представлены технические характеристики МТУ фирмы Capstone.

МТУ Capstone пользуются спросом и активно применяются для обеспечения энергией в самых различных сферах: городское и муниципальное хозяйство, инфраструктура, сельское хозяйство, промышленность, нефтегазовая отрасль, телекоммуникации, объекты социального значения, торгово-развлекательные центры, сегмент HoReCa (отели/рестораны/кафе), малый бизнес, стратегические и военные объекты и др. Микротурбины являются одним из самых современных видов энергогенерирующе-

го оборудования, превосходящим существующие типы генераторов по совокупности потребительских свойств: экологичности, эффективности, экономичности и надежности.

В России уже работают 400 шт. микротурбин фирмы Capstone.

3. ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ С ГАЗОПОРШНЕВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

В последнее время наряду с газотурбинными электростанциями стали широко использоваться электростанции контейнерного исполнения на базе газопоршневых генераторов.

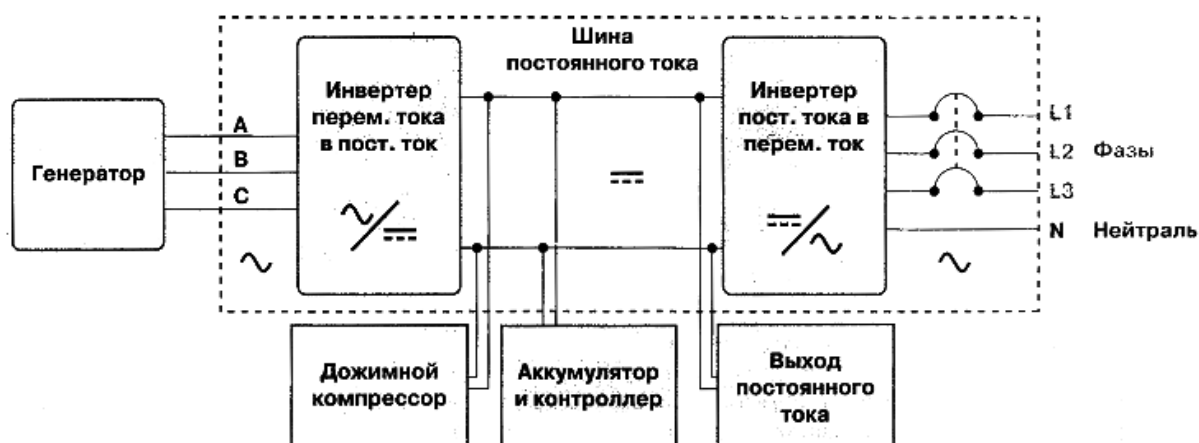


Рис. 5. Схема преобразования постоянного тока в переменный трехфазный в МТУ

Таблица 4

Технические характеристики базовых моделей микротурбин Capstone

Параметры микротурбины	Capstone C30	Capstone C65	Capstone C200	Capstone C600	Capstone C800	Capstone S1000
Электрическая мощность, кВт	30	65	200	600	800	1000
КПД по электричеству, %	26 (±2)	29 (±2)	33 (±2)			
Общий КПД электростанции (с утилизацией тепла), %	80–90		66–90			
Диапазон рабочего напряжения, В	380–480					
Максимальный ток в фазе, А	46	100	275–290	930	1240	1550
Частота тока, Гц	50					
Масса, кг	578	1121	3180–3640	8142–9534	12 600–14 400	15 875–18 144
Габариты, мм	1516 x 762 x 1943	1965 x 762 x 2110	3660 x 1700 x 2490	9144 x 2438 x 2896		
Вид топлива	Газ, керосин, дизель					
Рабочее давление топлива на входе, бар	низкое давление: 0,02–1 высокое давление: 3,6	низкое давление: 0,02–1 высокое давление: 5,2				
Расход топлива (газа) при номинальной нагрузке, м³/час	12	23	65	195	260	325
Максимальная температура выхлопных газов, °С	275	309	280			
Выход тепловой энергии, кДж/ч (Гкал/ч)	305 000 (0,073)	591 000 (0,141)	1 420 000 (0,339)	4 260 000 (1,017)	5 680 000 (1,356)	7 100 000 (1,696)
Выброс вредных веществ при 15% O₂	< 9 ppmV NOx					
Уровень шума на расстоянии 10 м, дБ	не более 60					
Скорость вращения турбины, об/мин	96 000		60 000			
Срок службы до капитального ремонта, ч	60 000					

Эти электростанции являются автономными постоянными и резервными источниками электроэнергии.

Газопоршневые генераторные установки могут использоваться для выработки как электрической, так и тепловой энергии за счет утилизации теплоты газового двигателя; установки с утилизацией теплоты могут применяться на объектах одновременно потребляющих тепло- и электроэнергию, например:

- объекты нефтегазового комплекса;
- различные промышленные предприятия.

В состав основного оборудования входит:

1. Газовый мотор-генератор.
2. Модуль утилизации теплоты.
3. Контейнер.
4. Система подачи топливного газа.
5. Система автоматического дополнения масла в двигатель.
6. Электрооборудование.
7. Система управления.

В табл. 5 приведены основные характеристики газопоршневых генераторов фирмы «Катерпилляр», серии G3500 с исходными условиями:

- температура наружного воздуха от – 60°C до + 60°C, относительная влажность воздуха до 90%;
- напряжение 0,4/6,3/10,5 кВ;
- удельный расход масла 0,426 г/ (кВт·ч);
- топливо-природный газ с теплотворной способностью 35,6 МДж/м³;
- число оборотов 1500 об/мин.;

В табл. 6 даны характеристики газопоршневых установок фирмы AKSA Power.

4. ДИЗЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

В последние годы получили широкое распространение автономные дизельные электростанции мощностью от 100 до 1000 кВт с применением автоматизированных крейцкопфных дизелей с турбонаддувом и электрогенераторов на напряжение 6 или 10 кВ, частотой переменного тока 50 или 60 Гц.

Дизель-генераторы стабильно работают на тяжелом топливе вязкостью до 700°C при 50°C с содержанием серы до 5%.

Они имеют возможность работы в любом двухтопливном режиме (не менее 8% нефтяного топлива):

- выход электрической энергии составляет около 50% энергии сгоревшего топлива;
- возможность повышения КПД установки за счет утилизации теплоты отработавших газов;
- возможность эксплуатации без снижения эффективности в различных климатических условиях;
- срок службы агрегатов до 40 лет при выдате электроэнергии около 8500 часов ежегодно.

Ниже (в табл. 7–11) представлены отечественные и зарубежные дизельные электро-

Таблица 5

Параметры газопоршневых электростанций

Модель генераторной установки	G3512	G3516/B	G351C/E	G3520C/E
Электрическая мощность cos φ=0,8, кВт	770	1030/1145	1600	2000
Тепловая мощность, кВт	1000	1340/1489	2080	2530
Топливо	Природный газ, попутный газ, биогаз		Природный газ	Природный газ, биогаз
Отбор мощности на собственные нужды, кВт	30	30	40	50
Система утилизации тепла	в контейнере	в контейнере или на крышке	в отдельном контейнере	в отдельном контейнере
Расход природного газа при нагрузке 100%, нм³/ч	206	276/289	411	502
Транспортные размеры силового модуля, м				
длина	12,1			
высота	2,9			
ширина	2,45			
Ориентировочная масса силового модуля, т	25	35	30	35

Примечание: масса силового модуля указана с учетом массы генераторной установки. Природный газ с низшей теплотворной способностью 35,6 МДж/м³. Габаритные размеры и масса силового модуля могут изменяться в зависимости от состава оборудования и требований заказчика

Таблица 6

**Характеристики газопоршневых установок AKSA Power
(агрегаты мощностью 310–1310 кВА)**

Характеристики электроагрегата					Характеристики двигателя GUMMINS								Агрегат открытого исполнения	
50 гц, 40\230 В					Двигатель				Цилиндр				Габариты и масса	
Наименование модели	Мощность				Общая мощность двигателя, кВт, непрерывная	Скорость вращения, об/мин	Модель двигателя	Тип	Рабочий объем, л	Внутренний диаметр, мм	Ход поршня, мм	расход газа при полной нагрузке, м³/ч	д ш в, м	В сухом состоянии, кг
	кВА, cosφ = 0,8		кВт											
	Режим		Режим											
	резервный	непрерывный	резервный	непрерывный										
AWG310	310	281	248	225	250	1500	VGFF18GLD	6L	18	152	165	80	4,07x1,83x2,34	4127
AWG410	407	370	326	296	331	1500	VGFF24GLD	8L	24	152	165	95	4,47x1,98x2,54	5442
AWG630	362	575	506	460	500	1500	VGFF36GLD	12V	35,9	152	165	145	4,78x2,67x3,15	9300
AWG830	830	757	664	603	660	1500	VGFF48GLD	16V	48	152	165	187	5,39x3,12x3,45	12 250
AWG955	955	860	764	688	755	1000	VHP5790GL	12V	94,9	216	216	223	5,99x2,9x3,51	17 400
AWG1120	1120	1022	896	818	988	1000	VHP5794GL	12V	94,9	216	216	272	6,68x3,10x3,87	20 862
AWG1170	1170	1057	936	846	918	1000	VHP7042GL	12V	115	238	216	269	6,05x2,9x3,51	18 000
AWG1310	1310	1185	1048	948	1044	1000	VHP7 044 790GL плотворная способность газа – 8250 GL	12V	115	238	216	327	6,05x2,9x3,5	18 030
Низшая теплотворная способность газа – 8250 ккал/м³														

станции малой и средней мощности, распространенные в России.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ «АТЛАС КОПКО»
МОЩНОСТЬЮ 20–478 КВТ**

Электростанции нормированы по следующим режимам эксплуатации.

Резервный (LTR) – Limited Time Power (согласно стандарту ISO8528-1) означает, что генератор способен работать на максимальной мощности (с переменной нагрузкой) не более 500 часов в год, из которых не более 300 часов непрерывно. Перегрузки не допускаются.

Непрерывный на переменную мощность (PRP) – Prime Power (согласно стандарту ISO8528-1) означает, что генератор способен работать на 90% максимальной мощности с переменной нагрузкой неограниченное число часов в год (с перерывами на регламентное техобслуживание). Допускается 10%-ная перегрузка в течение 1 часа из 12 рабочих часов. Электростанции серии QAS рассчитаны на режимы эксплуатации PRP и LTR.

**5. БЕНЗИНОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
МАЛОЙ МОЩНОСТИ ОТ 1,5 КВТ ДО
140 КВТ, 220 И 380 В (табл. 12–13)**

Основную часть электростанции составляют объединенные в единый агрегат двигатель и генератор, установленные на стальной раме. Синхронный генератор переменного тока приводится в движение двигателем. Двигатель и генератор соединены через муфту или напрямую фланцем. В первом случае используется двухопорный генератор, то есть генератор, имеющий два опорных подшипника; во втором – одноопорный с одним опорным подшипником. Между рамой, опорными поверхностями двигателя и генератора установлены резино-металлические амортизаторы, что снижает вибрации, передаваемые на фундамент агрегата. В электростанциях в качестве приводных используются бензиновые двигатели, а в качестве электрогенераторов – синхронные генераторы однофазного или трехфазного тока. Для снижения расхода топлива двигателя применяются турбонаддув. Воздух в таких двигателях, прежде чем по-

пасть в камеру сгорания, сжимается в турбокомпрессоре. Его турбина приводится в движение выхлопными газами. После сжатия воз-

дух охлаждается воздухом или водой и поступает в камеру сгорания двигателя. В заключение отметим, что развитие малой энерге-

Таблица 7

Передвижные дизельные электростанции ОАО «Электроагрегат» (г. Курск)
Основные технические характеристики

Номинальная мощность, кВт	150	200	315	400	500	630	800	1000	1500
Род тока переменный трехфазный									
Напряжение, В	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Частота тока, Гц	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Степень автоматизации	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Первичный двигатель	ЯМЗ-238Д1	ЯМЗ-7514	В2-ТК-С6	КТА-19-Г4**	ВТА-28Г5**	ГС-630Б	QST-30G3**	КТА-50G3**	QSK-60G3**
Частота вращения, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Ресурс до капитального	10 000	10 000	12 000	18 000	18 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Охлаждение Водовоздушное									
Расход топлива, л/ч	39,5	55	75	107	124	168	202	265	320
Емкость топливного бака, л	200	480	480	480	1800	1800	1800	1800	1800
Генератор	ГС-150Б	ГС-200Б	ГС-315Б	1ГС-500-Б1	НС5F*	ГС-630Б	НС6K*	НС-1734*	НС7Н*
Электростанции на раме-салазках (условия эксплуатации – от –50 до +50°С)									
Габаритные размеры, мм:									
– длина	4970	5600	5950	5950	7600	7600	7600	7600	9500
– ширина	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920
– высота	2500	2930	2550	2550	3000	3000	3000	3410	3410
Масса, кг	4500	6830	7000	7000	12 000	15 000	16 000	16 500	22 000
Электростанции в утепленном кузове-фургоне на прицепе (условия эксплуатации – от –50 до +50°С)									
Габаритные размеры, мм									
– длина	6950	7330	7750	9450	9450	9450	9450	9450	13 600
– ширина	2850	2850	2850	2980	2980	2980	2980	2980	3060
– высота	3450	3900	3350	3850	3830	3820	3800	3800	4400
Масса, кг	5000	8250	10 000	11 000	11 500	12 500	13 400	15 000	28 000
Тип кузова собственный									
Шасси	ГКБ 817				СЗАП8357				ЧМЗАП-93 853
Возможно комплектование двигателями		8481.10–5			8М0700П	6ДМ213		8ДМ213	

Примечание: * – генераторы производства фирмы «Stamford»;

** – двигатель производства фирмы «Cummins Inigne Company».

Таблица 8

Технические характеристики дизельных электростанций средней мощности фирмы
ET-Generators (мощностью 30–180 кВА)

Модель электростанции	Мощность продолж., кВА/кВт	Двигатель John Deere				Объем бака, л	Расход топлива, гр/(кВт·ч)	Габариты д×ш×в, мм	Вес, масса	Уровень шума, Lwa
		Модель	Число цилиндров	Объем, см3	Мощность л/с					
ET GP-30A/J	30/24	3029DF128	3	2900	42	70	218	1850x700x1100	815	-
ET GP-40A/J	40/32	4039DF008	4	3990	54	70	214	1850x700x1100	880	-
ET GP-60A/J	60/48	4039TF008	4	3990	85	100	219	2100x900x1380	920	-
ET GP-80A/J	80/64	4045TF258	4	4500	111	100	223	2100x900x1380	1110	-
ET GP-100A/J	100/80	4045TF158	4	4500	134	100	215	2100x900x1380	1170	-
ET GP-125A/J	125/100	6068TF258	6	6800	161	140	206	2850x1000x1400	1420	-
ET GP-150A/J	150/120	6068HF158	6	6800	205	140	208	2850x1000x1400	1520	-
ET GP-180A/J	180/144	6068HF258	6	6800	245	150	209	3000x1100x1500	1650	-
В шумо-погодозащитном кожухе										
ET GP-30S/J	30/24	3029DF128	3	2900	42	100	218	2100x900x1170	1025	93
ET GP-40S/J	40/32	4039DF008	4	3990	54	100	214	2100x900x1170	1030	93
ET GP-60S/J	60/48	4039TF008	4	3990	85	125	219	2500x1000x1400	1370	93
ET GP-80S/J	80/64	4045TF258	4	4500	111	125	223	2500x1000x1400	1780	94
ET GP-100S/J	100/80	4045TF158	4	4500	134	140	215	2800x1000x1400	1430	94
ET GP-125S/J	125/100	6068TF258	6	6800	161	150	206	3000x1100x1500	1900	94
ET GP-150S/J	150/120	6068HF158	6	6800	205	150	208	3000x1100x1500	1940	94
ET GP-180S/J	180/144	6068HF258	6	6800	245	250	209	4000x1250x2200	1950	95

Таблица 9

Параметры дизельных электростанций зарубежных фирм
ООО «Промкомпрессор»

Модель электрогенератора	Мощность, кВт		Модель двигателя	Частота вращения, мин ⁻¹	Расход топлива при загрузке 100%, л/ч	Габариты, мм			Масса, кг
	Резервный режим	Основной режим				Длина	Ширина	Высота	
Дизельные электростанции фирмы «Doosan-Daewoo»									
TTJ95DW	75	68	D1146	1500	20,6	2400	750	1420	1220
TTJ235DW	186	165	P08GTI	1500	43,1	3000	950	1530	1860
TTJ275DW	220	200	P12GTI-II	1500	55	3000	1000	1565	2160
TTJ385DW	308	280	P15BLE	1500	69,3	3200	1300	1840	3600
TTJ450DW	360	328	P15BLE	1500	81	3200	1300	1840	3740
TTJ520DW	414	378	P15BLE-S	1500	99,5	3200	1300	1840	4300
TTJ600DW	480	440	P222LE	1500	111,1	3500	1300	1852	4875
TTJ680DW	544	504	P222LE	1500	124,3	3800	1300	1884	5406
TTJ715DW	571	522	P222BLE-S	1500	130	3800	1300	1884	5406
Дизельные электростанции фирмы «Mitsubishi»									
TTJ9MS*	7	6	S3L261SD	1500	2,9	1300	700	870	500
TJ10MS	8	6	L2E61SDH	1500	2,6	1300	700	870	490
TJ11MS	9	8	S2L261SD	1500	2,9	1300	700	870	510
TJ15MS	12	10	L3E61SDH	1500	2,6	1300	700	870	540
TJ16MS	13	12	S4L261SD	1500	4,1	1600	750	1170	580
TJ23MS	18	17	S4Q261SD	1500	6	1600	750	1170	550
TJ27MS	22	18	S4L261SDH	1500	6,4	1600	750	1170	590

Окончание таблицы 9

TJ45MS	36	33	S4SDT	1500	10,2	1700	750	1170	720
TJ1155MS	924	840	S12HPTA	1500	220	4500	2000	2370	9000
TJ54-0MS	1232	1118	S12RPTA2	1500	282	4600	2000	2370	10200
TJ1915MS	1530	1395	S16RPTA	1500	342	5000	2300	2500	12900
TJ2120MS	1693	1539	S1RPTA2	1500	398	5200	2300	2500	13400
TJ2280MS	1822	1620	S16RPTAA2	1500	408	5800	2300	2750	15200
Дизельные электростанции фирмы «Perkins»									
TJ51PR	41	38	1004G	1500	11	1850	750	1250	995
TJ80PR	64	58	1004TG	1500	14,5	1850	750	1270	1090
TJ116PR	93	84	1006TG2A	1500	22,6	2400	750	1415	1280
TJ150PR	116	106	1006TAG	1500	31,5	2400	750	1520	1315
TJ385PE	308	280	2306C-E14	1500	70,6	3200	1100	1920	2860
TJ500PE	400	360	2806CE16	1500	95	3700	1300	2030	3640
TJ815PE	650	589	4006-23TAG2A	1500	164	3995	1650	2072	4730
TJ905PE	724	646	4006-23TAG3A	1500	164	4040	1650	2072	5125
TJ1130PE	902	821	4008TAG2A	1500	209,1	4685	2050	2270	7350
TJ1400PE	1120	1016	4012TAG	1500	260,1	4800	1880	2355	9400
TJ1650PE	1320	1200	4012TAG2A	1500	294	5060	2260	2780	10300
TJ2270PE	1814	1650	4016TAG2A	1500	422,6	5800	2780	3270	15600

Таблица 10

Характеристики дизельных электростанций «Атлас Копко» мощностью 20–478 кВт

Тип электростанции	Ток номин. А	Мощность в режиме PRP кВА/кВт	Мощность в режиме LTR кВА/кВт	Марка и модель двигателя	Мощность двигателя (RPR) кВт	Габариты мм	масса
Исполнение генераторов: напряжение 400В, 3 фазы, 50Гц							
QAS14	20	12,5/10,0	13,8/11,0	Perkins 403C-15	12	2070x1000x1188	969
QAS20	32	20,0/16,0	22,0/17,6	Perkins 404C-22	18,5	2070x1000x1188	994
QAS30	48	30,0/24,0	33,0/26,4	Perkins 1103A-33G2	27	2450x1000x1188	1460
QAS45	72	45,0/36,0	49,5/39,6	Perkins 1103A-33TG1	41,3	2450x1100x1483	1547
QAS60	96	60,0/48,0	66,0/52,8	Perkins 1103A-33TG2	59,3	2450x1100x1483	1566
QAS80	128	80,0/64,0	88,0/70,4	Perkins 1104A-44TAG1	71,9	2940x1100x1500	1854
QAS100	159	100,0/80,0	110,0/88,0	Perkins 1103A-44TAG2	89	2940x1100x1500	1960
QAS125	199	125,0/100,0	137,5/110,0	Volvo Penta TAD730GE	113	3378x1180x1705	2178
QAS150	239	150,0/120,0	165,0/132,0	Volvo Penta TAD720GE	132	3378x1180x1705	2224
QAS200	319	200,0/160,0	220,0/176,0	Volvo Penta TAD722GE	181	3471x1431x2128	3740
QAS250	399	250,0/200,0	275,0/220,0	Volvo Penta TAD940GE	220	3955x1431x2128	3860
QAS325	478	325,0/260,0	360,0/289,0	Volvo Penta TAD941GE	280	3955x1431x2128	4240

тики России на базе создания мини-ТЭЦ и автономного электроснабжения с различными типами двигателей-генераторов весьма актуально и перспективно в части выработки электроэнергии.

Приведенные в статье новейшие отечественные и зарубежные автономные двигатели-генераторы позволяют при необходимости сделать нужный выбор автономной или резервной установки.

Таблица 11

Общие характеристики дизельных электроагрегатов AKSA Power Generation
(мощностью 350–825 кВА)

Характеристики электроагрегата					Хараетристики двигателя GUMMINS								Агрегат открытого исполнения		Агрегат шумозащитного исполнения		Система управления
50Гц, 400/230В (1)					Двигатель		Цилиндр			Топливо		Габариты и масса		Модель кожуха	Масса, кг		
Наименование модели	кВА cosφ = 0,8		кВА		Мощность в режиме резерв, кВт	Модель	Тип №	Рабочий объем, л	Внутренний диаметр, мм	Ход поршня, мм	Расход топлива при 75% нагрузке, л/ч	Емкость бака, л	Д×Ш×В, мм			В сухом состоянии, кг	
	(2)	(3)	режим														
ACQ350	350	300	280	240	300	QSL9G5	6L	8,8	114	145	46	420	3,0x1,15x1,9	3150	AK 70	4500	P2020
AC400	400	356	320	284	341	NTA855G4	6L	14	140	152	57	420	3,23x1,15x2,2	3250	AK 70	4540	P2020
AC440	440	400	352	320	380	NTA855G7	6L	14	140	152	65	420	3,23x1,15x2,2	3280	AK 80	5025	P2020
ACQ515	515	460	412	368	441	QSX15G6	6L	15	137	169	74,3	620	3,6x1,3x2,0	4485	AK 80	5900	P2020
ACQ550	550	500	440	400	482	QSX15G8	6L	15	137	169	78,3	620	3,6x1,3x2,0	4485	AK 80	5900	P2020
AC550	550	500	440	400	484	KTA19G4	6L	18,9	159	159	82	550	3,43x1,3x2,12	4230	AK 80	5850	P2020
AC65	650	590	520	472	554	KTA19G8	6L	18,9	159	159	92	550	3,43x1,3x2,12	4620	AS 710	6200	P2020
AC703	703	638	562	510	593	VTA28G5	12V	28	140	152	104	900	3,9x1,3x2,14	5590	AS 710	7190	P2020
AC825	825	750	660	600	700	VTA28G6	12V	28	140	152	133	900	4,0x1,3x2,6	5890	AS 710	7480	P2020

Таблица 12

Основные характеристики и параметры бензиновых электростанций малой мощности
ЗАО «Вентиляция, водоснабжение, теплоснабжение» (ВВТ)

1. Бензиновые электростанции. Серия АБП 220 В

Модель электрогенератора	Максимальная мощность, кВт	Рабочая мощность, кВт	Расход, л/ч	Объем бака, л	Мощность двигателя, л/с	Стартер	Продолжительность работы, ч	Масса, кг	Габариты, см
Beman SH 1000	0,85	0,75	0,5	4,2	2	ручной	9,3	24	46x30x43
1,5 – 230BP	1,7	1,5	0,9	2,5	3,5		2,9	33	58x35x47
2,2 – 230BBB	2,7	2,2	1	1,5	5,5		1,5	26	43x32x64
2,7 – 230BBП	3	2,7	1,2	3,8	6,5		3,1	35	57x40x49
3 – 230BB	3,5	3	1,4	4,5	7,5		3,3	38	62x40x48
3,5 – 230BX	4	3,5	1,2	6	8		5	50	70x58x50
4,2 – 230BX	4,2	4	1,7	6	9		3,5	51	68x50x54
5 – 230BX	5,5	5	2,2	6,5	11		3	60	87x57x53
6 – 230BB	6,6	6	2,6	7,1	13		2,7	75	87x57x53
6 – 230BX	6,6	6	2,6	6,5	13		2,5	75	87x57x53

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быстрицкий Г.Ф. Установки автономного и резервного электроснабжения // Промышленная энергетика, 2008. № 2.

2. Быстрицкий Г.Ф., Киреева Э.А. Справочник энергетика предприятий, учреждений и организаций. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 2010.

3. Материалы зарубежных фирм и компаний.

2. Бензиновые электростанции. Серия АБП 380/220 В

Модель	Рабочая мощность		Расход, л/ч	Объем бака, л	Мощность двигателя, л/с	Стартер	Продолжи- тельность работы, ч	Масса	Габариты, см
	кВА	кВт							
6,5/3,2-T400/230BX	6,5/3,2	5,2/3,2	2,2	6,5	11	ручной	3	77	87x57x53
10-T400BX-БСГ	10	8	3,6	19,5	20	электро	5,4	115	97x60x72
12-T400BX-БСГ	12,5	10	4,6	19,5	20	электро	4,2	115	97x60x72

3. Сварочные электростанции. Серия АСП

Модель	Рабочая мощность		Объем бака, л	Мощность двигателя, л/с	Стартер	Продолжи- тельность работы, ч	Масса, кг	Габариты, см
	кВА	кВт						
T 130-4/230BX	4	4	6	9	ручной	3,8	83	87x57x53
T180-5-230ВБ	5	5	7,1	11		3,8	83	87x57x53
T200-6/230ВБ	6	6	7,1	13		3,8	94	87x57x53
B220-6,5/ 3,5-T400/ 230ВБ	6,5/3,5	5,5/3,5	7,1	13		3,6	94	87x57x53
B300-10/4T400/ 230BX-БС	10,0/4,0	8,0/4,0	19,5	20	эл/руч	7	151	97x60x72
B400-20/ 8-T400/230ВЛ-БСК	17,5/8,5	14,0/8,0	38	28,55		7,8	430	150x120x120

Таблица 13

Технические характеристики однофазных электроагрегатов фирмы
AKSA Power Generation с бензиновым двигателем

Максимальная мощность электроагрегата 50Гц, 220/115			Двигатель 4-тактный, 3000 об/мин					Время работы при 50% нагрузке, ч. мин	Масса (су- хая), кг	Габа- риты, см	Уровень шума на рассто- янии 7 м	
Модель электроге- нератора	кВт	кВА, cosφ = 0,8	Тип Briggs & Stratton «Vanguard»	Мощ- ность, л/с	Датчик уровня масла	Электро- пуск	Топлив- ный бак, л				Лва	дБа
AB 22 M	1,76	2,2	85 432	4	•	×	3	4 ч. 6мин.	30	60x41x41	95	72
AB 30 M	2,4	3	INTEK	5,5	•	×	4	3 ч. 20мин.	43	64x45x45	99	76
ABE 30 M	2,4	3	118 432	6	•	×	16	13 ч. 20мин.	51	64x45x63	93	70
ABE 44 M	3,5	4,4	138 432	7,5	•	×	16	10 ч. 19мин.	55	67x46x66	95	72
ABE 55 M	4,4	5,5	185 432	9	•	×	16	9 ч. 15мин.	80	70x55x68	96	73
ABE 55 ME	4,4	5,5	185 437	9	•	•	16	9 ч. 15мин.	85	70x55x68	96	73
ABE 80 M	6,4	8,8	245 432	13	•	×	16	6 ч. 48мин.	106	78x56x77	97	74
ABE 80 ME	6,4	8,8	245 437	13	•	•	16	6 ч. 48мин.	111	78x56x77	97	74
ABE 110 ME	8,8	11	350 447	18	•	•	16	4 ч. 27мин.	122	91x74x75	98	75
ABE110 MEK	8,8	11	350 447	18	•	•	22	6 ч. 5мин.	195	98x62x90	90	68

УДК 620.98

СОЛНЕЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

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

Аннотация. Дан анализ развития энергоснабжения в РФ на основе возобновляемых источников энергии. Представлены некоторые разработки солнечных коллекторов.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечное теплоснабжение, солнечные коллекторы.

Lead. An article states analysis of development of energy supply in the Russian Federation on the basis of renewable energy sources. It presents some developments of solar collecting panel.

Keywords: renewable energy sources, solar heat supply, solar collecting panels.

В настоящее время в мире эксплуатируются солнечные коллекторы, площадь которых 440 млн м². Большая их часть построена в Китае – 59%, на втором месте Европа – 14%. Солнечные коллекторы выпускают 186 крупных фирм в 41 стране. В 2006 г. в мире были смонтированы гелиоустановки общей площадью 7 млн м², суммарной установленной тепловой мощностью 5 тыс. МВт·ч, в том числе в Китае – 1,95 млн м² (28,3%), Германии – 1,35 млн м² (19,7%), Турции – 0,7 млн м² (10,1%). Современное развитие гелиотехники было представлено на всемирной выставке «Интерсолар-2008» (июнь, Мюнхен, Германия). Оборудование и технологии экспонировали 862 фирмы, в том числе 133 – солнечные коллекторы, 23 – поглощающие панели.

Правительством России предприняты первые шаги по развитию энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Указом Президента РФ от 04.06.08 № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экономической эффективности российской экономики», постановлением Правительства РФ

от 03.06.08 № 426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования ВИЭ» соответствующим министерствам поручено принять меры по развитию энергетики с использованием ВИЭ. Распоряжением Правительства РФ от 08.09.09 № 1-р утверждены основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования ВИЭ на период до 2020 г. Концепция технической политики в электроэнергетике России на период до 2030 г., разработанная в 2008 г. ОАО РАО «ЕЭС России», содержит раздел по использованию ВИЭ. По прогнозу Института энергетической стратегии, общая установленная мощность энергоисточников составит 18,2 ГВт. Доля отдельных видов ВИЭ в этом объеме должна быть предметом дальнейших исследований. На уровне экспертных оценок площадь солнечных коллекторов оценивается в 10 млн м².

Сегодня общая площадь гелиоустановок, эксплуатируемых в России, составляет около 15 тыс. м². Государственная политика разви-

AREVA СОЗДАЕТ НОВЕЙШИЙ ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР

Анна Ловержон, исполнительный директор французской ядерно-промышленной компании Areva заявила о строительстве нового реактора последнего поколения, который даст компании большие преимущества перед конкурентами. Теперь одна из самых влиятельных женщин мира «Атомная Аня» должна найти клиентов, которые позволят себе купить данное новшество.

Ядерный бизнес сегодня является не только дорогим, его владельцы сталкиваются с многочисленными препятствиями со стороны как природоохранных организаций, так и госучреждений, не доверяющих данному способу получения энергии.

На сегодняшний день в мире построено 436 атомных реакторов, а это всего лишь на 20 больше, чем в 1990 году.

Инженеры Areva «ядерной за-сухой», приступили к разработке новейшей ядерной технологии смело называемой ими эволюционным атомным реактором (ЭАР). Реактор является супермощным, топливно-эффективным, с высоким уровнем безопасности, способным выдержать даже террористический ракетный удар, заявляет руководство компании, говоря о том, что наконец-то ядерная промышленность пробуждается от десятилетней спячки.

Во всем мире на сегодняшний день около сотни реакторов планируется построить и 53 находятся в стадии строительства. Напомним, что 16 февраля 2010 года президент США Барак Обама заявил о выделении \$ 54 млрд, чтобы помочь американской атомной промышленности в разработке и строительстве нового поколения атомных электростанций.

>> 38

тия солнечного теплоснабжения отсутствует. В отличие от зарубежных, наши специалисты в области гелиотехники не объединены даже на общественной основе. Исследования и сооружение гелиоустановок ведутся по инициативе отдельных специалистов. В отличие от существовавшей в СССР системы развития ВИЭ в России пока не разработаны концептуальные подходы к ее воссозданию.

Общепризнанным российским лидером в области гелиотехники был д-р техн. наук Б.В. Тарнижевский. Им разработаны основные методологические подходы, требования к конструкциям солнечных коллекторов, теоретические вопросы гелиотехники. Доктор техн. наук П.П. Безруких в советское время руководил развитием энергоснабжения на основе ВИЭ. По его инициативе несколько крупных заводов производили солнечные коллекторы, были построены крупные гелиоустановки. Его исследования направлены на решение важнейших задач гелиотехники.

В основе всех разработок гелиоустановок – достоверные значения солнечной радиации. В Москве исследованиями в этом направлении занимаются специалисты Объединенного института высоких температур (ОИВТ) РАН и МГУ под руководством доктора техн. наук О.С. Попеля. Они проводят работу по созданию и уточнению электронного атласа солнечной радиации России. В основе исследований специалистов ОИВТ РАН – американская компьютерная база данных NASA, специалистов МГУ – швейцарская база данных «Метеонорм». В Краснодаре аналогичные исследования дополняются результатами обработки многолетних наблюдений региональных метеостанций, на основе которых получены достоверные значения прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации для 54 городов и населенных пунктов Краснодарского края.

В настоящее время в России есть два испытательных стенда для натурных исследований солнечных коллекторов (СК) и гелиоустановок: в Москве (ОИВТ РАН) и Владивостоке (ИПМТ – Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения РАН). Разработкой конструкций плоских СК в соответствии с российскими стандартами, изготовлением промышленных партий занимаются специалисты в Москве, Коврове, Владимирской обл., Улан-Удэ, Каменск-Уральске, Свердловской обл. Солнечные коллекторы европейского качества партиями по 100 шт. в месяц выпускает НПО «Машиностроение» (г. Реутов, Московская обл.) под руководством канд. техн. наук Н.В. Дударева. В основе этой конструкции СК – плавниковая алюминиевая поглощающая панель с высокоэффективным селективным покрытием. До 2007 г. основным российским производителем СК (5000 шт.) был Ковровский механический завод, где под руководством А.А. Лычагина выпускали оптимальную для российского рынка конструкцию СК с поглощающей панелью из латунных труб и стального оребрения. Сейчас выпуск СК здесь прекращен. В Улан-Удэ в Центре энергоэффективных технологий (ЦЭФТ)



Рис. 1. Гелиоустановки на берегу моря

под руководством Г.П. Касаткина 9 лет производят СК с поглощающими панелями из меди (листочные) и полипропилена. Всего выпущено около 1800 шт. Площадь каждого СК – около 2 м². Опытные образцы СК и гелиоустановок на их основе с поглощающими панелями из полипропилена и прозрачным покрытием из сотового поликарбоната изготовлены в Москве (ОИВТ РАН) под руководством О.С. Попеля. Каменск-Уральский металлургический комбинат в Свердловской области выпустил опытную партию СК со штампованными алюминиевыми поглощающими панелями.

Разработку проектов гелиоустановок осуществляют специалисты в Краснодаре, Ростове, Улан-Удэ, Владивостоке. В Краснодаре реализованы десятки проектов гелиоустановок горячего водоснабжения дневной производительностью от 1 до 20 м³, 10 солнечно-топливных котельных (в том числе двухконтурных), гелиоустановок с приводом насосов от фотоэлектрических модулей, комбинированных установок с использованием солнечной, геотермальной энергии и тепловых насосов. Разработкой проектов гелиоустановок в Ростове теплоэлектропроект (Ростов-на-Дону) руководит канд. техн. наук А.А. Чернявский. Это проекты отопительной гелиоустановки высокогорной астрофизической обсерватории в Карачаево-Черкесии, гелиоустановки горячего водоснабжения на побережье Черного моря, а также солнечно-топливных котельных большой мощности (рис. 1).

Особенностью проектов, реализованных ЦЭФТ в Улан-Удэ, является создание энергоактивных зданий (поглощающие панели СК интегрируются в конструкцию кровель или в наружные стены). Его специалистами также разработаны десятки проектов гелиоустановок для отопления, горячего водоснабжения, в том числе с воздушными солнечными коллекторами.

Разработкой и строительством гелиоустановок на Дальнем Востоке в лаборатории нетрадиционной энергетики ИПМТ руководил А.В. Волков. Особенностью этих разработок стало широкое применение вакуумных СК.

Сооружение гелиоустановок осуществляется в основном в трех регионах России: Краснодарском крае, Бурятии, на Дальнем Востоке (Приморский край, Хабаровская область). В Краснодарском крае построено 102 гелиоустановки общей площадью 5000 м². Большинство их сооружено для пансионатов и санаториев (63 шт.), общая площадь 2550 м².

В Бурятии построено 86 гелиоустановок общей площадью 3660 м².

На Дальнем Востоке сооружены гелиоустановки как с плоскими СК, так и с вакуумными китайского производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бутузов В.А. Солнечное теплоснабжение в России: состояние дел и региональные особенности // Промышленная энергетика. 2009. № 9.

УДК 621.3.05

ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ ВМЕСТО АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

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

В нашей стране для защиты цепей низкого напряжения чаще всего применяются автоматические выключатели, тогда как во всем мире большое распространение получили безопасные, надежные и экономичные системы, основанные на современных предохранителях.

В сетях напряжением ниже 1 кВ, как правило, в качестве защитных устройств применяют автоматические выключатели (автоматы).

В пользу автоматов говорят такие их преимущества, как постоянная готовность к работе и меньший разброс параметров времятоковой характеристики.

Автоматический выключатель удобнее в обслуживании, однако, в отличие от плавких вставок, в таких аппаратах возможно сваривание контактов и другие повреждения, которые визуально не обнаружить. Нарушение работы автоматического выключателя не только влечет за собой повреждение дорогостоящего оборудования, кабелей, НКУ, но и часто становится причиной пожара и поражения людей, что особенно опасно в случае повторного включения при коротком замыкании. Убытки от повреждения оборудования могут в сотни раз превышать затраты на НКУ, убытки от простоя могут быть еще больше, а здоровье людей – бесценно.

К тому же автоматические выключатели очень чувствительны к условиям эксплуатации, что повышает требования к оболочке и помещению и удорожает НКУ. Еще одна проблема – отстройка селективности защиты на автоматических выключателях, особенно на тех,

которые не имеют сложных электронных расцепителей.

Преимущества использования предохранителей с плавкими вставками:

- высокая предельная отключающая способность;
- малое время отключения;
- высокая токоограничивающая способность;
- отсутствие выброса дуги и раскаленных газов;
- быстрое изменение в широком диапазоне номинальных параметров тока и защиты благодаря простой смене плавких вставок.

Компания ООО «Инжэлектромонтаж» представляет немецкую предохранительную технику JEAN MÜLLER на российском рынке.

Предохранители-выключатели-разъединители (ПВР) компании Jean Müller – современные защитные устройства, которые обеспечивают высокий уровень надежности и безопасности.

Немецкая компания Jean Müller сегодня является лидером в производстве ПВР. Эти комбинированные устройства, обладая невысокой стоимостью, сочетают в себе все преимущества защиты электрических цепей предохранителями, обеспечивают коммутацию аппаратов под нагрузкой и, в отличие от автоматических выключателей, имеют видимый разъёмный контакт плавкой вставки, что гарантирует безопасность персонала при работе в электроустановке и на кабельной трассе.

В качестве предохранителей могут использоваться любые плавкие вставки стандарта DIN (например, серия ППН), включая токоограничивающие предохранители, предохранители для защиты двигателей и сверхбыстродействующие предохранители для силовой электроники и ИБП. При этом ПБР вместе с комплектами плавких вставок стоит в несколько раз меньше, чем автоматический выключатель.

ПБР JEAN MÜLLER СЕРИЙ LTL И SL

– Серия LTL (рис. 1) представлена 1-, 2-, 3- или 4-полюсными аппаратами для прямого мон-

тажа на системах сборных шин или на монтажных панелях.

– Серия SL (рис. 2) – это вертикальные 3-полюсные аппараты для непосредственного крепления на систему сборных шин. Аппараты обеих серий сертифицированы, полностью соответствуют ГОСТ Р 50 030.3 и поставляются в типоразмерах от 000 до 4А. Они рассчитаны на номинальные токи от 100 до 1600 А и могут применяться в цепях как переменного (до 690 В), так и постоянного тока (до 440 В).

Использование аппаратов LTL и SL позволяет максимально упростить шинную систему и металлоконструкции НКУ, расположение питающих и отходящих кабелей, существенно со-



Рис. 1. ПБР серии LTL



Рис. 3. ПБР с использованием SL и LTL



Рис. 2. ПБР серии SL

кратить габариты при максимальном количестве отходящих линий. Монтаж ПВР сводится к их фиксации на токоведущих шинах. Изолированный ключ позволяет производить эту работу без снятия напряжения.

Степень защиты со стороны передней панели ПВР – IP30, поэтому отпадает необходимость в дополнительной защите, что также удешевляет конструкцию шкафа.

НКУ НА БАЗЕ АППАРАТОВ LTL И SL

Используя накопленный опыт проектирования и производства НКУ, «Инжэлектромонтаж» предлагает сравнительно недорогие решения на базе оборудования Jean Müller, обла-

дающие улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Такие решения (рис. 3) с использованием ПВР серий SL и LTL уже несколько лет реализуются производственным подразделением ООО «Инжэлектромонтаж» – «Русской электротехнической компанией» и успешно эксплуатируются по всей территории РФ, в том числе в Московской городской электросетевой компании (МГЭСК).

По материалам статьи

С. Лазарева-Марченко

«Предохранительная техника

JEAN MÜLLER – настоящее немецкое

качество от компании «Инжэлектромонтаж»

Венесуэла может построить первую АЭС при поддержке России

Об этом заявил президент Венесуэлы Уго Чавес. «Мы готовы к тому, чтобы начать готовить первый проект АЭС», – сказал он, уточнив, что проработка этого вопроса предусмотрена одним из меморандумов о сотрудничестве, подписанных во время визита в страну премьер-министра РФ Владимира Путина. Рамочное российско-венесуэльское межправительственное соглашение о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях было подписано в Каракасе в конце ноября 2008 г. главой Росатома Сергеем Кириенко и министром энергетики и нефти Венесуэлы Рафаэлем Рамиресом.

Сергей Кондратьев, старший эксперт Фонда «Институт энергетики и финансов»: «Электроэнергетика Венесуэлы, как и целого ряда других латиноамериканских стран, отличается преобладанием гидрогенерации в производстве электроэнергии. В последние годы доля ГЭС в общей выработке стабильно превышала 70%, причем более половины от всего производства электроэнергии приходилось на одну электростанцию – ГЭС Гури. Сильная зависимость от водности рек и высокая концентрация производства (основные гидрогенерирующие мощности расположены на одной реке) негативно влияют на надежность энергоснабжения потребителей страны. Так, из-за снижения уровня воды в водохранилище Гури в начале текущего года власти страны вынуждены ограничивать подачу электроэнергии на промышленные объекты и население.

Как результат, в последние месяцы власти страны прорабатывают варианты снижения зависимости от выработки на ГЭС путем строительства новых тепловых электростанций или АЭС. Строительство АЭС является логичным шагом в диверсификации энергетического баланса страны, повышения надежности энергоснабжения потребителей. Преобладание в промышленном комплексе страны отраслей с непрерывным циклом производства (нефтедобыча, нефтепереработка) позволит эффективно использовать АЭС.

На протяжении последних лет Россия активно развивает партнерство с Венесуэлой в энергетической сфере, прежде всего в нефтегазовом комплексе. Строительство АЭС позволит укрепить позиции России на рынке строительства генерирующих мощностей Латинской Америки (до сих пор российские компании были достаточно слабо представлены на этом рынке) – одним из наиболее перспективных рынков в данной сфере. С учетом планов других крупных латиноамериканских стран (Бразилия, Аргентина) по развитию атомной энергетики, заключенное с Венесуэлой соглашение является хорошим стартом для экспансии российской атомной промышленности в этом регионе».

УДК 620.1.08

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ УЧЕТА. КОНЦЕРН «ЭНЕРГОМЕРА»

Материал подготовлен редакцией журнала
E-mail: concern@energomera.ru

Аннотация. Российские производители приборов учета электроэнергии считают, что совершенные электронные счетчики наиболее перспективные по сравнению с индукционными.

Ключевые слова: индукционные и электронные счетчики электроэнергии.

Lead: Russian manufacturers of energy accounting meters think that advanced electronic meters are more perspective comparing to inductive ones.

Keywords: inductive and electronic energy meters.

В девяностые годы XX века в России стало развиваться производство нового поколения приборов учета электроэнергии – электронных счетчиков. Во многом это стало возможно благодаря инновационным разработкам специалистов ОАО «Концерн «Энергомера», предложивших рискованную идею повсеместной замены индукционных счетчиков электроэнергии на более совершенные электронные модели. Теперь перспективность использования электронных счетчиков электроэнергии уже не вызывает сомнений.

Изменения в техническом оснащении сферы учета электроэнергии в России произошли на 20 лет позже аналогичных процессов в западных странах.

Прежде всего это связано с особенностями энергорасчетов в рамках советской экономической системы: при достаточно высоких показателях выработки электроэнергии ее цена оставалась заниженной. Такая ситуация вполне устраивала потребителей, а вопрос создания и использования высокоточных приборов учета не входил в разряд приоритетных. Сегодня ситуация изменилась.

Неэффективность применения индукционных счетчиков признана представителями всех уровней потребления электроэнергии и связана как с динамикой изменения энергорынка, так и с наличием более качественных электронных приборов учета.

Концерн «Энергомера» первым в России открыл дорогу электронным счетчикам электроэнергии. Именно на заводе измерительных приборов «Энергомера» было начато первое в стране серийное производство электронных приборов учета, отличные потребительские свойства которых вызвали высокий интерес потребителей. В настоящее время все энергосистемы во избежание потерь электроэнергии и для предотвращения лишних расходов делают свой выбор в пользу электронных приборов учета. Только очень незначительную часть рынка, которая уменьшается с каждым годом, занимают приборы учета устаревшего типа. Анализ рыночной ситуации показывает, что за последние семь лет при общем росте объема продаж электросчетчиков доля продаж индукционных приборов снизилась на 40% (рис. 1).



Рис. 1. Замещение индукционных счетчиков электроэнергии электронными

■ – Электронные □ – Индукционные

Многие небольшие компании, пользуясь сложившейся ситуацией, пытаются вывести на рынок дешевые электронные счетчики электроэнергии. Эти приборы зачастую не отвечают требованиям надежности и безопасности, а потому их использование чревато серьезными последствиями. Ведь от качества счетчика зависят не только расходы на электроэнергию, но и безопасность зданий и жилых помещений.

Как показывает практика, очень часто подобные компании-однодневки, получив деньги от продажи приборов учета, просто исчезают с горизонта, оставив потребителя с ненадежными счетчиками и всеми вытекающими отсюда проблемами. Единственный способ избежать этого – пользоваться услугами крупных производителей, проверенных временем. Се-

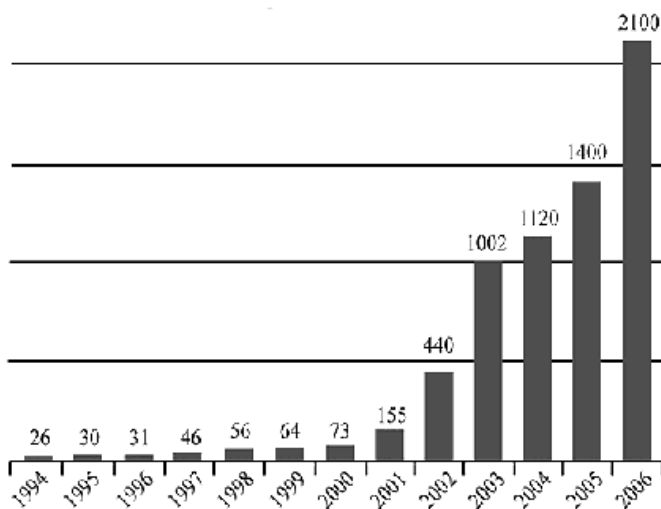


Рис. 2. Объемы производства электронных счетчиков электроэнергии «Энергомера» за 1994–2006 гг., тыс. шт.

годня Концерн «Энергомера» – один из лидеров в производстве самых массовых и качественных электронных приборов учета. И это по достоинству оценено потребителями (рис. 2).

Предприятия Концерна предоставляют наилучшие условия сотрудничества и сервис по сопровождению своей продукции. Эти характеристики позволяют компании достойно конкурировать с другими фирмами-производителями. Выбор за вами.

УДК 621.31

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ЭКСКАВАТОРОВ

Д.А. Благодаров, канд. техн. наук,
Ю.М. Сафонов, канд. техн. наук, МЭИ (ТУ),
А.Я. Микитченко, канд. техн. наук,
ОАО «Рудоавтоматика», г. Железногорск
E-mail: eakireeva@mail.ru

Аннотация. Показаны особенности работы приводов горных машин. Разработаны математические модели электротехнических комплексов для исследования режимов энергосбережения.

Ключевые слова: экскаватор, буровая установка, математическая модель, энергосбережение.

Lead. An article shows peculiarities of operation of drives of mining machines. Mathematical models of electrotechnical complexes for investigation of modes of energy saving were developed.

Keywords: excavator, drilling installation, mathematical model, energy saving.

Электротехнические комплексы горнодобывающих машин (экскаваторов, буровых установок и пр.), составляющие основные производственные мощности предприятий добывающей промышленности, характеризуются применением нескольких одновременно работающих вентильных электроприводов, получающих энергию от источника питания, мощность которого соизмерима с установленной мощностью электроприводов. Это обстоятельство приводит к тому, что вентильные электроприводы и источник энергии образуют систему, которой присущи следующие особенности: низкий коэффициент мощности, значительное отклонение напряжения сети от номинального, искажение синусоидальной формы напряжения. Указанные особенности отрицательно влияют как на характеристики самих электроприводов, так и на условия работы другого электрооборудования. Увеличиваются по-

тери электроэнергии в электрооборудовании, сокращается срок службы электроприемников за счет дополнительного старения изоляции, увеличивается погрешность электроизмерительных приборов, ухудшается работа систем автоматики, телемеханики, связи и т. п.

Другой технологической особенностью работы приводов горных машин является интенсивный повторно-кратковременный режим работы с механическими перегрузками вплоть до резких стопорений, изменение числа одновременно работающих электроприводов, а также работа в полевых условиях без постоянного квалифицированного ухода. Большее время простоя горнодобывающих машин связано как раз с поломкой механического оборудования (зубчатые передачи, канаты, зубья, коронки и пр.), поэтому в горнодобывающей промышленности остро стоит вопрос обеспечения ресурсосбережения и производительности

сти. В связи с этим система управления электроприводами должна обеспечивать необходимую плавность работы при выборе зазоров механических передач и натяжении канатов, требуемое качество переходных процессов регулируемых координат, возможность ухода с резонансных частот, желаемый вид статических механических характеристик приводов, снижение нагрузок на механическую часть в аварийных режимах.

Таким образом, средства электропривода должны оптимизировать технологический цикл работы механизма с точки зрения ресурсо- и энергосбережения при заданной производительности.

Оптимизировать систему управления электроприводами с точки зрения качества переходных процессов и снижения механических нагрузок (ресурсосбережения механического оборудования) позволяет анализ различных САУ с применением разного типа регуляторов, обратных связей, технологических защит и блокировок [1].

В современной экономической ситуации
вопрос эффективности энергопотребления

и обеспечения нормируемых показателей качества электрической энергии выходит на первый план. Решать проблему обеспечения энергосбережения и повышения качества электроэнергии в системе электроснабжения соизмеримой мощности, содержащей электроприводы с полупроводниковыми вентильными преобразователями, возможно за счет схемотехнической реализации силовой части преобразователей, алгоритмов коммутации вентилей, применения фильтро-компенсирующих устройств (ФКУ).

Для получения предварительных результатов по обеспечению энергосбережения уже на стадии проектирования электроприводов экскаваторов авторами в среде Matlab были разработаны математические модели электротехнических комплексов с детальным представлением элементов (электрическая сеть, преобразовательные устройства, электрические машины, механическая часть), с минимальным количеством допущений при моделировании и варьируемой погрешностью расчетов [2–4]. Проведенные исследования на моделях для электроприводов по системам ТП-Д

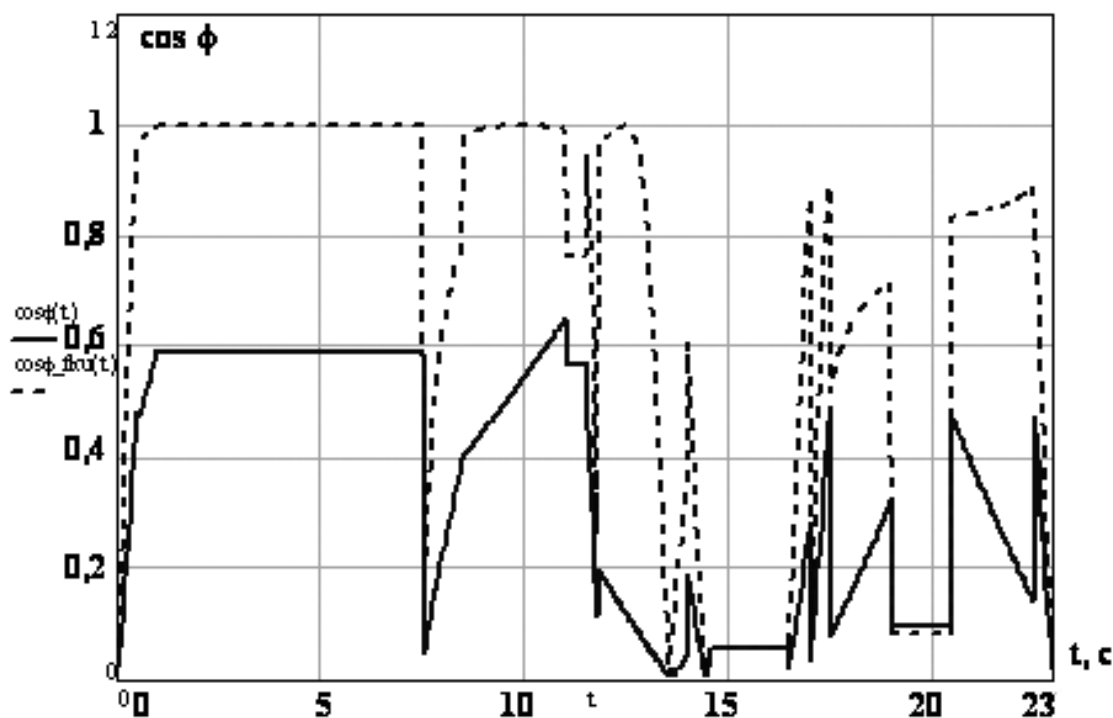


Рис. 1. Зависимости коэффициента мощности в цикле без компенсации и с компенсацией реактивной мощности (электроприводы экскаватора ЭК-5 выполнены по системе НПЧ-АД)

и НПЧ-АД позволили дать количественные оценки по составляющим потребляемой мощности главными приводами (подъема, напора и поворота) и в целом экскаватора во всем цикле экскавации. Показано, что уровень потребляемой из сети реактивной мощности существенно образом меняется в цикле экскавации (рис. 1).

Проведенные дополнительные исследования позволили сделать предложения по применению фильтро-компенсирующих устройств. ФКУ включается со стороны сети параллельно преобразователю и не ухудшает, таким образом, его КПД. Такое совмещение очень органично, так как компенсирующие емкости, обеспечивая в сети $\cos \varphi = 1$, позволяют выполнить на себе одновременно фильтры на наиболее значительные высшие гармоники (ВГ), приближая общий коэффициент мощности к единице.

Промышленный образец НКУ по системе ТП-Д (рис. 2) разработки ОАО «Рудоавтоматика» (г. Железногорск, Курская обл.) работает на модернизированном экскаваторе ЭКГ-5А. Для уменьшения загрузки трансформатора и кольцевого токоприемника экскаватора к вторичной стороне трансформатора присоединено одноступенчатое ФКУ с фильтрами на 5-ю и 7-ю гармоники. При увеличении загрузки трансформатора ФКУ включается с помощью тиристорного коммутатора. Потребляемый сетевой ток значительно уменьшается, а форма его приближается к синусоидальной (рис. 3). На рис. 4 приведена осциллограмма соответствующего сетевого напряжения.

В зависимости от уставки включения-отключения среднецикловой коэффициент мощности может быть как отстающим, так и опережающим, оставаясь близким к единице. Удельное энергопотребление этого экскаватора по сравнению с другими аналогичными, оборудованными традиционной си-

стемой АД-Г-Д, в 1,9 раза на тонну продукции меньше. Коэффициент искажения синусоидальности напряжения в точке подключения экскаватора к сети с мощностью короткого замыкания 8 МВА при наибольшей нагрузке не превышает 5% [5].

Исследования показали, что трехступенчатое ФКУ обеспечивает среднецикловой коэффициент мощности не ниже 0,98, коэффициенты искажения синусоидальности токов и напряжения как в 12-, так и в 6-пульсном режиме с запасом обеспечивают требования ГОСТ 13 109–97 при мощности короткого замыкания сети 25–30 МВА. По итогам проводимых исследований предполагается разработка универсальной методики оценки энергосбережения и расчета экономического эффекта при модернизации электропривода типовой горнодобывающей машины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключев В.И. Ограничение динамических нагрузок электроприводов. М.: Энергия, 1971.
2. Благодаров Д.А., Кожиченков В.С., Сафонов Ю.М. Имитационная модель системы НПЧ-АД для экскаваторного электропривода// Привод и управление. 2004. № 1–2. С. 23–26.

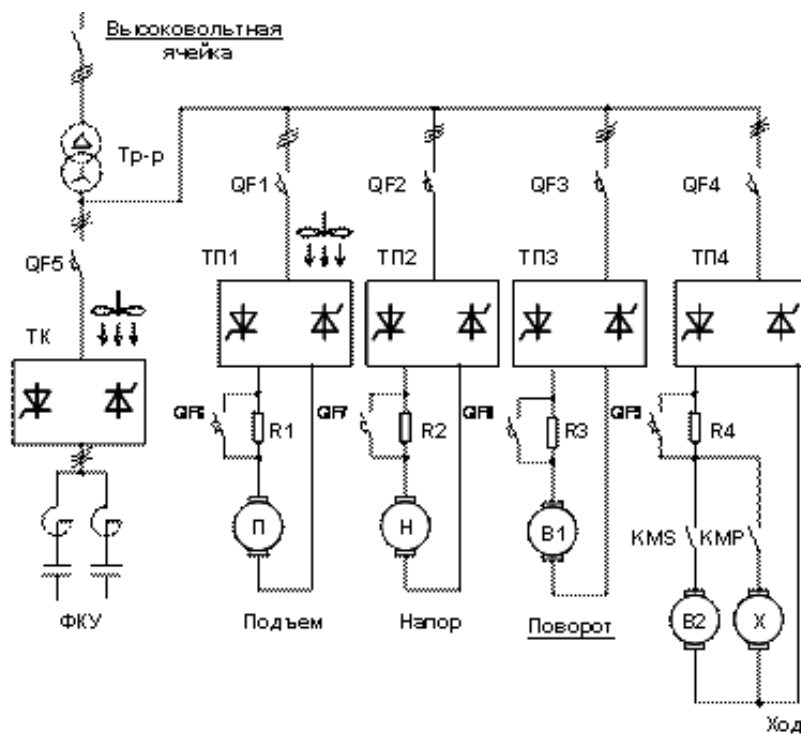


Рис. 2. Система ТП-Д на ЭКГ-5. Схема якорных цепей

<< 28

Анна Ловержон предсказывает, что ее компания захватит треть мирового рынка новых реакторов в течение ближайших 20 лет, говоря о том, что у ядерной энергетики «большое будущее».

Чего не скажешь о «фронтах» компании, которая, строя в Финляндии третий год реактор нового поколения, отстает от графика, а стоимость постройки прошла путь от 4,1 млрд до 7,2 млрд долл. США. В добавление ко всем бедам «Аревы», сорвался договор о поставке четырех реакторов в Абу-Даби в декабре 2009 года. Когда корейская компания «КЕРСО» выиграла тендер в ОАЭ в размере \$ 20 млрд, что на 10 млрд ниже предлагаемых Areva.

Трудности Areva подчеркиваются основной проблемой, с которой сегодня сталкиваются ядерная энергетика во всем мире: ее цена. Опасения по поводу энергетической безопасности и глобального потепления заставили многих политиков и экологов пересмотреть свои ядерные взгляды на будущее «мирного атома», в результате чего затраты на строительство реакторов возросли вдвое больше на протяжении последнего десятилетия, по сравнению с обычными электростанциями, в соответствии с докладом IHS Cambridge Energy Research Associates.

Официально, финансовая отчетность Areva говорит о снижениях прибыли в 2009 году. Но в 2010 году эксперты компании ожидают «значительный рост».

Компания Areva в отчете заявила о чистой прибыли в 552 млн евро за 2009 год против 589 млн в 2008 году, а оборотные средства компании на конец января этого года составили 8,5 млрд евро (на 5,4% больше по сравнению с предыдущим периодом).

>> 41

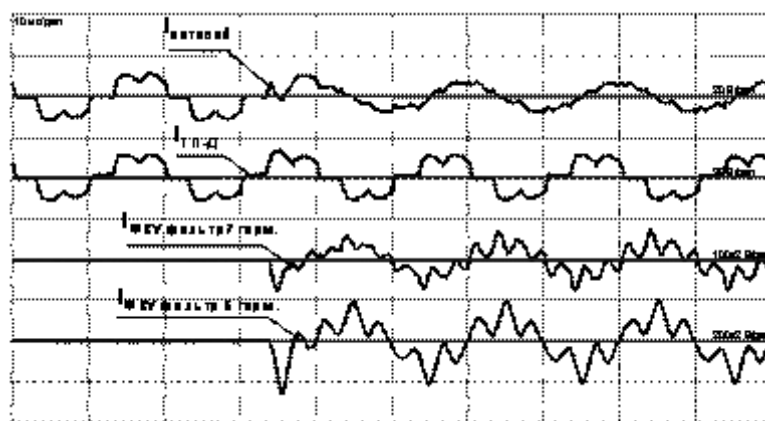
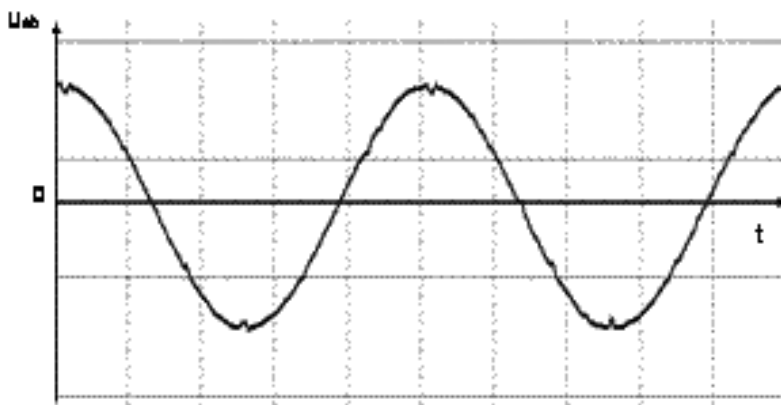


Рис. 3. Включение ФКУ на ЭКГ-5



$K_{и.н.} = 0,99878$ $K_{и.с.} = 4,9\%$

Рис. 4. Осциллограмма линейного напряжения сети

3. Благодаров Д.А., Резниковский А.М., Сафонов Ю.М. Математические модели для исследования энергопотребления электротехнических комплексов карьерных экскаваторов // Тез. докл. V Международной научно-практической конференции «Наука и новейшие технологии при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых». РГГРУ, 4–6 апреля 2006 г. М., 2006. С. 169.

4. Благодаров Д.А., Сафонов Ю.М., Шевырев Ю.В. Методы моделирования для оценки эффективности энергопотребления вентильных электроприводов // Труды V Международной (XVI Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2007: 18–21 сентября 2007 г. Санкт-Петербург, 2007. С. 513–516.

5. Микитченко А.Я., Сафошин В.В. Сафонов Ю.М., Благодаров Д.А. Разработка экскаваторных электроприводов. // Докл. научн.-метод. семинара «Научной и учебно-методической школе электропривода МЭИ 80 лет» М.: Издательский дом МЭИ, 2010. С. 22–35.

УДК 628.1.2.3

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРОДА МОСКВЫ

С.В. Храменков,
генеральный директор МГУП «Мосводоканал»
E-mail webmaster@mosvodokanal.ru

Аннотация. Проанализированы основные направления деятельности предприятия и выявлены резервы экономии энергоресурсов.

Ключевые слова: экономия электроэнергии, питьевая вода, парниковый эффект, мини-ТЭС, биогаз, экология.

Lead: An article analyses basic directions of activity of the enterprise and determines reserves of economy of energy resources.

Keywords: economy of electrical energy, drinking water, greenhouse effect, mini TPP, biogas, ecology.

Ежегодные конференции и выставки, посвященные поиску путей повышения энергоэффективности, стали серьезной интеллектуальной площадкой, где обсуждаются самые современные, экологически чистые технологии выработки тепловой и электрической энергии, экономии энергоресурсов.

Эти вопросы находятся в центре внимания и коллектива Мосводоканала.

Предприятие является одним из старейших в системе городского хозяйства Москвы и крупнейшей в России компанией, оказывающей услуги водоснабжения и водоотведения более чем 13 млн жителей Московского региона.

Производство питьевой воды осуществляют 5 станций водоподготовки суммарной мощностью 6,7 млн куб. м/сут. Система водоотведения Москвы включает 4 комплекса очистных сооружений общей производительностью 6,3 млн. куб. м/сут. Годовое потребление

электроэнергии Мосводоканалом составляет более 1,3 млрд кВт·ч.

Следует отметить, что основные объекты предприятия построены на основании тех технологий, которые были разработаны еще в первой половине или в середине XX века. В те далекие годы никто не думал об экономии ресурсов. Основной задачей было обеспечение максимально возможной производительности сооружений. Сейчас, во время глобальных кризисных явлений в экономике, проблема рационального и эффективного потребления природных и энергетических ресурсов становится особенно актуальной.

Президент Российской Федерации Д.А. Медведев неоднократно подчеркивал необходимость скорейшей реализации проектов по энергосбережению, развития энергосберегающих и энергоэффективных технологий, внедрения альтернативной энергетики. В послед-

ние годы Правительством России принят ряд основополагающих документов, направленных на повышение энергетической и экологической безопасности. Возобновляемые источники энергии объявлены одним из энергосоритетов страны.

Мосводоканал активно включился в работу по реализации ресурсосберегающих и экологических проектов.

Основными мероприятиями являются:

- увеличение выработки малых ГЭС;
- замена насосного оборудования с установкой преобразователей частоты и созданием объединенных систем автоматического управления;
- внедрение систем оборотного водоснабжения;
- снижение количества утечек за счет реновации трубопроводов и замены запорной арматуры;
- установка приборов учета.

Ежегодный объем экономии электроэнергии на предприятии составляет около 100 млн. кВт. ч. Такого количества электроэнергии хватило бы, например, на электроснабжение всего Восточного административного округа в течение месяца.

Экономия электроэнергии в системах освещения – еще одно направление, имеющее большую перспективу. Мы отказались от применения ламп накаливания и ртутно-содержащих ламп и устанавливаем энергосберегающие светильники с датчиками движения и реле времени. Однако высокая стоимость энергосберегающих ламп (в 10–15 раз дороже) делает такие новации долго окупаемыми. Считаю более перспективным направлением – производство светодиодных светильников, имеющих срок службы свыше 50 тысяч часов, за ними – будущее.

Важным достижением работы предприятия за последние 10 лет является то, что рациональное и бережное использование питьевой воды удалось сделать одной из стратегических задач в городе Москве.

По инициативе Мосводоканала в столице проведена работа по установке в жилых домах приборов учета воды. К настоящему времени общедомовые приборы учета установлены более чем в 98% жилых строений. В ре-

зультате водопотребление в Москве сократилось до 230 л/чел./день и продолжает снижаться. В масштабах многомиллионного мегаполиса это заметно уменьшило антропогенную нагрузку на водную среду.

Наша стратегия – это экономия не только холодной, но и горячей воды. Уменьшение потребления горячей воды является частью программы по сокращению выбросов парниковых газов. Жители России любят использовать воду «погорячее». Поэтому температура сточных вод, образующихся в результате жизнедеятельности города, в европейских столицах 12–14 градусов, а в Москве – 16–18 градусов в зимний период и 24–27 градусов – в летний.

Особое внимание в Москве уделяется внедрению в коммунальную энергетику альтернативных источников энергии. С начала текущего года началась эксплуатация мини-ТЭС мощностью 10 МВт, работающей на биогазе Курьяновских очистных сооружений. В результате реализации данного проекта 70 млн. кВт. часов, или 50% электро- и теплоэнергии Курьяновские очистные сооружения получают за счет собственного ее производства. При этом 70 млн. кВт. часов, ранее потреблявшихся очистными сооружениями, «остались» в городе. Использование биогаза способствует повышению энергетической эффективности и экологической безопасности работы очистных сооружений. Теперь мы можем осуществлять процесс очистки сточных вод даже в условиях полного отсутствия напряжения во внешних электросетях. В этом мы убедились, когда произошла глубокая посадка напряжения от подстанции № 665 «Курьяново» ОАО «МОЭСК». Раньше это привело бы к остановке очистных сооружений. Сейчас же мини-ТЭС автоматически поддержала работу станции аэрации. Теперь системные аварии, аналогичные той, что была 25 мая 2005 г., нам не страшны. Принято решение о строительстве в 2010 году такой же станции и на Люберецких очистных сооружениях.

Следует подчеркнуть, что мини-ТЭС, работающие на биогазе, являются экологически чистыми источниками энергии. Это важная техническая инновация, направленная не только на получение энергии, но и на сокращение выбросов газа в окружающую сре-

ду, снижение парникового эффекта, что очень важно в условиях глобального потепления климата. Это дорогостоящие проекты, но затраты на их реализацию оправданны. Подсчитано, что в результате ввода в эксплуатацию указанной станции и в связи с этим снижения потребления электроэнергии из распределительной сети города выбросы в атмосферу сократятся на 6500 т в год в эквиваленте CO₂. Мы подготовили пакет своих экологических проектов в области энергосбережения, уже реализованных и запланированных к реализации, для передачи в Минэкономразвития РФ, как соответствующих условиям Киотского протокола.

Предприятие активно внедряет и другие энергоэффективные, экологически чистые технологии мирового уровня.

Известно, что в Москве сложившаяся система отопления и горячего водоснабжения жилых домов организована как система централизованного теплоснабжения. Тепловые сети в городе превышают 12 тыс. км, имеют значительную степень износа. Действующая система требует больших энергетических и финансовых затрат в эксплуатации.

Поиск альтернативных, более дешевых видов энергии дал возможность Мосводоканалу начать установку тепловых насосов на коллекторах городской канализационной сети. Это позволяет обеспечивать дешевым теплом городские здания и сооружения. Подобная технология активно используется в мире. На одной из канализационных станций города мы отказались от системы централизованного теплоснабжения и реализовали такой проект. В качестве источника тепла используется тепло сточной воды (+18°C) для отопления многоэтажного здания станции. При этом финансовые затраты на отопление станции снизились в четыре раза.

В соответствии с разработанной программой мы планируем постепенно перевести на новый способ отопления и другие канализационные насосные станции предприятия. Учитывая протяженность канализационной сети города, а это свыше 7 тысяч км, перспективы у проекта большие. Теплом сточных вод можно отапливать не менее 150 тысяч квартир, или до 10 млн. кв. м жилой площади.

Считаем, что открывающиеся возможности могут шире использоваться при строительстве нового жилья. Например, в поселке Некрасовке Московской обл. строится новый микрорайон. Одновременно сооружается районная тепловая станция (РТС). Почему бы вместо этого не поставить мощные насосы на канализационном канале Люберецких очистных сооружений и не отапливать данный район по сути «дармовой» и экологически чистой энергией?

Предприятие также использует тепло сточных вод на снегоплавных пунктах для утилизации снега с городских улиц. Такая «зеленая» энергетика выгодна и с точки зрения экономии денежных средств, и для сохранения невозобновляемых природных ресурсов.

<< 38

А на 2012 год компания ориентирована на обороте в 12 млрд евро. Это подчеркивается финансовым планом компании, в котором предусматривается вступление в деятельность Areva новых партнеров с последующим увеличением общего капитала компании до 15%. Здесь имеется в виду японский интерес, о чем ведется много разговоров в высших кругах правления Areva» насчет возможного слияния капиталов с концерном «Мицубиси» (Mitsubishi), что может произойти в ближайшие месяцы.

K2Capital

ИНВЕСТИПРОГРАММА ОАО «ОГК-3» НА 2010 Г. СОСТАВИТ ОКОЛО 25 МЛРД РУБЛЕЙ

Инвестиционная программа ОАО «ОГК-3» на 2010 г. составит около 25 млрд руб., сообщил в эфире РБК-ТВ генеральный директор компании Владимир Колмогоров. Эти деньги, по его словам, планируется преимущественно вложить в реализацию нескольких основных проектов, включая строительство Джубинской ТЭС мощностью 180 МВт, третьего блока Харанорской ГРЭС и замену двух блоков Черепетской ГРЭС. «Черепетская станция отработала свое, и нам надо в пределах 2013–2014 гг. ввести новые мощности и избавиться от старых», – сказал В. Колмогоров.

Он также сообщил, что «чуть больше 2 млрд руб.» в 2010 г. будет потрачено на модернизацию и реконструкцию, включая капремонт блока мощностью 1200 МВт на Костромской ГРЭС. При этом В. Колмогоров подчеркнул, что инвестиционная программа компании будет финансироваться за счет собственных средств. «Деньги у нас есть собственные, то есть заемных средств мы не используем», – отметил гендиректор ОГК-3. Как ранее сооб-

>> 42

<< 41

щал В. Колмогоров, инвестпрограмма ОГК-3 до 2020 г. составляет 92,33 млрд руб. и предполагает увеличение суммарной установленной мощности электростанций компании с 8 тыс. 357 МВт до 10 тыс. МВт.

РосБизнесКонсалтинг

ЗАКОНОПРОЕКТ ПО ОБРАЩЕНИЮ С РАО КО 2-МУ ЧТЕНИЮ СТАЛ БОЛЕЕ ЖЕСТКИМ

Законопроект по обращению с радиоактивными отходами (РАО) после принятия Госдумой РФ в первом чтении был доработан и стал более жестким, объекты захоронения РАО документ теперь четко закрепляет в федеральной собственности, заявил заместитель генерального директора Росатома Евгений Евстратов в ходе круглого стола в РИА «Новости», посвященного принятию законопроекта.

«Ко второму чтению законопроекта в Государственной думе мы получили около 160 поправок в документ от регионов. Закон после доработки стал более четким и жестким. Мы согласились, что объекты захоронения отходов могут быть только в федеральной собственности. В законе также есть пункт о полной финансовой ответственности производителя отходов», – сказал он. В первом чтении законопроект был принят нижней палатой парламента 20 января 2010 года.

Евстратов отметил, что впервые «за долгую историю атомной отрасли России у нас в стране появился такой документ».

За время существования атомной программы СССР в стране было накоплено около 500 миллионов тонн радиоактивных отходов.

В настоящее время законодательство России содержит отдельные положения в отношении обращения с РАО, однако они носят фрагментарный характер и не формируют доста-

>> 45

Конечно, подобные проекты с применением экологически чистых технологий заслуживают особого внимания и требуют определенных инвестиционных вложений. Для более активного привлечения инвестиций необходимо снять жесткие законодательные ограничения в этой области, создать на государственном уровне благоприятную бизнес-среду.

Приоритетными ресурсосберегающими и экологическими проектами в Москве являются следующие.

Завод по сжиганию осадка на Люберецких очистных сооружениях производительностью 105 тыс. тонн сухого вещества в год. Цель проекта – улучшение экологической обстановки в Московском регионе.

Реконструкция очистных сооружений с внедрением современных технологий удаления биогенных элементов мощностью 800 тыс. куб. м/сут с целью улучшения качества воды в реке Москве.

Строительство ГЭС на Зубцовском гидроузле мощностью 10 МВт с объемом выработки до 50 млн кВт·ч. в год.

Строительство мощных теплонасосных установок на сооружениях московской канализации с использованием тепла сточных вод для отопления зданий и сооружений города.

Строительство сооружений по гидросортировке мусора. Хочу пояснить, что гидросепарация – это биологический процесс утилизации твердых бытовых отходов. Процесс обеспечивает санитарную безопасность отходов, энергетически независим и предназначен для максимального возврата вторичного сырья. При этом удельная выработка электроэнергии составляет порядка 100 кВт на 1 тонну твердых бытовых отходов (ТБО). Расчеты показывают, что при обработке ТБО в масштабах города можно ежегодно получать свыше 100 МВт·ч «зеленой», экологически чистой электроэнергии.

Необходимо подчеркнуть, что все вышеперечисленное является только началом большого пути. Нам необходимы новые технологии, и мы готовы к сотрудничеству во внедрении современных ресурсосберегающих и экологических проектов.

Говоря о масштабных проектах, мы вместе с тем отчетливо понимаем, что люди нуждаются в четких рекомендациях: как экономить воду, как починить кран, как правильно установить стиральную или посудомоечную машину. Какие преимущества дает использование приборов учета воды и тепла, многотарифных счетчиков электроэнергии? Эти вопросы должны быть в центре внимания прежде всего работников коммунальных служб города. От нас зависит привнесение в жизнь каждого человека конкретных действий по экономии воды, тепла, газа, электроэнергии.

В заключение я хотел бы выразить надежду, что опыт нашего предприятия будет полезен не только для москвичей, но и для жителей других регионов страны.

УДК 620.98

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИБП ПРИ ВНЕШНЕМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ

А.В. Рагуткин,

канд. техн. наук, МЭИ (ТУ)

E-mail: RagutkinAV@yandex.ru

Аннотация. Приведена классификация режимов работы ИБП с точки зрения защиты при косвенном прикосновении. Даны особенности функционирования ИБП при внешнем КЗ и перегрузке.

Ключевые слова: ИБП, внешнее КЗ, перегрузка, функционирование.

Lead: An article states classification of modes of operation of UPS from the point of view of protection during indirect contact. An article states peculiarities of functioning of UPS during external short circuit and overload.

Keywords: UPS, external short circuit, overload, functioning.

В статье журнала «Электрооборудование: эксплуатация и ремонт» № 10, 2009 г. были приведены топологии ИБП статического типа в соответствии с классификацией, приводимой в стандарте, и рассмотрены режимы работы этих топологий. Так, для ИБП резервного типа стандарт [1] выделяет следующие режимы работы: нормальный и автономный.

Введем классификацию, позволяющую выделить два возможных варианта питания нагрузки – через инвертор или минуя последний [2]:

- инверторный режим работы, аналогичный работе в автономном режиме в классификации стандарта для топологии резервного типа;
- режим работы от сети, работа в нормальном режиме в соответствии с классифика-

цией, приводимой в стандарте для топологии резервного типа.

В табл. 1 приведена данная классификация для всех топологий.

В сегментах средней и большой мощности наибольшее распространение получили ИБП топологии двойного преобразования. Рассмотрим поведение этой топологии при внешнем коротком замыкании или перегрузке.

В соответствии с классификацией, приведенной в табл. 1, возможно два варианта питания нагрузки: через инвертор или минуя последний [2]:

- инверторный режим работы, аналогичный работе в нормальном и автономном режимах работы в соответствии с классификацией стандарта для топологии двойного преобразования;

Таблица 1

Классификация режимов работы ИБП с точки зрения защиты при косвенном прикосновении

Топология	Режим работы в соответствии с классификацией стандарта	Режим работы в соответствии с классификацией автора
ИБП резервного типа (passive standby)	нормальный режим работы	от сети
	автономный режим работы	инверторный
ИБП линейно-интерактивного типа (line interactive)	нормальный режим работы	от сети
	автономный режим работы	инверторный
	байпас	от сети
ИБП с двойным преобразованием (double conversion)	нормальный режим работы	инверторный
	автономный режим работы	инверторный
	байпас	от сети

- режим работы от резервной сети, работа в режиме байпас в соответствии с классификацией, приводимой в стандарте для топологии двойного преобразования.

Для анализа понимания процессов, происходящих в ИБП при перегрузке или внешнем коротком замыкании, приведем перегрузочную характеристику ИБП (рис. 1), которая представляет собой времятоковую зависимость (ток нагрузки и время его протекания), определяющую режим работы ИБП. Важной особенностью работы ИБП в инверторном режиме является

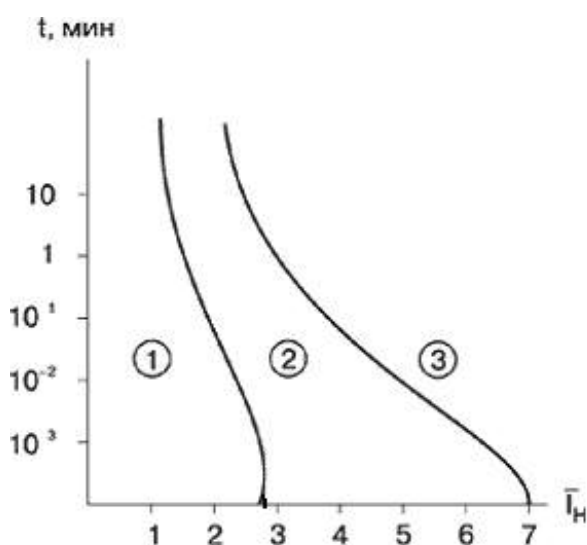


Рис. 1. Перегрузочная характеристика ИБП:
1 – область работы в инверторном режиме;
2 – область работы в режиме байпас;
3 – область автоматического отключения

то обстоятельство, что при возникновении перегрузки или при внешнем коротком замыкании (КЗ), когда величина тока нагрузки превышает определенное значение, инвертор переходит в режим источника тока (рис. 2), ограничивая максимальное значение тока нагрузки на величине ограниченного тока – $I_{огр}$. Эта величина согласно ГОСТ 27 699–88 [3] не должна превышать $2I_{ном}$ инвертора в течение 0,1 с.

Для современных ИБП инвертор обеспечивает ограниченный ток – $I_{огр}$ в диапазоне 2–3 $I_{ном}$ в течение 1 с, в зависимости от производителя и марки ИБП. Данная характеристика указывается производителем в каталожных данных. Так, например, для ИБП фирмы Gutor $I_{огр} = 2I_{ном}$, который будет протекать в течение 100 мс.

Для ИБП фирмы MGE серии Galaxy 1000 PW номинального ряда мощностей 30, 40, 60, 80 кВА ограниченный ток будет равен 2,33 $I_{ном}$. Для серии Galaxy PW номинального ряда

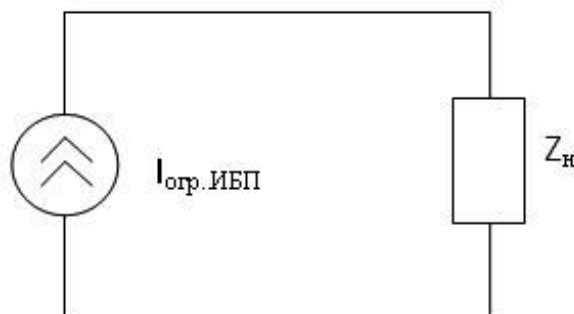


Рис. 2. Схема ИБП при токоограничении

мощностей 40, 60, 80, 100, 120, 200 кВА ограниченный ток будут равен $2,33 I_{ном}$. Для серии 3000 ТМ номинального ряда мощностей 10, 15, 20, 30 кВА $I_{огр}$ равен $2,7 I_{ном}$. Для ИБП фирмы MGE серии Galaxy 1000 PW номинального ряда мощностей 30, 40, 60, 80 кВА ограниченный ток будут равен $2,33 I_{ном}$. Для серии Galaxy PW номинального ряда мощностей 40, 60, 80, 100, 120, 200 кВА ограниченный ток будут равен $2,33 I_{ном}$. Для серии 3000 ТМ номинального ряда мощностей 10, 15, 20, 30 кВА $I_{огр}$ равен $2,7 I_{ном}$.

Режим токоограничения обусловлен тем, что для создания инвертора используют полупроводниковые элементы. На данном этапе наибольшее распространение получили IGBT транзисторы, биполярные транзисторы с изолированной базой. При протекании через них тока определенной величины транзисторы могут терять свои рабочие качества, то есть перестают соответствовать своим номинальным характеристикам. Поэтому необходимо ограничивать величину тока через транзисторы на уровне, при котором сохраняется их работоспособность. Поэтому, если величина выходного тока ИБП становится равной или превышает величину $I_{огр}$, то, как говорилось ранее, ИБП перейдет в режим источника тока и в течение времени, определяемого производителем (обычно 1 с), выдает в сеть $I_{огр}$. По истечении этого времени произойдет переключение ИБП на байпас, что соответствует области 2 на рисунке 1, или же произойдет автоматическое отключение ИБП, что соответствует области 3 на рис. 1. Переключение на режим работы байпас возможно при наличии питания в резервной сети (байпас) и если выходное напряжение и частота инвертора согласованы с частотой и напряжением байпаса.

Для ИБП фирмы Gutor перевод нагрузки на питание от сети байпас возможен при выполнении следующих условий:

- напряжение байпаса находится в пределах $\pm 10\%$ от номинального выходного напряжения ИБП;
- частота байпаса находится в пределах $\pm 6\%$ от номинальной частоты ИБП;
- выход инвертора синхронизирован с напряжением байпаса.

Следует отметить, что цепь байпаса также обладает определенной перегрузочной способностью.

Для того же ИБП фирмы Gutor номинальный ток цепи байпас составит 200% от номинального тока инвертора, то есть $I_{ном}$ байпаса = $2 I_{ном}$ инвертора, и байпас должен выдерживать следующие уровни перегрузки и КЗ:

- 1000% от номинала ИБП в течение 100 мс;
- 150% от номинала ИБП в течение 1 мин.;
- 125% от номинала ИБП в течение 10 мин.

Перегрузочную способность байпаса необходимо учитывать при расчетах максимального тока короткого замыкания за ИБП, так как при величине тока КЗ, протекающего по цепи байпас, равной 7–10 $I_{ном}$ ИБП, произойдет автоматическое отключение питания в течение 100 мс (переход в область 3

<< 42

точную правовую базу для обеспечения безопасного с ними обращения.

Законопроект предусматривает создание единой государственной системы обращения с РАО. При этом предлагается определить госкорпорацию «Росатом» органом государственного управления в области обращения с РАО, установить ее полномочия и функции в этой сфере, установить полномочия и функции органов государственного регулирования безопасности в данной области, а также национального оператора по обращению с радиоактивными отходами. После принятия закона по РАО правительство РФ выпустит постановление, определяющее национального оператора по обращению с такими отходами.

К основным полномочиям национального оператора относится прием РАО от производителей и их захоронение. Кроме этого, законопроектом уточняется обязанность производителей и специализированных организаций по обращению с РАО.

Ранее Евстратов в интервью РИА «Новости» сообщил, что Росатом планирует провести инвентаризацию технологии переработки и хранения РАО на своих предприятиях и по ее итогам может отказаться от возведения некоторых объектов.

РИА Новости

ИНСТИТУТ ГИДРОПРОЕКТ СПРОЕКТИРУЕТ ДВЕ ГЭС В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ

Институт Гидропроект (под управлением Инженерного центра ЕЭС) будет участвовать в разработке предТЭО и ТЭО двух гидроузлов «Тортуго» и «Ллуримагуас» в Эквадоре. Институт будет выполнять работы в составе международного консорциума из мексиканской и эквадорской компаний.

>> 46

<< 45

В ушедшем 2009 г. Эквадор объявил о проведении международного тендера на выбор фирмы-консультанта по проведению инженерных изысканий и разработку предТЭО и ТЭО для каскада гидроузлов на р. Гуалибамба. Институт Гидропроект принял участие в конкурсе в консорциуме с мексиканской компанией «Технопроект» и местной эквадорской фирмой. Их совместное предложение заняло первое место в тендере.

Эквадорская фирма берет на себя проведение полевых инженерных изысканий, а также исполнение представительских функций. В частности, она откроет офис в столице Эквадора городе Кито и на площадке строительства будет решать все местные организационные вопросы. Мексиканская компания «Технопроект» и Институт Гидропроект совместно разработают предТЭО и ТЭО этих гидроузлов. Каскад ГЭС включает в себя два гидроузла: «Тортуго» мощностью 230 МВт и «Ллуримагуас» мощностью 140 МВт. В конце января Гидропроект провел переговоры в столице Эквадора городе Кито по согласованию разделения объемов услуг, стоимости и условий договора и подписал с мексиканской компанией «Технопроект» договор субподряда.

Южная Америка – регион для Института Гидропроект не новый. В 70–80 гг. прошлого столетия Институт принимал участие в проектировании гидроузлов в Перу, Аргентине, Колумбии и Бразилии. Так, в Перу Гидропроект выполнил проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы по гидроэнергетическому комплексу «Ольмос» на стадиях ТЭО и технический проект. В Аргентине с участием специалистов Гидропроекта был разработан уникальный проект гидроуз-

>> 52

на рис. 1). В случае же расчета минимального тока КЗ для обеспечения защиты при косвенном прикосновении перегрузочную способность байпаса можно не учитывать, так как протекание тока однофазного КЗ не может привести к перегрузке байпаса.

Необходимо отметить, что в режиме токоограничения (при работе в инверторном режиме) происходит искажение синусоидальности выходного напряжения, но действующее значение выходного напряжения $U_{вых}$ остается неизменным (что подтверждено опытами). Это связано с тем, что кроме токоограничения, важной особенностью функционирования ИБП при внешнем коротком замыкании, перегрузке является поддержание выходного напряжения.

В зависимости от типа инвертора можно использовать различные способы регулирования выходного напряжения, которые можно разделить на три группы:

- 1) регулирование напряжения на входе инвертора;
- 2) регулирование напряжения посредством воздействия на процессы в инверторе, влияющие на выходное напряжение;
- 3) регулирование напряжения непосредственно на нагрузке за счет использования стабилизаторов переменного напряжения на выходе инвертора.

Учитывая вышеперечисленные свойства ИБП статического типа поддерживать напряжение при внешних возмущениях, можно считать ИБП статического типа идеальным источником напряжения. Перечисленные особенности функционирования ИБП при внешнем коротком замыкании, перегрузке – поддержание выходного напряжения и токоограничение – существенно влияют на величину тока КЗ и, следовательно, их необходимо учитывать при расчете тока КЗ за ИБП.

Методика расчета тока КЗ при питании от ИБП будет подробно рассмотрена в следующем журнале.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект № МК-8074.2010.8).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. IEC 62 040–3 (1999-03) Uninterruptible power systems (UPS) – Part 3: Method of specifying the performance and test requirements.
2. Рагуткин А.В. Разработка методики проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении в электроустановках до 1 кВ при электроснабжении от источников бесперебойного питания статического типа // Автореф. канд. дисс. М.: 2009.
3. ГОСТ 27 699–88. Системы бесперебойного питания приемников переменного тока. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 1993. 23 с.

УДК 621.3.06

АНАЛИЗ РАБОТЫ ФИЛЬТРУЮЩИХ И КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

И.Г. Буре, канд. техн. наук,
И.М. Хевсуриани, канд. техн. наук,
Д.Р. Нурмеева, аспирант, МЭИ (ТУ), г. Москва
E-mail: eakireeva@mail.ru

Аннотация. Очень часто в системах электроснабжения одновременно приходится решать две задачи: компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник тока и напряжения. В цеховых промышленных сетях для компенсации реактивной мощности устанавливают, как правило, конденсаторные батареи, а для снижения высших гармоник применяют силовые фильтры. Использование силовых фильтров и конденсаторных батарей в одной цеховой сети может привести к возникновению резонанса. Проводимые исследования направлены на решение задачи обнаружения допустимой области значений параметров фильтров и конденсаторных батарей, в которой возможно избежать резонанса.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, высшие гармоники, силовой гибридный фильтр, явление резонанса.

Lead. Very often two tasks should be solved simultaneously in the systems of energy supply: compensation of reactive power and filtration of high current and voltage harmonics. Capacitor banks are as a rule installed in shop industrial networks for reactive power compensation and power filters are used for reduction of high harmonics. Usage of power filters and capacitor banks in one shop network can cause occurrence of resonance. Investigations are directed towards solution of task of detection of acceptable range of values of filters' and capacitor banks' parameters in which it is possible to avoid resonance.

Keywords: reactive power compensation, high harmonics, power hybrid filter, resonance condition.

Резонанс – явление в электрической цепи (или на ее участке), содержащей индуктивные и емкостные элементы (хотя бы по одному), возникающее в случае, когда реактивное сопротивление или реактивная проводимость этой цепи (или ее участка) равны нулю.

При резонансе напряжение и ток совпадают по фазе. А реактивная мощность равна нулю.

Основными видами резонанса являются резонанс напряжений при последовательном и резонанс токов при параллельном соединении элементов с активными, индуктивными и емкостными сопротивлениями.

Очень часто в системах электроснабжения одновременно приходится решать две задачи: компенсация реактивной мощности и фильтрация ВГ тока и напряжения. Для ком-

пенсации реактивной мощности в электрических сетях общего назначения на напряжении 10 кВ применяются статические конденсаторы, устанавливаемые на шинах подстанции. А для борьбы с искажением синусоидальности кривой питающего напряжения наибольшее распространение получили силовые фильтры. Их действие основано на эффекте резонанса для определенной частоты последовательно включенных конденсатора и реактора (LC-фильтры). Для гармоник соответствующей резонансной частоты эта цепь представляет собой наименьшее сопротивление. Именно поэтому токи этой гармоники будут протекать преимущественно по указанному пути, а в цепях других потребителей их значение существенно уменьшится. Недостатком этого вида фильтров является избирательность их действия на гармонический состав токов нелинейной нагрузки, что приводит к необходимости установки нескольких LC-цепочек, каждая из которых настроена в резонанс на соответствующую гармонику, присутствующую

в спектре несинусоидального тока потребителя. Преимущество – емкость конденсаторов LC-фильтров можно использовать для компенсации реактивной мощности. Однако, если мощность, необходимая для компенсации велика, использовать только емкость входящих в состав фильтрующих устройств конденсаторов нецелесообразно. Это приводит к увеличению габаритов и к возрастанию стоимости фильтрующих устройств. Поэтому для подавления ВГ устанавливают силовые фильтрующие устройства непосредственно у потребителя, а на шинах 10 кВ подстанции размещают статические компенсаторы реактивной мощности. При этом встает вопрос об оптимальном соотношении мощностей фильтрующих и компенсирующих устройств на основной частоте и их влиянии на режимы работы сети.

Для решения этих вопросов были проведены исследования распределительной сети напряжением 10 кВ, имеющей в своем составе нелинейную нагрузку (рис. 1). Нелинейной нагрузкой являются руднотермические

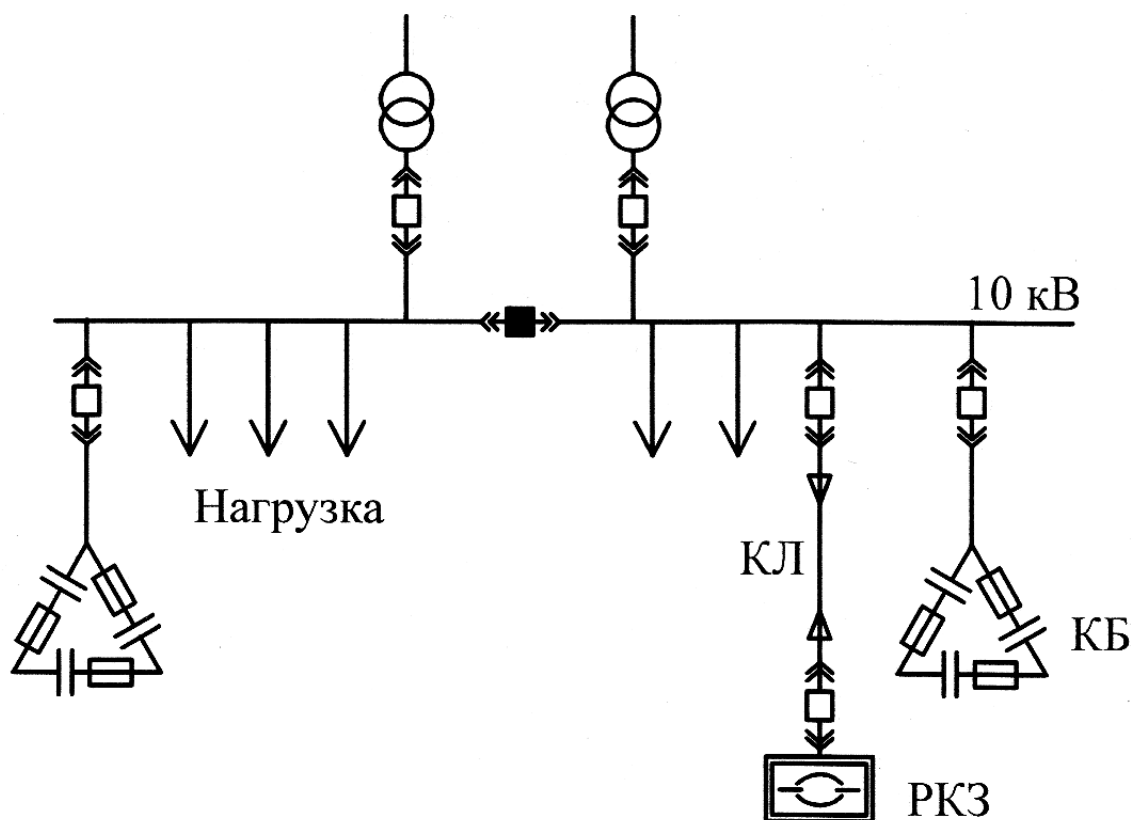


Рис. 1. Схема распределительной сети 10 кВ

печи с шестифазными мостовыми преобразователями. При регулировании режима работы печи тиристорный преобразователь потребляет из сети несинусоидальный ток, генерируя в сеть гармонические составляющие 5, 7, 11, 13, 17, 19-го и т. д. порядка. Для уменьшения влияния на сеть высших гармоник на входе преобразователя необходимо установить фильтр, а для компенсации реактивной мощности, потребляемой преобразователем, в качестве фильтров используются силовые гибридные фильтры.

Для оценки влияния фильтров на режимы работы сети рассмотрим участок сети с руднотермической печью типа РКЗ-15 000 и конденсаторной батареей, подключенной на шины РУ-10 кВ. Печь подключается на те же шины с помощью кабельной линии (рис. 2).

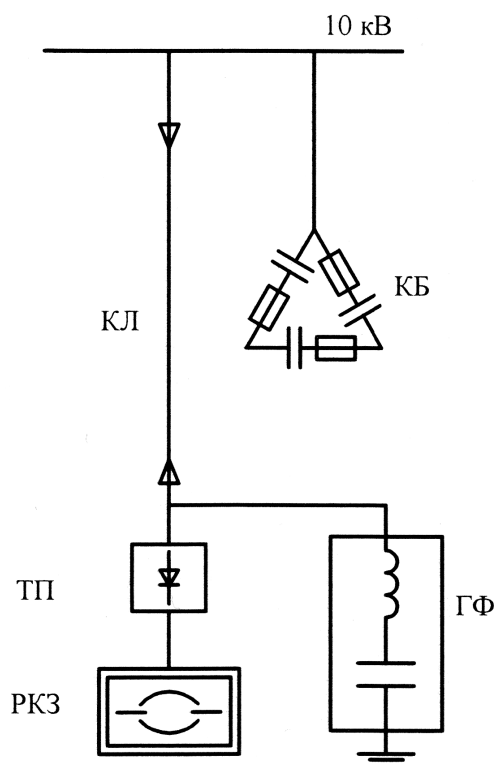


Рис. 2. Расчетная схема участка распределительной сети с руднотермической печью, конденсаторной батареей и силовым фильтром, где КБ – конденсаторная батарея на 10 кВ, ТП – тиристорный преобразователь, ГФ – гибридный фильтр, РКЗ – руднотермическая печь.

Компенсация реактивной мощности на шинах 10 кВ должна обеспечивать коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,95$.

Величина компенсируемой мощности определяется по выражению:

$$Q_{KV} = P \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2), \quad (1)$$

где: φ_1 – угол между напряжением и током до компенсации, а φ_2 – после; P – активная мощность нагрузки, кВт.

Гибридный фильтр (ГФ) [1] имеет в своем составе пассивный резонансный LC-контур. ГФ настраивается таким образом, чтобы на гармонике, которая компенсируется этим фильтром, сопротивление контура было практически равно нулю. Емкость и индуктивность в ГФ выбираются из условия резонанса на компенсируемой гармонике, а активная часть создает «отрицательное» активное сопротивление, компенсирующее активное сопротивление R_ϕ реактора и конденсатора (рис. 3а). Поэтому схему замещения можно представить как последовательно соединенные емкость и индуктивность (рис. 3б).

Полная реактивная мощность, необходимая для компенсации в рассматриваемой сети, определяется согласно выражению:

$$Q_{KV} = U^2 \cdot \omega_0 \cdot (C_\phi + C_{кб}) = Q_\phi + Q_{КБ}, \quad (2)$$

где: C_ϕ , $C_{кб}$ – емкость конденсатора фильтрующего и компенсирующего устройств соответственно.

Обе эти емкости могут изменяться в пределах:

$$\left[0; \frac{Q_{KV}}{U^2 \cdot \omega_0} \right] \quad (3)$$

Расчетная схема для сети (рис. 2) представлена на рис. 4.

Параметры фильтра выбираются следующим образом. По емкости, соответствующей реактивной мощности фильтра Q_ϕ из диапазона (3), выбирается конденсатор.

По емкости этого конденсатора определяется индуктивность реактора, исходя из условия возникновения резонанса на частоте ν -й гармоники:

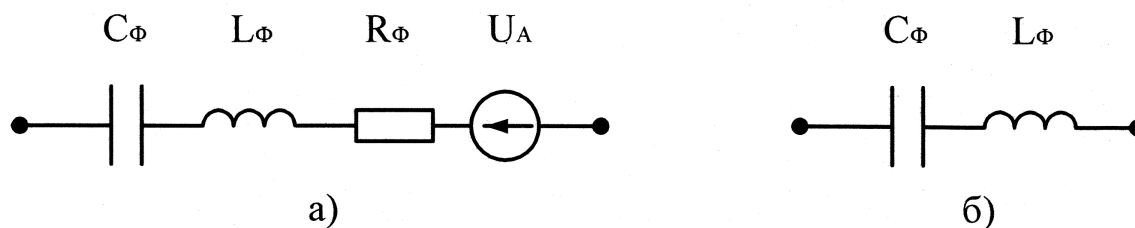


Рис. 3. Схемы замещения силового гибридного фильтра

$$\omega_v \cdot L_\phi = \frac{1}{\omega_v \cdot C_\phi} \quad (4)$$

Остальная реактивная мощность компенсируется с помощью статических конденсаторов на шинах ТП.

$$Q_{KB} = Q_{KV} - Q_\phi \quad (5)$$

Этой мощности соответствует емкость:

$$C_{KB} = \frac{Q_{KB}}{U^2 \cdot \omega_0} \quad (6)$$

Последовательно соединенные конденсатор и реактор фильтра и кабельная линия образуют параллельную цепь с конденсаторами компенсирующей установки. В таком контуре возможно возникновение гармонических колебаний, частоты которых могут совпадать с частотами гармоник, генерируемых нелинейной нагрузкой. Если контуров несколько, то резонанс может возникнуть на целом ряде гармоник. Токи в элементах схемы в режиме резонанса могут резко возрасти. Величины этих токов могут в несколько раз превосходить значения тока соответствующей гармоники в рабочем режиме. Такие явления могут привести к потере работоспособности сети. Поэтому при совместном использовании фильтрующих и компенсирующих устройств необходимо проводить проверку на возможность возникновения резонансов.

Условие возникновения резонанса в сети при схеме соединения, представленной на рисунке 4, заключается в равенстве нулю реак-

тивной составляющей входной проводимости на частоте ν -й гармоники:

$$Y = Y_1 + Y_2 = (g_1 - j \cdot b_1) + (g_2 - j \cdot b_2) \quad (7)$$

$$b_1 = -b_2 \quad (8)$$

В нашем случае равенство (8) будет иметь вид:

$$\frac{1}{\omega \cdot L_{кл} - \frac{1}{\omega_v \cdot C_{кб}}} = - \frac{1}{\omega_v \cdot L_\phi - \frac{1}{\omega_v \cdot C_\phi}} \quad (9)$$

Так как индуктивность кабельной линии 10 кВ, даже большой протяженности, мала по сравнению с индуктивностью реактора фильтрующего устройства, то этой индуктивностью можно пренебречь.

Путем несложных преобразований получим, что между емкостью конденсаторной батареи и емкостью фильтра существует следующая зависимость:

$$C_{кб} = \frac{1}{\omega_v^2 \cdot L_\phi - \frac{1}{C_\phi}} \quad (10)$$

В рассматриваемом участке сети (рис. 2) компенсируемая мощность равна $Q_{KV} = 6329$ кВАр. Для получения такой мощности необходимы конденсаторы типа УКЛ (П) 56–10,5-900УЗ в количестве 7 штук (7 х 900 кВАр). Суммарная емкость этих конденсаторов составляет 200 мкФ, которые необходимо распределить между конденсаторной батареей и конденсаторами фильтра.

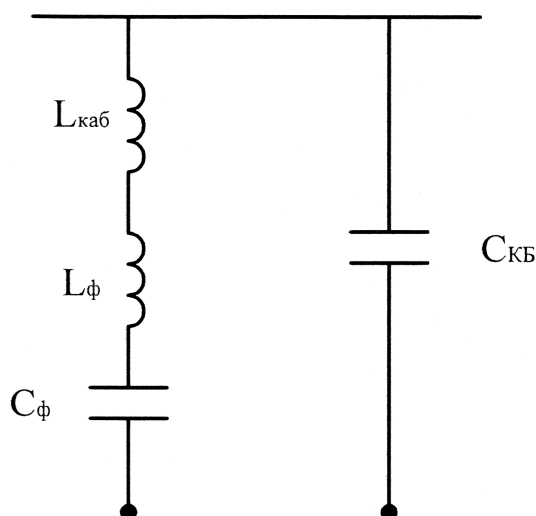


Рис. 4. Расчетная схема замещения

Проведенные расчеты показали [2], что емкость $C_{кб}$, рассчитанная по (10), может принимать как положительные, так и отрицательные значения в зависимости от номера гармоники v . Если компенсируется i -я гармоника, то на гармониках с номерами $n < i$ значение емкости принимает отрицательно значение, т. е. не существует физической возможности подобрать емкость компенсирующего устройства согласно (10), чтобы в сети мог возникнуть резонанс на n -й гармонике (рис. 5). Поэтому данная область частот не представляет интереса для исследования резонансных явлений ввиду своей физической неосуществимости для рассматриваемой конфигурации сети при принятых допущениях.

На рис. 5 показаны соотношения значений емкостей компенсирующего и фильтрующего устройств, при которых в исследуемой сети при компенсации седьмой гармоники в сети теоретически возможен резонанс на пятой гармонике.

На номерах гармоник с номерами $n > i$ значение емкости попадает в положительный диапазон (рис. 6). Показаны соотношения значений емкостей компенсирующего и фильтрующего устройств, при которых в исследуемой сети при фильтрации 7-й гармоники в сети возможен резонанс на 11-й. Например, при емкости фильтрующе-

го устройства $C_{ф} = 120$ мкФ в сети возможно появление резонанса на 11-й гармонике при емкости компенсирующего устройства $C_{кб} = 81,667$ мкФ.

Из того рисунка следует, что для предотвращения возможности резонанса на 11-й гармонике значение $C_{кб}$ не должно быть равно 81,667 мкФ. Поэтому при выборе параметров $C_{ф}$ и $C_{кб}$ следует пользоваться графиком 6 или соотношением (10).

Если в (10) значения левой и правой частей будут равны, то следует выбрать другие параметры конденсаторов.

Если кривая потребляемого нелинейной нагрузкой тока содержит несколько гармоник, то равенство (10) нужно проверять для каждой гармоники или пользоваться семейством графиков аналогичных рис. 7.

Например, если в рассматриваемой схеме исследовать возможность возникновения резонансов на 11, 13, 15-й гармониках при компенсации седьмой гармоники, то получится ряд зависимостей, представленных на рис. 7.

Таким образом, для предотвращения возможности возникновения резонанса на ряде гармоник необходимо для каждой гармоники проверять условие:

$$C_{кб} \neq \frac{1}{\omega_v^2 \cdot L_{ф} - \frac{1}{C_{ф}}} \quad (11)$$

или пользоваться семейством графиков для ряда гармоник, по которым можно определить, каких соотношений емкостей компенсирующего $C_{кб}$ и фильтрующего $C_{ф}$ устройств нужно избегать, чтобы исключить вероятность возникновения резонанса в сети.

Суммарная емкость в рассматриваемой схеме составляет $C_{\Sigma} = 200$ мкФ, и это значение является критичным, так как превышение его приведет к перекомпенсации реактивной мощности, а при меньших значениях – к ее недокомпенсации. И то и другое негативно сказывается на режиме работы схемы.

На рис. 8 представлены графики зависимостей емкости компенсирующего устройства от емкости конденсатора, входящего в состав фильтрующего устройства, при которых возможен резонанс на n -й гармонике

<< 46

ла «Парана – Медии» на р. Парана, на «мягких грунтах» с ГЭС установленной мощностью 3600 МВт, судоходным шлюзом и рыбоподъемниками.

ИА INFOLine

РАЗРАБОТАНЫ СХЕМА И ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ ДО 2016 ГОДА

Системный оператор и ОАО «ФСК ЕЭС» направили на утверждение в Министерство энергетики РФ совместно разработанные схему и программу развития Единой энергетической системы (ЕЭС) России до 2016 года.

Постановлением Правительства РФ от 17 октября 2009 года № 823 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики» на ОАО «СО ЕЭС» и ОАО «ФСК ЕЭС» возложена обязанность по разработке схемы и программы развития ЕЭС России. Схема и программа развития ЕЭС России разрабатываются ежегодно и определяют сбалансированные планы по развитию сетевой инфраструктуры и генерирующих мощностей на 7-летний период. Схема развития Единой энергетической системы России является неотъемлемой частью программы развития Единой энергетической системы России.

Программа развития Единой энергетической системы России включает в себя:

- схему развития Единой энергетической системы России;
- прогнозы спроса на электрическую энергию по территориям субъектов РФ и требуемого увеличения мощностей для его удовлетворения;
- перечень реализуемых и перспективных проектов по развитию магистральных и распределительных сетей с учетом требований по обеспечению регулирования (компенсации)

>> 53

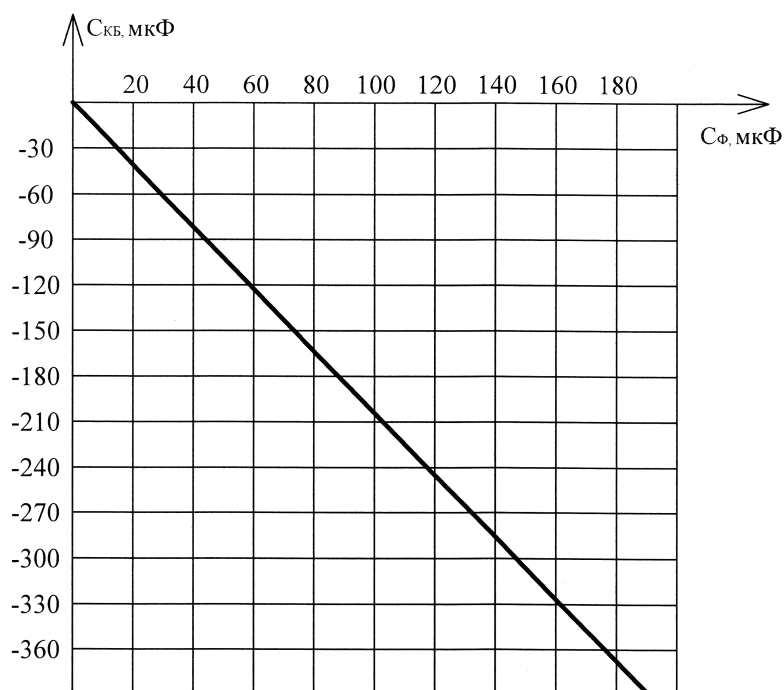


Рис. 5. Диапазон значений емкостей фильтрующего и компенсирующего устройств, при которых возможен резонанс в сети на пятой гармонике

при фильтрации m -й гармоники. Согласно рисунку 8 при емкости фильтрующего устройства $C_{\phi} = 180$ мкФ при таких параметрах сети при компенсации 5-й гармоники возможен резонанс

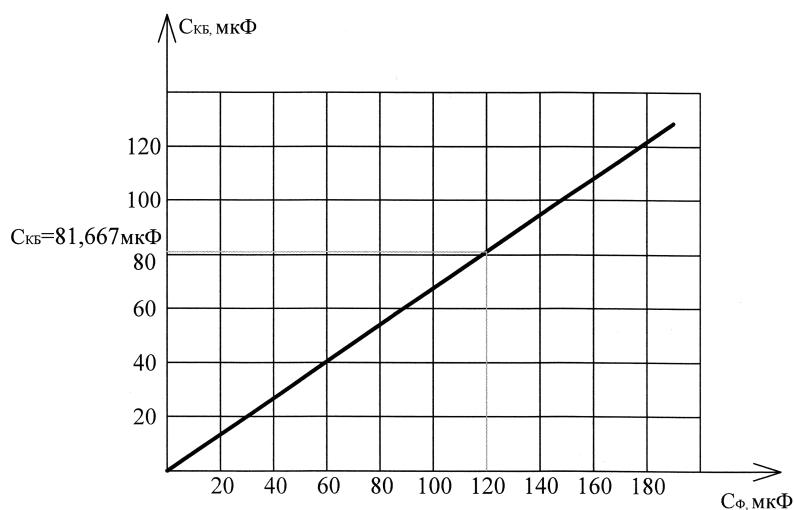


Рис. 6. Диапазоны значений емкостей фильтрующего и компенсирующего устройств, при которых возможен резонанс в сети на одиннадцатой гармонике

<< 52

реактивной электрической мощности;

– описание региональной структуры перспективных балансов мощности и электрической энергии с указанием рекомендуемой структуры генерирующих мощностей и прогнозных объемов импорта (экспорта) электрической энергии и мощности;

– прогноз спроса на топливо организаций электроэнергетики;

– требования к развитию средств диспетчерского и технологического управления, в том числе к системам телемеханики и связи, системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики.

Схема развития ЕЭС России включает в себя существующие, планируемые к строительству и выводу из эксплуатации электрические станции с установленной мощностью выше 25 МВт, линии электропередачи 110 кВ и выше, обеспечивающие выдачу мощности этих электростанций, линии электропередачи и подстанции, проектный номинальных класс напряжения которых составляет 220 кВ и выше, межгосударственные линии электропередачи.

Первый документ, подготовленный на основании постановления Правительства № 823, охватывает период до 2016 года. Разработка документа велась с использованием перспективной расчетной модели ЕЭС России. В основу расчетов положены подготовленный Системным оператором прогноз спроса на электроэнергию по территориям субъектов РФ на каждый год планирования и предложения по перечню и месту размещения электрических станций и сетевых объектов. Кроме того, при разработке документа учтены:

– генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.;

>> 57

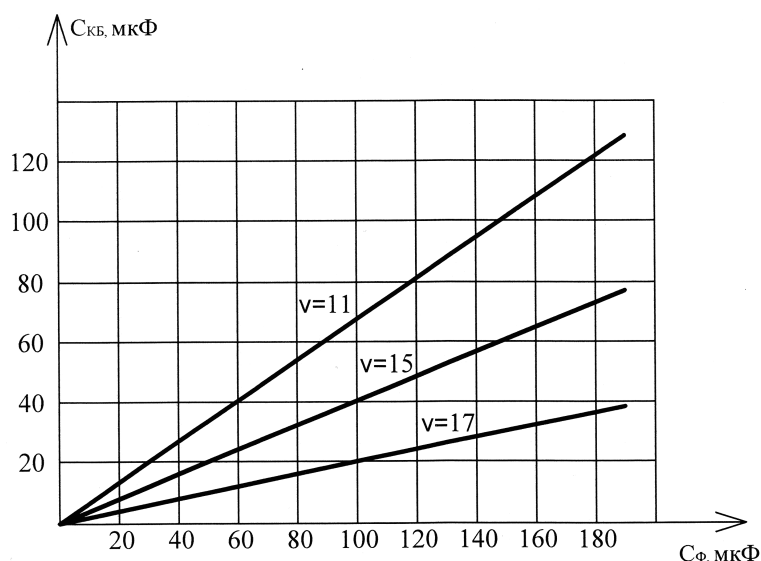


Рис. 7. Диапазоны значений емкостей фильтрующего и компенсирующего устройств, при которых возможен резонанс в сети на 11, 13, 15-й гармониках

на 15 и 17-й гармониках, а также при $C_{\phi} = 120$ мкФ при компенсации 7 и 11-й гармоники возможен резонанс на 11 и 17-й гармониках соответственно. Таким образом, для предотвращения возможности возникновения резонанса при фильтрации нескольких ВГ следует пользоваться графиком, аналогичным

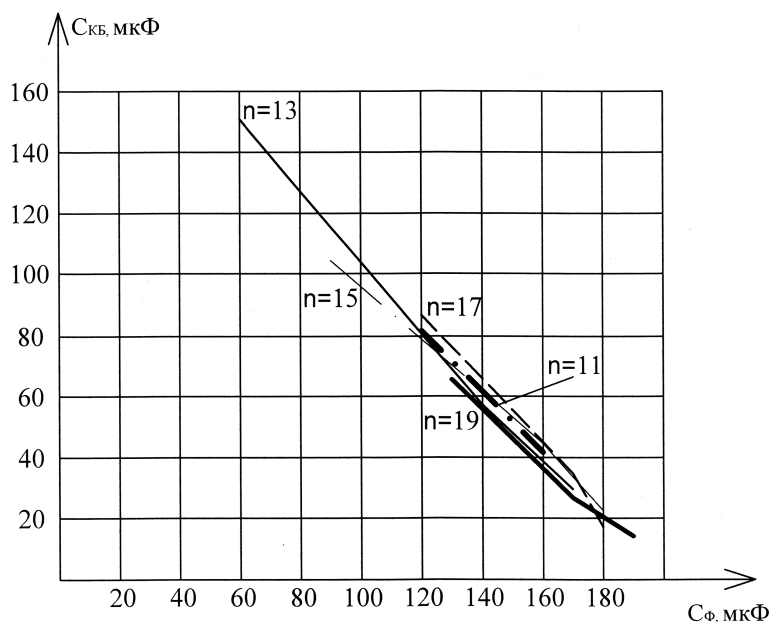


Рис. 8. Зависимости емкости компенсирующего устройства от емкости конденсатора, входящего в состав фильтрующего устройства, при которых возможен резонанс на n -й гармонике при фильтрации m -й.

рисунку 8. Если при выбранных в результате расчетов параметрах оборудования мы попадаем на кривую, изображенную на графике, то следует выбирать оборудование с другими значениями емкостей.

Также согласно рисунку 8 при емкости фильтра $C\phi = (0 \div 9)$ мкФ мы попадаем в область безрезонансной работы оборудования.

Из чего можно сделать вывод, что соотношение:

$$k = \frac{C_{KB}}{C_{\phi}} \cong 3 \quad (12)$$

является граничным, т. е. при значениях емкостей конденсаторов фильтра и компенсирующего устройства соотношение $k < 3$ в сети

возможно появление резонанса, а при $k > 3$ резонанса можно избежать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Машарин Ю.В. Исследование работы силовых гибридных фильтров в цеховой системе электроснабжения // РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА: Тринадцатая 13-я Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тез. докл. В 3 т. Т. 2. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

Представители международного консорциума в составе SKODA JS a. s., ЗАО «Атомстройэкспорт» и ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», получили в Праге от чешской энергетической компании (ЧЕЗ) требования к разработке полного предложения на строительство 3, 4-го энергоблоков АЭС «Темелин»

Консорциум предлагает европейский проект «МИР-1200» на основе технологий легководных реакторов типа ВВЭР. Опыт успешной эксплуатации АЭС с ВВЭР сегодня превышает 1400 реакторо-лет. Атомные электростанции с реакторами типа ВВЭР, построенные в Чехии, Словакии, Финляндии, Венгрии и других странах Европы, безопасны и экономически эффективны.

Проект, МИР-1200 отвечает требованиям заказчика, обладает референтностью технологий, основного оборудования и топлива. Он соответствует международным нормам и рекомендациям МАГАТЭ, отличается повышенными характеристиками безопасности и технико-экономическими показателями. В России уже сооружаются аналогичные энергоблоки АЭС на площадках Ленинградской АЭС-2, Нововоронежской АЭС-2 и Балтийской АЭС. В настоящее время ведутся переговоры по сооружению четырех энергоблоков в Турции, данный проект также предложен для реализации в Финляндии.

МИР, или Модернизированный Интернациональный Реактор – это одновременно и модель кооперации. Она базируется на долгосрочном партнерстве чешских, европейских и мировых компаний. Значительный акцент в тендерной заявке Консорциума сделан на локализации в Чехии до 70% поставок оборудования, работ и услуг. Уже на стадии квалификационного отбора чешско-российский Консорциум привлек более 20 ведущих чешских и европейских компаний.

3 августа 2009 года ЧЕЗ объявил тендер на строительство 3 и 4-го энергоблоков на площадке АЭС «Темелин» с возможным опционом еще на три блока в странах Европы.

14 октября 2009 года был заключен договор трех компаний – SKODA JS a. s., ЗАО «Атомстройэкспорт» и ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» – о создании совместного международного консорциума.

20 ноября 2009 года в Праге был подписан Меморандум о взаимопонимании между ЗАО «Атомстройэкспорт», чешскими и словацкими компаниями в области сооружений атомных электростанций российского дизайна с реакторами типа ВВЭР на территории Чехии, России и третьих стран. Текст Меморандума, в частности, гласит: «ЗАО «Атомстройэкспорт» намерено обращаться к чешским и словацким компаниям с запросами на поставку оборудования или услуг для новых строек АЭС в третьих странах, ожидая от этих компаний конкурентоспособного предложения».

ИА INFOLine

УДК 620.98

БЛОК РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ПОЕЗДОВ ДАЛЬНОГО СЛЕДОВАНИЯ

А.С. Анучин, канд. техн. наук, доцент,

E-mail: anuchinas@mpel.ru

Ф.А. Силаев, аспирант, МЭИ (ТУ), г. Москва

E-mail: SilaevFA@cycle-p.ru

Аннотация. В статье рассмотрены принципы построения современной системы автономного электроснабжения пассажирских вагонов дальнего следования с блоком регулирования напряжения. Дается краткое описание алгоритмов системы управления. Детально рассмотрен синтез и построение системы двухконтурного регулирования мощного DCDC-преобразователя. Приведены осциллограммы работы устройства.

Ключевые слова: автономное электроснабжение, аккумуляторная батарея, железнодорожный транспорт, ток возбуждения, транзистор, CANopen, DCDC-преобразователь.

Lead. An article considers principles of creation of the modern system of stand alone energy supply of passenger wagons of long-distance train with the voltage control block. An article states brief description of algorithms of control system. Synthesis and creation of the system of double regulation of powerful DCDC-converter is examined in detail. An article states oscillograms of device's operation.

Keywords: stand alone energy supply, accumulator, railway transport, exciting current, transistor, CANopen, DCDC-converter.

Основным типом системы электроснабжения пассажирских вагонов дальнего следования в нашей стране стала смешенная система, в которой питание осуществляется от подвагонного генератора и межвагонной высоковольтной магистрали. Из-за наличия в России огромной длины неэлектрифицированных железных дорог и отсутствия тепловозов, имеющих возможность выдать необходимое высокое напряжение в поездную

сеть, высоковольтная магистраль используется только для питания комбинированной системы отопления. Все остальные потребители, такие как освещение, кондиционер, кипятильник, низковольтное отопление и циркуляционный насос, вентиляция и т. д., питаются нестабилизированным напряжением постоянного тока в диапазоне от 104 до 142 В, полученным с выпрямителя от подвагонного генератора. Наиболее распространенная система

электрооборудования купейных вагонов и вагонов повышенной комфортности содержит индукторный генератор мощностью 32 кВт, приводимый в движение от колесной пары через редуктор, карданный вал и эластичную муфту, выпрямитель, к которому подключена нагрузка, и аккумулятор, и возбудитель. Регулирование выходного напряжения осуществляется по обмотке возбуждения. Данное устройство выпускается фирмой ООО НПЦ «Экспресс» (г. Тверь).

Применяемая схема имеет ряд недостатков, так, питание нагрузки осуществляется, только начиная со скорости около 35 км/ч. На более низких скоростях ЭДС генератора оказывается ниже напряжения аккумуляторной батареи, что не позволяет производить ее заряд и питать от генератора нагрузку. Отмечаются эпизодические выходы из строя возбудителя, при которых напряжение генератора на высоких скоростях неконтролируемо растет. Аккумуляторные батареи являются естественным демпфером системы регулирования напряжения, что негативно сказывается на сроке их службы.

Данные недостатки были учтены в блоке регулирования напряжения (БРН), разработанном совместно ООО НПП «Цикл+», ООО «НПФ Вектор» и ДООО «ИРЗТЭК», входящей в состав «Ижевского радиозавода», по заказу ООО «АВП Технология».

Преобразователь поставляется вместе с комплектом электрооборудования вагона «КВИНТ-ЭВ», хотя может работать и как самостоятельное изделие.

УСТРОЙСТВО И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ БЛОКА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПЯЖЕНИЯ

Помимо возбудителя и выпрямителя, БРН-32 содержит транзисторный статический преобразователь напряжения. Схема электрооборудования вагона на базе БРН-32 представлена на рис. 1.

Статический преобразователь БРН-32 выполнен по схеме «несимметричного моста». Такая схема позволяет повышать и понижать входное напряжение. DCDC-преобразователь построен на базе высокочастотных транзисторов фирмы Semikron. Частота ШИМ составляет 30 кГц, а управление по двум каналам осуществляется с фазовым сдвигом на 180° , что позволяет уменьшить нагрузку на электролитические конденсаторы за счет более высокочастотной и гладкой формы суммарного тока по двум каналам. Ключи VT1 и VT3 являются понижающими ключами, а VT2 и VT4 повышающими. Система управления преобразователя содержит контуры токов дросселей и контур напряжения высокого быстродействия [1], что позволяет, не превышая допустимые токи, обрабатывать приложение нагрузки скачком (включение кондиционера постоянного тока, локальные короткие замыкания).

Применение DCDC-преобразователя [2], способного работать в режиме повышения, позволяет осуществлять питание вагона уже со скорости 10 км/ч, обеспечивая приблизительно треть от номинальной мощности. Данное свойство весьма полезно на участках дорог, где скорость движения ограничена (на-

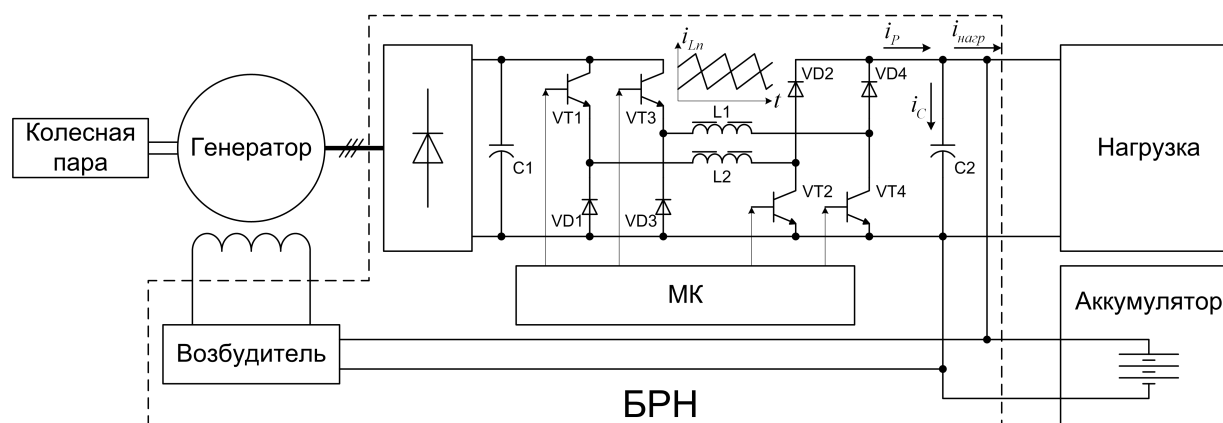


Рис. 1. Схема электрооборудования пассажирского вагона на базе БРН-32

<< 52

пример, район г. Адлера, Краснодарский край), так как снимаемой мощности уже хватает для освещения вагона, кипячения воды и включения кондиционера на первой ступени производительности. По сути, это очень важное достижение, так как в действительности электрооборудование вагона редко потребляет полную мощность. Для полной нагрузки вагон должен быть прогрет на солнце (максимальная производительность кондиционера), а аккумулятор должен быть полностью разряжен. Поэтому реальная нагрузка не превышает 60% от максимальной, а в обычных условиях – 40%.

Применение высокочастотного преобразователя позволило качественно стабилизировать выходное напряжение на зажимах аккумуляторной батареи (АБ) и перестать использовать ее в качестве демпфера. Регулируя выходное напряжение и считывая показания с датчика тока АБ, система управления стабилизирует ток заряда АБ на допустимом уровне. Также анализируются показания двух датчиков температуры аккумуляторов, и в функции их показаний система управления осуществляет ограничение выходного напряжения по температурной зависимости, определяемой типом батареи. По предварительной оценке исключение перезаряда батареи в совокупности с гладким напряжением и ограничением зарядного тока позволяет ожидать увеличение срока службы АБ в несколько раз по отношению к существующему решению.

Для управления возбуждением генератора применена схема несимметричного моста. Данная схема невосприимчива к пробоям одного из транзисторов. В случае пробоя транзистора релейный регулятор напряжения выхода генератора продолжит работу, однако в систему управления заложен алгоритм определения количества рабочих транзисторов, который выдаст предупреждение о неисправности на бортовую информационную панель в купе проводника.

Релейный регулятор обмотки возбуждения (ОВ) генератора работает по заданию выходного выпрямленного напряжения генератора и контролирует ток обмотки возбуждения, чтобы он не превышал максимально допустимый. Напряжение генератора задано на уровне около 160 В, DCDC-преобразователь при этом работает в выгодном энергетически режиме понижения напряжения. Если из-за низкой скорости движения генератор не может выдать заданное напряжение, то система управления стабилизирует в обмотке возбуждения номинальный паспортный ток. В таком режиме DCDC-преобразователь может переходить в режим повышения напряжения. Осциллограмма работы контура возбуждения приведена на рис. 2. Так, в начальный момент времени система стабилизирует ток в обмотке возбуждения в районе 0,3 А и при идентификации эквивалентной скорости генератора более 12 км/ч (точка № 1 на осциллограмме) происходит включение преобразователя в работу, в обмотке возбуждения устанавливается максимальный ток, чтобы добиться выходного напряжения выпрямителя

– утвержденные в установленном порядке среднесрочные программы социально-экономического развития субъектов РФ в части электроэнергетики;

– утвержденные инвестиционные программы субъектов электроэнергетики, в уставных капиталах которых участвует государство, и сетевых организаций отрасли;

данные о планах строительства объектов электроэнергетики, включенных в долгосрочные целевые программы, федеральные адресные инвестиционные программы, ведомственные целевые программы, программу деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» на долгосрочный период. Разработанные Системным оператором совместно с ОАО «ФСК ЕЭС» схема и программа развития ЕЭС России до 2016 года лягут в основу разработки инвестиционных программ субъектов электроэнергетики, территориальных программ развития субъектов РФ, формирования планов развития инфраструктурных организаций различных отраслей промышленности, технических требований при присоединении энергопринимающих устройств потребителей к электрическим сетям.

Документы станут базой для формирования исходных данных, учитываемых при проведении конкурентных отборов мощности, а также анализа существующих и прогнозируемых технологических параметров функционирования ЕЭС России, прогнозируемой пропускной способности электрической сети и разработки предложений по определению зон свободного перетока электрической энергии (мощности).

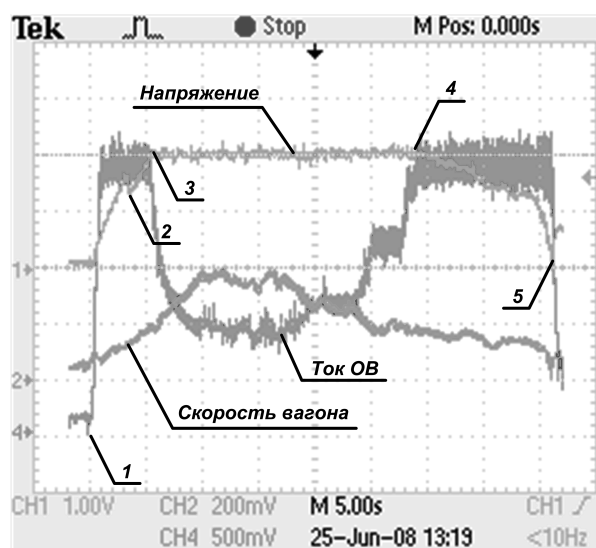


Рис. 2. Работа контура возбуждения

ля 160 В. Из графика видно, что по мере роста скорости выпрямленное напряжение растет, включается часть нагрузки и выпрямленное напряжение несколько проседает (а именно кондиционер постоянного тока включился в точке № 2). При дальнейшем росте скорости достигается заданное напряжение и ток обмотки возбуждения снижается (точка № 3). При торможении ток возбуждения генератора снова растет до максимального и выпрямленное напряжение генератора перестает стабилизироваться (точка № 4). После преодоления порога в 8 км/ч система управления выключает основной DCDC-преобразователь и вновь переводит возбудитель в режим поддержания

тока возбуждения 0,3 А, при этом напряжение генератора без нагрузки несколько возрастает (точка № 5).

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСНОВНОГО DCDC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Принципы управления основного DCDC-преобразователя удобнее рассматривать на примере одного из двух параллельных преобразователей. Он может работать в режиме понижения или повышения напряжения.

В режиме понижения напряжения работает транзистор VT1, а VT2 не коммутируется. Когда VT1 замкнут, дроссель накапливает энергию под действием разности входного и выходного напряжения по цепи «VT1 – дроссель – VD2». Когда VT1 разомкнут, дроссель высвобождает энергию под действием выходного напряжения по цепи «VD1 – дроссель – VD2». Таким образом, напряжение на выходе может меняться от нуля до напряжения входа.

В режиме повышения напряжения VT1 постоянно замкнут, а VT2 коммутируется. Когда VT2 замкнут, происходит накопление электромагнитной энергии дросселя под воздействием входного напряжения по цепи «VT1 – дроссель – VT2». Когда транзистор VT2 разомкнут, происходит высвобождение энергии дросселя, если напряжение входа меньше напряжения выхода, или дальнейшее накопление энергии, если напряжение входа больше напряжения выхода, по цепи «VT1 – дроссель – VD2». Для того чтобы изобразить структурную

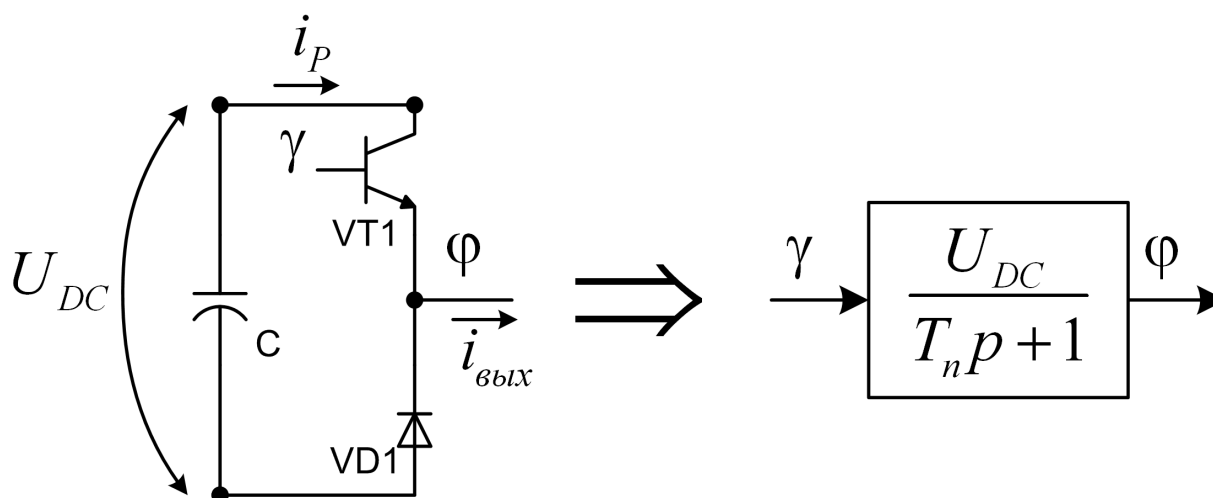


Рис. 3. Структура стойки преобразователя в режиме непрерывного тока

схему DCDC-преобразователя, необходимо рассмотреть в отдельности каждый составляющий ее элемент. Единичная стойка преобразователя в режиме непрерывного тока может быть представлена структурой, изображенной на рис. 3.

На вход поступает скважность управления по верхнему ключу (транзистору). Коэффициент усиления определяется разностью потенциалов между положительной и отрицательной шиной стойки – U_{DC} . В качестве постоянной времени преобразователя – T_n можно использовать два периода ШИМ (с учетом задержки преобразователя и системы управления). При этом стойка формирует потенциал ϕ на выходе.

Для тока на выходе стойки следует записать еще одно уравнение связи тока нагрузки и тока положительной шины:

$$i_p = \gamma i_{нагр}. \quad (1)$$

Для стойки с нижним ключем и верхним диодом скважность управления записывается как дополнение до «единицы».

Входной и выходной стойкам DCDC-преобразователя соответствуют два потенциала ϕ_1 и ϕ_2 , которые приложены к индуктивности дросселя и определяют протекающий в ней ток.

Для преобразователя с идеальными ключами можно изобразить структурную схему для режима непрерывного тока (см. рис. 4), где $U_{вх}$ – входное напряжение преобразователя, $U_{вых}$ – выходное, ϕ_1 и ϕ_2 – средние за период ШИМ потенциалы средних точек входной и выходной стойки соответственно, i_L – ток дросселя, i_p – ток положительной шины

выходной стойки, $i_{нагр}$ – ток нагрузки, L – индуктивность дросселя ($L1$ или $L2$), C – емкость выходного конденсатора (половина емкости C_2 из расчета на один канал DCDC-преобразователя).

Если γ_1 изменяется, а $\gamma_2 = 0$, то структура работает в режиме понижения напряжения; если $\gamma_2 = 1$, а переменной является γ_1 , то DCDC-преобразователь повышает напряжение. Схема также может работать в смешанном режиме, когда оба ключа VT1 и VT2 коммутируются на периоде ШИМ.

Для управления преобразователем данной мощности рационально использовать двухконтурную систему подчиненного регулирования с внутренним контуром тока дросселя и внешним контуром напряжения.

Рассмотрим синтез для режима понижения напряжения, когда $\gamma_2 = 0$.

В этом случае передаточная функция объекта регулирования без учета возмущающего воздействия $U_{вх}$ запишется как:

$$W_{OP PT \downarrow}(p) = \frac{U_{вх}}{T_n p + 1} \cdot \frac{1}{Lp}. \quad (2)$$

Передаточная функция регулятора контура тока определяется по известным уравнениям для последовательной коррекции, а настройка выполняется на технический оптимум, где $T_\mu = T_n$:

$$\begin{aligned} W_{PT \downarrow}(p) &= \frac{W_{ж}(p)}{W_{OP PT \downarrow}(p)} = \\ &= \frac{(T_n p + 1)Lp}{2T_n p(T_n p + 1)U_{вх}} = \frac{L}{2T_n U_{вх}}. \end{aligned} \quad (3)$$

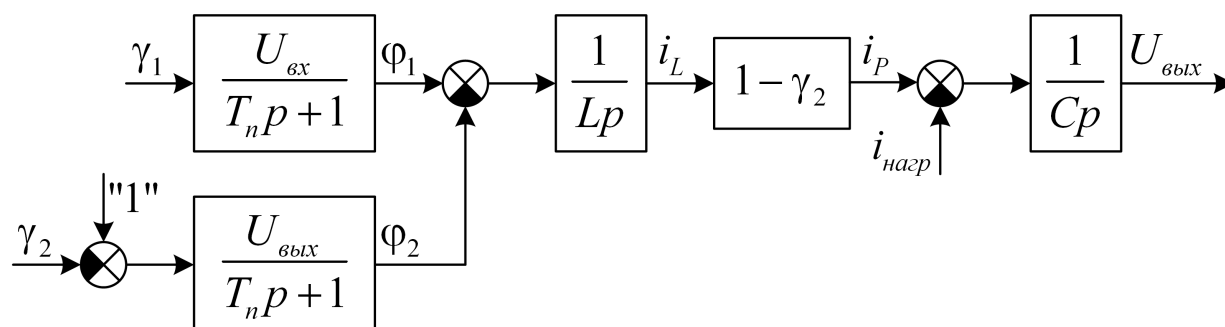


Рис. 4. Структурная схема DCDC-преобразователя

Получился П-регулятор тока дросселя с переменным коэффициентом, зависящим от текущего значения входного напряжения.

Для регулятора напряжения передаточная функция объекта регулирования, не учитывающая возмущение от $i_{нагр}$, состоит из замкнутого контура тока и выходной емкости:

$$W_{OP\ PH\downarrow}(p) = \frac{1}{2T_n p + 1} \cdot \frac{1}{Cp}, \quad (4)$$

тогда регулятор напряжения получается в следующем виде:

$$\begin{aligned} W_{PH\downarrow}(p) &= \frac{W_{\mathcal{K}}(p)}{W_{OP\ PH\downarrow}(p)} = \\ &= \frac{(2T_n p + 1)Cp}{4T_n p(2T_n p + 1)} = \frac{C}{4T_n}. \end{aligned} \quad (5)$$

Аналогичные уравнения можно получить для повышающего режима работы преобразователя.

Выражение для регулятора тока:

$$W_{PT\uparrow}(p) = \frac{L}{2T_n U_{\text{вых}}}. \quad (6)$$

Регулятор напряжения в режиме повышения остается пропорционального типа, однако его коэффициент будет зависеть от текущей скважности управления ключом VT2:

$$\begin{aligned} W_{PH\uparrow}(p) &= \frac{W_{\mathcal{K}}(p)}{W_{OP\ PH\uparrow}(p)} = \\ &= \frac{(2T_n p + 1)Cp}{4T_n p(2T_n p + 1)(1 - \gamma_2)} = \frac{C}{4T_n(1 - \gamma_2)} \end{aligned} \quad (7)$$

Следует отметить, что регулятор тока П-типа не обеспечивает качественного регулирования из-за наличия возмущающего воздействия в виде выходного напряжения преобразователя для понижающей схемы (рис. 5а) и входного напряжения преобразователя для повышающей (рис. 5б), поэтому необходимо произвести компенсацию возмущающего воздействия. Параметры регуляторов и компенсации по возмущению сведем в табл. 1.

В этом виде система имеет хорошие показатели по быстродействию и точности стабилизации параметров, однако качество регулирования напрямую зависит от точности измерения напряжений в блоке компенсации возмущающего воздействия в контуре тока, а из-за нелинейностей преобразователя, вызванных особенностями работы силовых транзисторов, переход из режима понижения в режим повышения напряжения имеет зону нечувствительности, на границе которой регуляторы попадают в автоколебательный режим.

Таблица 1

Параметры регуляторов и параллельной коррекции системы управления

Режим	Понижение	Повышение
Регулятор контура тока	$\frac{L}{2T_n U_{\text{вх}}}$	$\frac{L}{2T_n U_{\text{вых}}}$
Регулятор контура напряжения	$\frac{C}{4T_n}$	$\frac{C}{4T_n(1 - \gamma_2)}$
Компенсация возмущающего воздействия в контуре тока	$\frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}$	$1 - \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вых}}}$

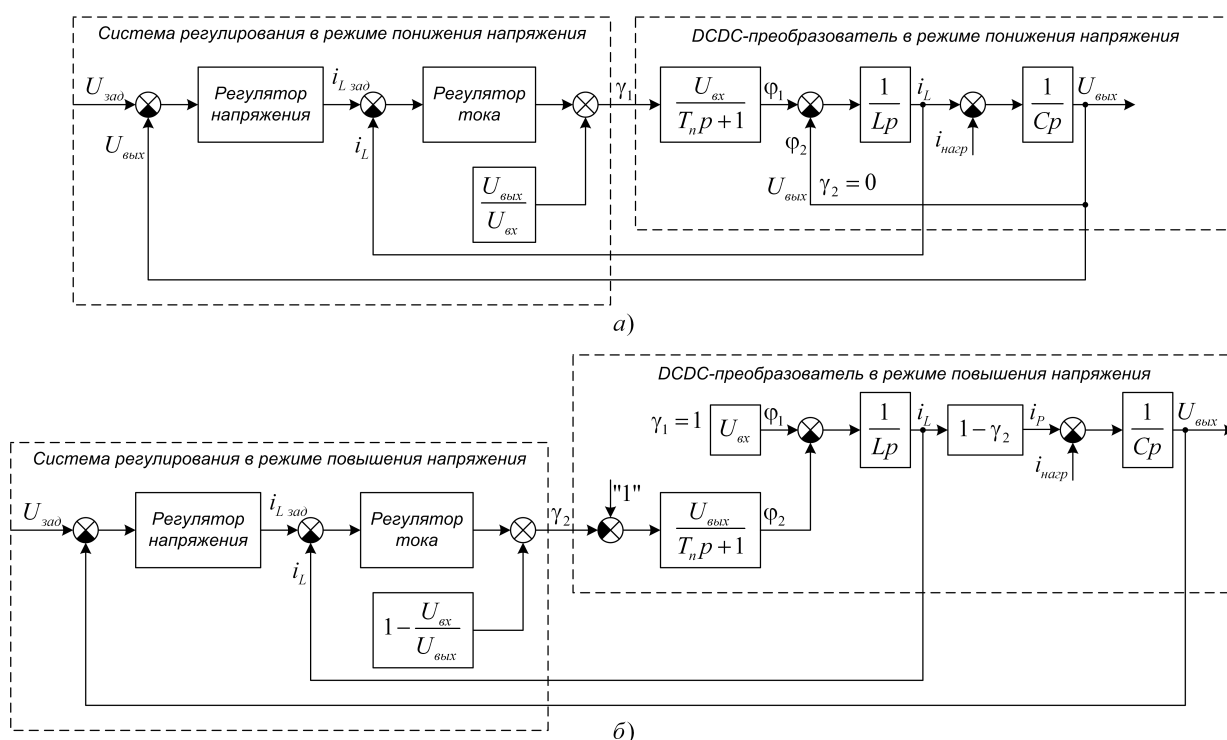


Рис. 5. Функциональные схемы систем регулирования и DCDC-преобразователя для режимов понижения и повышения

УЧЕТ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Предложенная система управления оперирует данными о входном и выходном напряжениях преобразователя, получаемых с датчиков напряжения. Так как показания датчиков содержат ошибку, то величина компенсирующего воздействия рассчитывается неточно. Имея регулятор тока, содержащий лишь пропорциональную составляющую, система попадает либо в режим недокомпенсации возмущающего воздействия, либо в режим перекомпенсации. При перекомпенсации ток неконтролируемо возрастает, при недокомпенсации – не достигает заданного значения.

В режимах понижения и повышения напряжения значение компенсации возмущающего воздействия содержит отношение $\frac{U_{вых}}{U_{вх}}$.

Погрешности датчиков влияют на отклонение значения данной величины, рассчитанной через измеренные параметры, от реальной. Чтобы определить реальное значение отношения, необходимо реализовать простейший наблю-

датель, задачей которого будет подстройка коэффициента корректирующего отношение измеренных напряжений.

Отметим, что при отсутствии динамической составляющей в токе дросселя при правильной компенсации возмущения ошибка на входе регулятора равна нулю. Если происходит перекомпенсация, то ток становится больше заданного, а если недокомпенсация, то меньше. Поэтому очевидно, что ошибка тока на входе регулятора может быть использована в качестве воздействия на входе наблюдателя. На рис. 6 изображена структурная схема наблюдателя в блоке компенсации по возмущению, где T_H – постоянная времени наблюдателя, K_K – коэффициент коррекции компенсации возмущения. Если напряже-

ния измерены без ошибки и отношение $\frac{U_{вых}}{U_{вх}}$ вычислено правильно, то коэффициент коррекции будет равен «1». Если появляется систематическая ошибка в измерениях, то коэффициент коррекции будет изменяться, компенсируя эту ошибку. Коэффициент коррекции, рассчитанный при работе в режиме пони-

жения напряжения, может быть использован при переходе в режим повышения, где используется аналогичное отношение.

До сих пор был рассмотрен режим непрерывного тока дросселя, однако при малых нагрузках ток дросселя становится прерывистым и математическое описание преобразователя перестает соответствовать представленному на рис. 3.

Между тем предложенная система управления преобразователем может за счет изменения коэффициента коррекции подстраиваться для работы в режиме прерывистого тока.

Если падения напряжения на транзисторах и диодах будут хорошо скомпенсированы разработанным наблюдателем, то остается

существенно нелинейная зона на стыке областей повышения и понижения напряжения. Это объясняется неспособностью транзистора формировать узкие импульсы закрытого или открытого состояния. Отсечение этих импульсов выполняется либо программными средствами, либо обеспечивается схемой аппаратного драйвера силового транзистора. График изменения реальной скважности – γ от желаемой – $\gamma_{жел}$ представлен на рис. 7а.

При изменении скорости движения состава изменяется напряжение генератора и преобразователь напряжения проходит стык режимов понижения и повышения. Если по каким-либо причинам поезд продолжает движение на граничной скорости, возникают колебания напряжения нагрузки, связан-

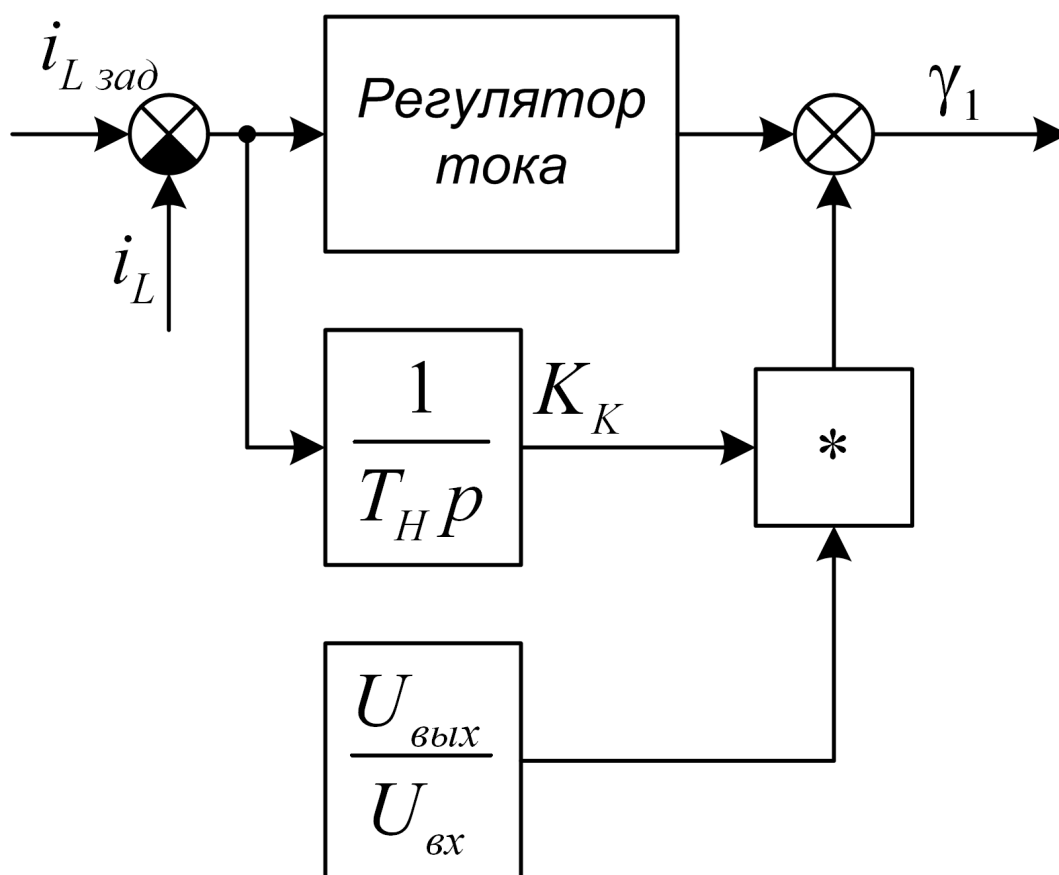


Рис. 6. Функциональная схема регулятора тока для преобразователя в режиме понижения напряжения с компенсацией возмущающего воздействия и наблюдателем

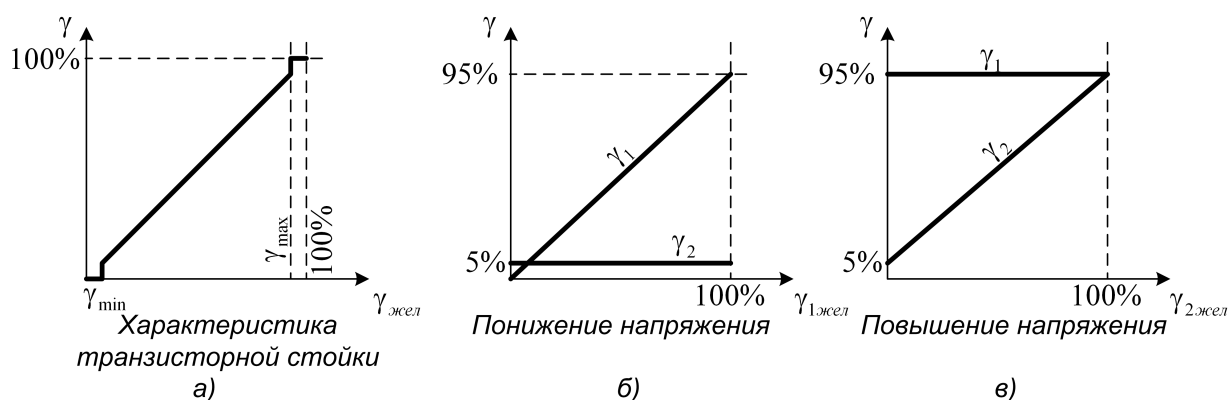


Рис. 7. Функциональные зависимости управления ключами

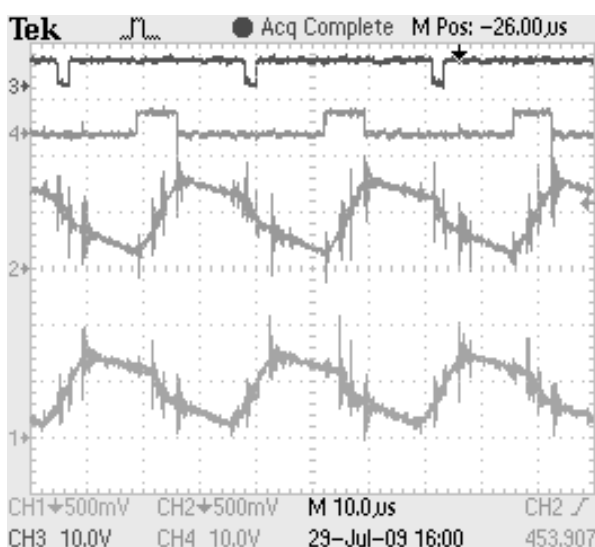


Рис. 8. Осциллограмма работы DCDC-преобразователя в повышающем режиме (1-й канал – ток первого канала DCDC, 2-й канал – ток второго канала DCDC, 3-й канал – управление понижающим ключом второго DCDC, 4-й канал – управление повышающим ключом второго DCDC)

ные с переходом регулятора через зону нечувствительности по управлению.

Чтобы избежать колебаний, был разработан смешанный алгоритм управления ключами, когда желаемая скважность понижающего ключа VT1 изменяется в диапазоне от нуля до 95% (в районе нуля он работает только при полном обрыве нагрузки). При этом повышающий ключ VT2 уже работает с минимальной скважностью 5%. При достижении ключом VT1 максимальной скважности 95% происходит переход в режим повышения напряжения,

когда свою скважность от 5% и выше изменяет ключ VT2, а ключ VT1 работает со своей максимальной скважностью 95%.

Преобразование скважностей системы управления производится по функциональным зависимостям, представленным на рис. 7б и 7в. Все изменения коэффициентов передачи компенсируются наблюдателем коэффициента коррекции возмущающего воздействия, а переход из режима понижения напряжения в повышение и обратно происходит без колебаний выходного напряжения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ

На рис. 8 показана работа преобразователя в режиме повышения напряжения. Масштаб токов 16,7 А в клетке. Смещение в управлении силовыми каналами составляет 180°.

Система управления выполнена на контроллере МК10.5 [3], построенном на базе микроконтроллера TMS320LF2406A фирмы Texas Instruments. Микроконтроллер имеет производительность 40 млн операций в секунду, содержит встроенную Flash-память. Программное обеспечение написано на языке ассемблера. Связь с верхним уровнем – системой «КВИНТ-ЭВ» осуществляется по интерфейсу CAN с протоколом CANopen [4]. Следует отметить, что преобразователь является полностью автономным и не управляется по CAN-сети. Она необходима только для передачи на верхний уровень информации по степени заряда АБ, текущем уровне напряжения и скорости вращения генератора (его частоте), которая используется системой «КВИНТ-ЭВ» для расчета

пройденного вагоном пути. То есть обрыв связи БРН-32 с вагонной CAN-сетью не приведет к обесточиванию потребителей.

Испытания БРН-32 проводились на опытном вагоне, приписанном к Октябрьской железной дороге. Система успешно прошла испытания на маршрутах «Москва – Мурманск – Москва» и «Москва – Санкт-Петербург – Москва», после чего БРН-32 стали устанавливать в купейные вагоны, производимые МВСЗ им. Войтовича, и вагоны повышенной комфортности производства ООО НПП «Циркон-Сервис». По данным на март 2010 года, БРН-32 успешно работает более чем в двадцати вагонах, десять из которых включены в состав поезда № 09/10 «Самара – Москва – Самара». В процессе эксплуатации система показала работоспособность в диапазоне температур от -35°C до $+25^{\circ}\text{C}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы была предложена и реализована система электроснабжения пассажирских вагонов поездов дальнего следования. Алгоритмы управления реализованы на современном микроконтроллере.

Предложена оригинальная структура системы управления DCDC-преобразователем с двухконтурным регулированием, компенсацией возмущающих воздействий, наблюдателем коэффициента коррекции компенсации воздействий, позволяющим компенсировать ошибки измерения и коэффициентов пере-

дачи структуры преобразователя и обеспечивать работу системы в режиме как непрерывного, так и прерывистого тока.

Для обеспечения бесстыкового перехода между режимами понижения и повышения разработан алгоритм смешанного управления ключами преобразователя. Полученные результаты подтверждены практическими исследованиями и опытной эксплуатацией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ануцин А.С., Арискина Л.В. Синтез двухконтурной системы управления DCDC-преобразователя напряжения в режиме непрерывного тока для приводов с регулируемым промежуточным звеном постоянного тока // Труды МЭИ. Электропривод и системы управления. 2002. Вып. 67. С. 52–65.
2. Остриров В.Н., Силаев Ф.А. Разработка источника питания для железнодорожного вагона с автономной системой электроснабжения // Электрика. 2009. № 8. С. 22–24.
3. Козаченко В.Ф., Обухов Н.А., Ануцин А.С., Жарков А.А. Модульная микроконтроллерная система управления для отечественной серии преобразователей частоты «Универсал» // Труды V Международной конференции «Электромеханика, электротехнологии и электроматериаловедение» МКЭЭЭ-2003. Ч. 1. Украина, Крым, 2003. С. 725–726.
4. Ануцин А.С. Сеть CAN и протокол верхнего уровня CANopen в современном электроприводе // Электричество. 2008. № 5. С. 23–29.

Началось анкетирование компаний, желающих участвовать в строительстве новой АЭС в Литве

Предприятие *Visagino atominė elektrinė* (Висагинская атомная электростанция) объявила о сборе анкет предприятий, которые заинтересованы в строительстве новой АЭС в Литве. Как сообщили на самом предприятии, заполнив анкету, которая размещена на сайте будущей АЭС, компания может претендовать на получение заказов работ своего профиля. Все данные пока планируется заносить в базу и классифицировать.

Напомним, Литва совместно с Латвией, Эстонией и Польшей планирует построить новую АЭС в Висагинасе до 2018–2020 годов. В свою очередь Россия заявляет, что построит свою станцию в Калининградской области гораздо раньше – в 2016–2018 годах.

Литва планирует найти стратегического инвестора, которому передаст контрольный пакет. Россия, также ищет инвесторов, но утверждает, что контрольный пакет останется у государства, а частному капиталу будет передано до 49% акций.

Regnum

УДК 621.3.06

СОВРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕТ ГРУППА «ЭЛЕКТРОЩИТ» (г. САМАРА)

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

1. ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ВВУ-СЭЩ-Э (П) – 20–20/1000 (1600) У2

Вакуумные выключатели типа ВВУ-СЭЩ-Э-20 (ВВУ-СЭЩ-П-20) с электромагнитными (пружинно-моторными) приводами для сетей с частыми коммутациями предназначены для работы в КСО и комплексных распределительных устройствах КРУ СЭЩ-70 внутренней установки на класс напряжения 20 кВ трехфазного переменного тока частоты 50 Гц (табл. 1).

Они служат для коммутации высоковольтных цепей трехфазного переменного тока в номинальном режиме работы установки, а также для автоматического отключения этих цепей при КЗ и перегрузках.

2. ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ВВУ-СЭЩ-П-10-50/4000 У2

С ПРУЖИННО-МОТОРНЫМ ПРИВОДОМ

Вакуумные выключатели ВВУ-СЭЩ-10-50/4000 предназначены для коммутаций электрических цепей при нормальных и аварийных режимах частотой 50 Гц с напряжением 6 (10) кВ в электрических сетях трехфазного переменного тока (табл. 2).

Особенностью этой конструкции полюсов является оригинальное применение неразъемных изоляционных корпусов с наличием мощных радиаторов, позволяющих обеспечивать

прохождение больших токов (4000 А) по главному контуру выключателя.

Применяется в КРУ на 4000 А в качестве вводного выключателя.

3. ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ВВУ-СЭЩ-П5 (6) – 10–20/1000 У2

С ПРУЖИННО-МОТОРНЫМ ПРИВОДОМ

Вакуумные выключатели типа ВВУ-СЭЩ-П5 (6) – 10 с пружинно-моторными приводами для сетей с частыми коммутациями предназначены для работы в КСО-298М внутренней установки на класс напряжения 10 кВ трехфазного переменного тока частоты 50 Гц (табл. 3). Служит для коммутации высоковольтных цепей трехфазного переменного тока в номинальном режиме работы установки, а также для автоматического отключения этих цепей при КЗ и перегрузках.

4. ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ВВМ-СЭЩ-1 (2) (3) – 10–20/1000 У2

Вакуумные выключатели ВВМ-СЭЩ-1-10-20/1000, ВВМ-СЭЩ-2-10–20/1000 и ВВМ-СЭЩ-3-10-20/1000 предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 6–10 кВ. Выключатели используются для вновь

Таблица 1

Технические параметры ВВУ-СЭЩ-Э(П)-20-20/1000 (1600) У2

Параметры	ВВУ-СЭЩ-20-20/1000	ВВУ-СЭЩ-20-20/1600
Номинальное напряжение, кВ	20	
Номинальный ток, А	1000	1600
Номинальный ток отключения, кА	20	
Ток термической стойкости, 3 с, кА	20	
Ток электродинамической стойкости, кА	50	
Ток включения, кА:		
– наибольший пик	52	
– начальное действующее значение периодической составляющей	20	
Собственное время отключения, с, не более	0,03	
Полное время отключения, с, макс.	0,05	
Собственное время включения с электромагнитным приводом (Э), с, макс.	0,1	
Собственное время включения с пружинно-моторным приводом (П), с, макс.	0,065	
Номинальное напряжение цепей управления, В:		
– постоянного тока	110, 220	
– переменного тока	120, 230	
Механический ресурс, циклов ВО	25 000	
Коммутационный ресурс, циклов ВО:		
– при номинальном токе	25 000	
– при номинальном токе отключения	50	
Масса выключателя с пружинно-моторным приводом (П), кг	99	105
Масса выключателя с электромагнитным (Э) приводом, кг	102	108
Габариты выключателя с электромагнитным (Э) и пружинно-моторным приводом (глубина × ширина × высота), мм	458 × 690 × 688	

разрабатываемых КРУ, а также для реконструкции шкафов КРУ, находящихся в эксплуатации. Во всех случаях установка выключателей серии ВВМ-СЭЩ-10 допускается только по согласованию с предприятием-изготовителем (табл. 4).

Выключатели управляются с помощью устройств управления, выполненных в виде отдельных блоков, электрически связанных с выключателем.

5. КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА КРУ СЭЩ-70

КРУ СЭЩ-70 предназначены для приема и распределения электрической энергии переменного трехфазного тока с номинальным значением напряжения 6–20 кВ и тока 630–4000 А, частотой 50 Гц и 60 Гц (табл. 5).

Служат для комплектования:

Таблица 2

Технические параметры ВВУ-СЭЩ-П-10-50/4000 У2

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	4000
Ток термической стойкости, 3 с, кА	50
Ток электродинамической стойкости, кА	125
Токи включения, кА:	
– наибольший пик	125
– начальное действующее значение периодической составляющей	50
Собственное время отключения, с, (макс.)	0,03
Полное время отключения, с, (макс.)	0,05
Собственное время включения, с, (макс.)	0,065
Номинальное напряжение цепей управления, В:	
– постоянного тока	110, 220
– переменного тока	120, 230
Механический ресурс, циклов ВО	10 000
Коммутационный ресурс, циклов ВО:	
– при номинальном токе	10 000
– при номинальном токе отключения	25
Масса выключателя с пружинно-моторным приводом (П), кг	230
Габариты, мм	680 × 781 × 674

Таблица 3

Технические параметры ВВУ-СЭЩ-П5(6)-10-20/1000 У2

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	1000
Номинальный ток отключения, кА	20
Ток термической стойкости, 3 с, кА	20
Токи включения, кА:	
– наибольший пик	50
– начальное действующее значение периодической составляющей	20
Собственное время отключения, с, (макс.)	0,03
Полное время отключения, с, (макс.)	0,05

Собственное время включения, с	0,05
Механический ресурс, циклов ВО	25 000
Коммутационный ресурс, циклов ВО:	
– при номинальном токе	25 000
– при номинальном токе отключения	100
Масса выключателя, кг	95 (63,5 – для ВВУ-СЭЩ-П6-10-20/1000)
Габариты, мм	593 × 428 × 610 ВВУ-СЭЩ-П5-10-20/1000
	449 × 460 × 501 ВВУ-СЭЩ-П6-10-20/1000

Таблица 4

Технические параметры ВВМ-СЭЩ-1(2)(3)-10-20/1000 У2

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	1000
Номинальный ток отключения, кА	20
Ток термической стойкости, 3 с, кА	20
Ток электродинамической стойкости, кА	50
Ток включения, кА:	
– наибольший пик	52
– начальное действующее значение периодической составляющей	20
Собственное время отключения, с, не более	0,03
Полное время отключения, с, макс.	0,1
Собственное время включения, с, макс.	0,11
Механический ресурс, циклов ВО	50 000
Коммутационный ресурс, циклов ВО:	
– при номинальном токе	50 000
– при номинальном токе отключения	75
Масса, кг	50 – ВВМ-СЭЩ-1–10–20/1000 46 – ВВМ-СЭЩ-2–10–20/1000 38 – ВВМ-СЭЩ-3–10–20/1000
Габариты, мм	264 × 540 × 610 (для ВВМ-СЭЩ-1–10–20/1000)
	264 × 540 × 492 (для ВВМ-СЭЩ-2 (3) – 10–20/1000)

- распредустройства 6–20 кВ подстанций различного назначения;
- электрических станций;
- комплектных трансформаторных подстанций;
- систем собственных нужд тепловых и атомных станций.

Особенности КРУ СЭЩ-70:

- верхнее расположение сборных шин;
- одностороннее обслуживание;
- выдвижной элемент кассетного типа в средней части шкафа;
- каркасно-модульная конструкция;
- сборные шины в твердой изоляции «Рей-хем».

КРУ СЭЩ-70 состоит из шкафов различного назначения и применяемого оборудования.

В составе распредустройства могут находиться:

- шкафы с выключателем на выдвижном элементе;
- шкаф кабельного ввода, линии;
- шкаф кабельного ввода, линии с отпайкой на ТСН (ТН);
- шинного ввода (линии);
- шинного ввода, линии с отпайкой на ТСН (ТН);
- секционный выключатель;
- шкафы с разъединительным выдвижным элементом;

- шкафы с ТН, ТСН на выдвижном (выкатном) элементе;
- шкафы без выдвижного элемента;
- шинные вводы, шинные мосты, шинные переемы;
- инвентарные тележки для вывода выдвижных элементов в ремонт;
- комплект ЗИП.

Шкафы КРУ СЭЩ-70А выполняются на ток термической стойкости 40 кА и ток электродинамической стойкости 128 кА.

6. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВА-СЭЩ-ЛВА

Автоматические выключатели низкого напряжения ВА-СЭЩ-ЛВА предназначены для установки в шкафах комплектных распределительных устройств, на панелях и в отдельных шкафах внутренней установки собственных нужд атомных и тепловых электростанций и других объектов народного хозяйства (табл. 6). Выключатели ВА-СЭЩ-ЛВА собираются из комплектующих согласно OEM-соглашению между ЗАО «Электроцит-ТМ-Самара» и фирмой LSIS (Корея).

Автоматические выключатели низкого напряжения ВА-СЭЩ-ЛВА (выключатели) используются:

- в качестве вводных, фидерных и межсекционных выключателей в трехфазных распределительных устройствах;

Таблица 5

Технические характеристики КРУ СЭЩ-70

Параметры	СЭЩ-70Д	СЭЩ-70	СЭЩ-70Т
Номинальное напряжение, кВ	20	6; 10; 15	
Наибольшее напряжение (линейное), кВ	24	7,2; 12; 17,5	
Номинальная частота, Гц	50; 60		
Номинальный ток главных цепей шкафов для умеренного климата при частоте 50 Гц, А	630; 1000; 2000;2500	630; 1000; 16000	2000; 2500; 3150; 4000*
Номинальный ток сборных шин при частоте 50 Гц, А	1000; 1600; 2000; 2500	1000; 1600; 2000; 2500	2000; 2500; 3150
Номинальный ток отключения выключателя, встроенного в КРУ, кА	25	20; 31,5	31,5; 40; 50
Ток термической стойкости**, кА	25	20; 31,5	31,5; 40; 50
Ток электродинамической стойкости**, кА	81	51; 81	81; 128

* В проекте с принудительной вентиляцией;

** Термическая и электродинамическая стойкость шкафов КРУ определяется стойкостью встроенного оборудования.

- для включения и защиты сетей, электродвигателей, генераторов, трансформаторов, конденсаторов;
- для оперативных включений и отключений, аварийного отключения потребителей электрической энергии.

ВА-СЭЩ значительно превосходят все российские выключатели по набору опций, обладают повышенной отключающей способностью (не менее 100 кА), небольшой массой, малыми габаритами.

7. РАЗЪЕДИНИТЕЛИ НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ РН СЭЩ 220 КВ

Разъединители предназначены для включения и отключения обесточенных участков электрической цепи, находящихся под напряжением, образуя в отключенном состоянии видимый изоляционный промежуток заземления отключенных участков при помощи стационарных заземлителей. Разъединители допускается использовать для отключения токов холостого хода трансформаторов, зарядных токов воздушных и кабельных линий. Разъединитель рассчитан для работы в сети переменного тока 50, 60 Гц напряжением 220 кВ (табл. 7).

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха (по ГОСТ 15 150 и ГОСТ 15 543.1) от -60°C до $+40^{\circ}\text{C}$ для климатического исполнения УХЛ категории размещения 1;
- температура окружающего воздуха (по ГОСТ 15 150 и ГОСТ 15 543.1) от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ для климатического исполнения Т категории размещения 1;
- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- скорость ветра не более 40 м/с при отсутствии гололеда, не более 15 м/с в условиях гололеда толщиной не более 20 мм;
- сейсмостойкость – 9 баллов по шкале MSK-64;
- окружающая среда – атмосфера типа II по ГОСТ 15 150, взрыво- и пожаробезопасная, не содержащая токоведущей пыли, химически активных газов и испарений.

8. РАЗЪЕДИНИТЕЛИ ТИПА РЛК СЭЩ 10/630

Предназначены для включения и отключения обесточенных участков электрической цепи, находящейся под напряжением, заземления отключенных участков при помощи заземлителей (при их наличии), составляющих единое целое с разъединителем, а также отклю-

Таблица 6

Технические параметры ВА-СЭЩ-LBA

Параметры	Значение
Номинальный ток, А	1600; 3200; 5000
Рабочее напряжение, В	690
Напряжение изоляции, В	1000
Предельная отключающая способность, кА	65; 85; 100
Рабочая отключающая способность, кА	100%
Количество полюсов	3; 4
Возможность коммуникации	Да
Ресурс с обслуживанием:	
– механический	20 000
– коммутационный	5000
Допустимая температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-40...+50$
Масса, кг	44; 66; 119

чения токов холостого хода трансформаторов и зарядных токов воздушных и кабельных линий (табл. 8).

9. СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ОЛС-СЭЩ-0,63 (1,25)/6 (10)

Предназначены для установки в комплектные распределительные устройства (КРУ) внутренней и наружной установки, а также в сбор-

ные камеры одностороннего обслуживания (КСО), являются комплектующими изделиями.

Трансформаторы обеспечивают питание цепей собственных нужд пунктов секционирования и автоматического включения резерва (АВР) электрических сетей 6–10 кВ частоты 50 Гц (табл. 9).

Трансформаторы по конструкции являются опорными однофазными двухполюсными двух-

Таблица 7

Технические параметры РН СЭЩ

Параметры	Значение			
	РН СЭЩ-220		РНП СЭЩ-220	
Номинальное напряжение, кВ	220			
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	252			
Номинальный ток, А	1252	2000	1250	2000
Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (ток термической стойкости), кА	31,5	40	31,5	40
Наибольший пик номинального кратковременного выдерживаемого тока (ток электродинамической стойкости), кА	80	100	80	100
Время протекания номинального кратковременного выдерживаемого тока, с: для главных ножей/для заземлителей	3/1			
Номинальная частота, Гц	50/60			
Испытательное кратковременное (одноминутное) напряжение промышленной частоты, кВ, относительно земли и между полюсами/ между разомкнутыми контактами разъединителей	440/460		460/530	
Испытательное напряжение грозового импульса 1,2/50 мс, кВ, относительно земли и между полюсами/между разомкнутыми контактами разъединителей	950/110		1050/1200	
Длина пути утечки внешней изоляции разъединителя, см, II категории/IV категории	570/-		630/790	
Допустимая механическая нагрузка на выводы от присоединяемых проводов, Н	1000	1200	1000	1200
Механический ресурс, циклов В-О	10000			
Включение и отключение тока, А: холостого хода трансформаторов/ зарядных токов линий	3/1			
Толщина стенки гололеда, мм	20			
Коэффициент запаса механической прочности изоляционных колонн, не менее	2,5			
Масса полюса, кг, не более	650			
Сопrotивление постоянному току главного токоведущего контура, мкОм, не более	140			
Климатическое исполнение, категория размещения	УХЛ1, Т1			
Тип привода для управления главными ножами и заземлителями	Электродвигательный ПДС-СЭЩ-М или ручной ПР-М-СЭЩ			
Классификация по числу полюсов, управляемых одним приводом	Однополюсный, трехполюсный			
Тип изоляторов	С6-950 II		С8-1050 II, IV	

обмоточными. Корпус трансформаторов выполнен из эпоксидного компаунда, который одновременно является главной изоляцией и обеспечивает защиту обмоток от механических и климатических воздействий.

Трансформаторы имеют болт заземления М8, который расположен на основании. Есть возможность заземления одного из вводов вторичной обмотки непосредственно на основание винтами М5.

Трансформаторы комплектуются прозрачными пластмассовыми крышками для закрытия и пломбирования вводов вторичной обмотки, для защиты от несанкционированного доступа.

10. НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА УНИФИЦИРОВАННОЙ СЕРИИ ТИПА НКУ-СЭЦ

НКУ-СЭЦ могут применяться как индивидуально, так и в качестве распределительных

Таблица 8

Технические параметры РЛК СЭЦ 10/630

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, кВ	10
Наибольшее рабочее напряжение	12
Номинальный ток, А	630
Ток термической стойкости, кА	10
Ток электродинамической стойкости, кА	25
Время протекания номинального кратковременного выдерживания тока, с: для главных ножей/для заземлителей	3/1
Номинальная частота, Гц	50/60
Испытательное кратковременное (одноминутное) напряжение промышленной частоты, кВ, относительно земли и между полюсами/между разомкнутыми контактами разъединителей	42/48
Длина пути утечки внешней изоляции разъединителя, см, II категории/IV категории	30/50
Сопротивление постоянному току главного токоведущего контура, мкОм, не более	100
Габариты, мм	890 × 875 × 415
Масса, кг, не более	21
Допустимая механическая нагрузка на выводы от присоединяемых проводов, Н	200
Механический ресурс, циклов В-О	10 000
Включение и отключение тока, А: холостого хода трансформатора/зарядных токов линий	1/1
Климатическое исполнение	УХЛ1Т1
Высота над уровнем моря, м	1000
Температура окружающего воздуха, °С	+40, – 60, +50, – 10
Окружающая среда – атмосфера, тип	II IV
Сейсмостойкость, баллы, по шкале MSK-64	9
Скорость ветра, м/с, не более	15 (гололед толщиной не более 20 мм) 40 (при отсутствии гололеда)
Тип привода для управления главными ножами и заземлителями	Ручной ПР-СЭЦ

устройств во всех сферах энергопотребления, где требуется обеспечить ввод и распределение электрической энергии, в частности:

- в системе собственных нужд всех типов электростанций;
- для комплектования подстанций электрических сетей;
- для комплектования подстанций перекачивающих станций газопроводов, нефтепроводов;
- в системах электроснабжения и автоматики промышленных предприятий и коммунальной сферы.

Результатом разработки стала полная унификация изделий внутренней установки и создание модульной системы построения любой схемы вводно-распределительной системы по условиям любой отрасли энергопотребления. Преимуществами данной разработки также яв-

ляются быстрота монтажа и улучшение удобства обслуживания, повышение уровня пожаро- и электробезопасности ввиду полного отделения силовой токоведущей части от оперативно-эксплуатируемой зоны, повышенная сейсмостойкость за счет применения профильно-каркасной конструкции и максимально возможная заводская готовность изделия.

Существенно упрощены схемы релейной защиты и автоматики, их адаптация под требования заказчиков и возможность интегрирования во внешнюю схему АСУ ТП, АСКУЭ и т. п. Унифицированная система несущих конструкций и сборных шин позволяет создавать щиты как с задним, так и с передним присоединением, обеспечивая при этом оптимальный уровень доступа. При этом можно комбинировать распределительные отходящие линии и отходящие линии управления электродвигателем.

Таблица 9

Технические параметры

Параметры	Значение			
	ОЛС-СЭЩ 0,63/6	ОЛС- СЭЩ-0,63/10	ОЛС- СЭЩ-1,25/6	ОЛС- СЭЩ-1,25/10
Класс напряжения, кВ	6	10	6	10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2	12	7,2	12
Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	6,3 6,6	10,5 11	6,3 6,6	10,5 11
Номинальное напряжение первичной обмотки, В х-а1 х-а2 х-а3 х-а4	100 209 220 231			
Номинальная мощность на ответвлениях 100 и 220 В, ВА	630		1250	
Предельная мощность в течение 0,1 с и периодичности включения через 2 с (3 повторных включения), ВА	2000			
Схема и группа соединения обмоток	1/1–0			
Номинальная частота, Гц	50; 60 (для экспорта)			
Испытательное напряжение, кВ:				
– одноминутное промышленной частоты	25	35	25	35
– грозового импульса полного	60	75	60	75
– грозового импульса срезанного	70	90	70	90
Допустимая погрешность напряжения: на отпайке 100 В/на остальных ответвлениях	3%/1%			

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), содержащей текст в формате Word (версия 1997–2003).

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

Структура текста

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

Название статьи и УДК

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Иллюстративные материалы – в электронной форме (фотография автора обязательна, 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 подрисуючные подписи (включаются в файл с авторским текстом).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Профессиональные праздники и памятные даты

1 июня



Международный день защиты детей.

Решение о проведении этого ежегодного праздника было принято Международной демократической федерацией женщин на специальной сессии в ноябре 1949 г. ООН поддержала инициативу и объявила защиту прав, жизни и здоровья детей одним из приоритетных направлений своей деятельности.



День Северного флота России.

1 июня 1933 г. в СССР была образована Северная военная флотилия, прославившая себя героической обороной рубежей Отчизны. Ныне это самый мощный из всех военных флотов нашего государства.

4 июня



Международный день невинных детей — жертв агрессии.

Дата принята в 1982 г. на Чрезвычайной сессии ООН по вопросу о Палестине. Основанием памятного дня стало огромное число невинных палестинских и ливанских детей — жертв актов агрессии Израиля.

5 июня



Всемирный день охраны окружающей среды (в России — День эколога).

5 июня 1972 г. была впервые проведена специальная конференция ООН по вопросам окружающей среды. В тот же год по инициативе Генеральной Ассамблеи с целью «обратить внимание общественности на необходимость сохранять и улучшать окружающую среду» был установлен сам праздник. В России День эколога отмечается согласно Указу Президента РФ от 21 июня 2007 г.

6 июня



Пушкинский день России.

В этот день 1799 г. в Москве родился великий русский поэт Александр Сергеевич Пушкин. В советские времена эта дата традиционно отмечалась как праздник поэзии. Свой новый государственный статус день получил в 1997 г. согласно Указу Президента РФ «О 200-летию со дня рождения А.С. Пушкина».



День мелиоратора.

Профессиональный праздник специалистов по использованию земельных и водных ресурсов установлен Указом Президиума Верховного Совета СССР от 24 мая 1976 г. В России он введен Указом Президента РФ в 2000 г. и отмечается ежегодно в первое воскресенье июня.

8 июня



День социального работника.

8 июня 1701 г. Петр I принимает Указ, положивший начало созданию государственной системы социальной защиты, — «Об определении в домовых Святейшего Патриархата богадельни нищих, больных и престарелых». Исходя из этой даты, Президент РФ своим Указом от 27 октября 2000 г. и определил праздник работников, помогающих малообеспеченным и слабозащищенным гражданам.

12 июня



День России.

В этот день 1990 г. на Первом съезде народных депутатов РСФСР был подписан документ о государственном суверенитете Российской Федерации. Спустя четыре года первый Президент РФ Борис Ельцин своим указом придал дате государственное значение. В 1998 г. он же предложил отмечать ее как День России. Официально название праздника гражданского мира и национального единения страны укоренилось в феврале 2002 г.



День пивовара.

Профессиональный праздник производителей популярного напитка учрежден решением Совета Союза российских пивоваров от 23 января 2003 г. С тех пор день отмечается каждую вторую субботу июня. Целью проведения праздника является формирование традиций российского пивоварения и развитие культуры потребления пива в России.

13 июня



День работников текстильной и легкой промышленности.

Профессиональный праздник работников легкой промышленности был введен Указом Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1980 г. и с тех пор стал ежегодно отмечаться во второе воскресенье июня. В соответствии с Указом Президента РФ от 17 июня 2000 г. почетный день подтвердил свою календарную прописку.

14 июня



День работников миграционной службы.

Федеральная миграционная служба (ФМС) России была создана в 1992 г. С тех пор структура видоизменялась, но в итоге сохранила статус самостоятельного федерального органа исполнительной власти по контролю и надзору в сфере миграции. А 6 мая 2007 г. Президент РФ Владимир Путин подписал Указ «Об установлении Дня работника миграционной службы».

Поздравим друзей и нужных людей!



Всемирный день донора крови. В мае 2005 г. участники Всемирной ассамблеи здравоохранения приняли заявление о приверженности и поддержке добровольного донорства крови. Согласно решению министров здравоохранения, ежегодно 14 июня проводится World Blood Donor Day, пропагандирующий благотворительность и взаимную поддержку людей планеты.

17 июня



Всемирный день борьбы с опустыниванием и засухой. Дата установлена ООН исходя из принятия 17 июня 1994 г. Конвенции по борьбе с опустыниванием. Процессы, наносящие вред экологии и здоровью людей, угрожают и России, особенно в регионах Поволжья, Забайкалья, Калмыкии и Астраханской области.

20 июня



День медицинского работника. Профессиональный праздник защитников здоровья отмечается на основании Указа Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1980 г. Традиционное почетное место дня — третье воскресенье июня.



Всемирный день беженцев. Впервые официально признанные права беженцев были определены в 1951 г., в конвенции ООН о статусе беженцев. А в декабре 2000 г. ООН провозгласила отмечать Международный день людей, находящихся в изгнании.



День кинолога. В этот день 1909 г. в Санкт-Петербурге состоялось открытие первого в России питомника полицейских сыскных собак, на базе которого была создана школа дрессировщиков. В настоящее время с помощью обученных собак у нас в стране раскрывается около 20 тысяч преступлений.

22 июня



День памяти и скорби. В этот день 1941 г. началась Великая Отечественная война. Печальная и горестная дата всегда будет напоминать о погибших, замученных в фашистском плену, умерших в тылу от голода и лишений.

23 июня



Международный Олимпийский день. 23 июня 1894 г. в Париже на Международном конгрессе по проблемам физического воспитания барон Пьер де Кубертен представил свой план организации Олимпийских игр. В 1967 г. Международный олимпийский комитет принял решение считать эту дату всенародным праздником.

24 июня



Иван Купала. Народный праздник отмечается в России в день летнего солнцестояния. Он совместил в себе день Иоанна Крестителя и дохристианского славянского праздника языческого бога Купалы. Иванов день заполнен обрядами, связанными с водой, огнем и травами.

25 июня



День дружбы и единения славян. Наиболее широко эта дата отмечается тремя восточно-европейскими странами — Россией, Украиной и Беларусью. Это народный праздник, идущий от общих корней, культурных традиций и обычаев. А в целом славянские народы составляют основную часть населения Европы.

26 июня



День изобретателя и рационализатора. Дата была введена по предложению Академии наук СССР в конце 50-х годов прошлого века, когда авторы ценных предложений получали государственные награды и премии. Сегодня последняя суббота июня — праздник людей, стремящихся провести в жизнь новые идеи и реализовать свой талант.



Международный день борьбы против злоупотребления наркотиками и их незаконного оборота. В этот день 1987 г. на конференции в Вене был принят Всеобъемлющий план деятельности по борьбе со злоупотреблением наркотическими средствами. Вскоре ООН утвердила всемирный статус дня, призванного усилить меры по избавлению от наркотического зла.

27 июня



День молодежи России. С 1958 г. в последнее воскресенье июня в СССР традиционно отмечался День советской молодежи. Дату нового российского праздника узаконил 24 июня 1993 г. Президент Борис Ельцин. В этот день муниципальные власти страны организуют мероприятия для пропаганды здоровья, патриотизма и развития молодежных организаций.



Всемирный день рыболовства. Дата установлена решением Международной конференции по регулированию и развитию рыболовства, состоявшейся в июле 1984 г. в Риме. Идея праздника связана с сохранением экологии, популярностью культурного отдыха и здоровых увлечений.

Стоимость подписки на журнал указана в каталоге
Агентства «Роспечать»

ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ

на

журнал

84817

(индекс издания)

Электроборудование. Эксплуатация и ремонт

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Доставочная карточка

ПВ

место

литер

на

журнал

84817

(индекс издания)

Электроборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Стоимость

подписки

руб.

коп.

Количество комплектов

Стоимость

предварительных

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)

Электроборудование. Эксплуатация и ремонт

Количество комплектов:

на 20 10 год по месяцам:

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Доставочная карточка

ПВ

место

литер

на

журнал

12532

(индекс издания)

Электроборудование. Эксплуатация и ремонт

(наименование издания)

Стоимость

подписки

руб.

коп.

Количество комплектов

Стоимость

предварительных

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 (передресовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

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

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

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

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (передресовки)

без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск

календарного штемпеля отделения связи.

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

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

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

Электрооборудование. Эксплуатация и ремонт

II полугодие
2010

Выгодное предложение!

Подписка на 2-е полугодие по льготной цене – 3072 руб. (подписка по каталогам – 3840 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) 211-5418, 749-2164, 749-4273, 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 № 2ЖК2010 от «___» _____ 2010

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 II полугодие 2010 г.)	6	512	3072	Не обл.	3072
2						
3						
ИТОГО:						
ВСЕГО К ОПЛАТЕ:						

Генеральный директор



К.А. Москаленко

К.А. Москаленко

Главный бухгалтер

Л.В. Москаленко

Л.В. Москаленко

ВНИМАНИЮ БУХГАЛТЕРИИ!

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

НДС НЕ ВЗИМАЕТСЯ (УПРОЩЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ).

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

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

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

ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЕЖНОГО ПОРУЧЕНИЯ

Поступ. в банк плат.		Списано со сч. плат.			
ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ №				Дата	Вид платежа
Сумма прописью					
ИНН		КПП		Сумма	
Платательщик				Сч.№	
				БИК	
				Сч.№	
Банк Плательщика				БИК	044525225
Сбербанк России ОАО, г. Москва				Сч.№	30101810400000000225
Банк Получателя				Сч.№	40702810438180001886
ИНН 7718766370		КПП 771801001		Вид оп.	Срок плат.
ООО Издательство «Профессиональная Литература» Вернадское ОСБ 7970 г. Москва				Наз.пл.	Очер. плат.
				Код	Рез. поле
Получатель					
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:

- ❶ **Название издания и номер данного счета**
- ❷ **Точный адрес доставки (с индексом)**
- ❸ **ФИО получателя**
- ❹ **Телефон (с кодом города)**

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

(495) 211-5418, 749-2164, 749-4273

тел./факс **(495) 250-7524**

или по e-mail: **podpiska@panor.ru**