

Министерство энергетики Республики Беларусь

Энергетическая Стратегия

№2 (50) март-апрель 2016

научно-практический журнал



**Белорусской
энергосистеме – 85 лет**

БЕЛЭНЕРГО

КАК ПОДКЛЮЧИТЬСЯ

БЛАНКИ

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

ВОПРОС-ОТВЕТ

КУДА ОБРАЩАТЬСЯ



Пошаговые инструкции по подключению

Формы заявлений и образцы заполнения

Документы регламентирующие подключение

Ответы на вопросы пользователей

Адреса мест обращения и контактные данные

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ

подробнее...



адрес в сети интернет: <http://web.belenergo.by/t>



РМЭФ

Российский Международный Энергетический Форум

17–20
МАЯ | **2016**
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

XXIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

energetika@expoforum.ru
rief@expoforum.ru
+7 812 240 40 40
доб. 154, 160

energetika-restec.ru
energo@restec.ru
+7 812 303 88 68

ОРГАНИЗАТОРЫ

EXPOFORUM

Выставочное объединение
РЕСТЭК®

ENERGETIKA.EXPOFORUM.RU
RIEF.EXPOFORUM.RU

12+

В НОВОМ
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ 64/1

85-летию Белорусской энергосистемы посвящается!



15 мая Белорусская энергосистема отмечает 85 лет со дня своего образования. К этой знаменательной дате по поручению ГПО «Белэнерго» коллективом «Информационно-издательский центр» ОАО «Экономэнерго» создана книга «Достижения белорусских энергетиков».

В книге в хронологическом порядке освещены значимые события в энергетической сфере за всю ее историю (1931–2015 годы), увековечена память о людях, которые своим трудом и талантом создавали Белорусскую энергосистему, способствовали ее становлению и продолжают совершенствовать отечественную энергетику.

В издании приведены яркие воспоминания современников и участников наиболее важных событий развития энергетической сферы республики, придающие особую атмосферу исторической достоверности.

Книга адресована работникам Белорусской энергетической системы и ветеранам-энергетикам. Издание также будет интересно широкому кругу читателей, особенно представителям молодого поколения, решившим связать свою судьбу с энергетикой или только выбирающим свой путь в жизни.

Учредитель
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Редакционная коллегия:

- Закревский В.А.** к.т.н., заместитель
Министра энергетики
Республики Беларусь
(председатель)
- Каранкевич В.М.** заместитель
Министра энергетики
Республики Беларусь
- Бородуля В.А.** член-корр. НАН Беларуси,
д.т.н., профессор, зав.
лабораторией Института
тепло-и массообмена
им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
- Воронов Е.О.** генеральный директор
ГПО «Белэнерго»
- Клявза В.И.** начальник отдела
охраны труда
ОАО «Центроэнергомонтаж»
- Кордуба В.Г.** инженер-теплоэнергетик,
заслуженный работник
промышленности
Республики Беларусь
- Лиштван И.И.** д.т.н., академик НАН Беларуси,
главный научный
сотрудник Института
природопользования
НАН Беларуси
- Малашенко М.П.** заместитель председателя
Госстандарта –
директор Департамента
по энергоэффективности
- Майоров В.В.** генеральный директор
ОАО «Газпром трансгаз
Беларусь»
- Рудинский Л.И.** генеральный директор
ГПО «Белтопгаз»
- Русан В.И.** д.т.н., профессор БГАТУ
- Рыков А.Н.** к.т.н., директор
РУП «Белнипиэнергопром»
- Седнин В.А.** д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой БНТУ
(заместитель председателя)
- Стриха И.И.** д.т.н., профессор,
почетный энергетик
Республики Беларусь
- Якубович П.В.** директор
РУП «БЕЛТЭИ»

БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ – 85 ЛЕТ

- Приветственное слово заместителя Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко..... 4
- Приветственное слово Министра энергетики Республики Беларусь В.Н. Потупчика..... 5
- Приветственное слово генерального директора ГПО «Белэнерго» Е.О. Воронова 6
- Приветственное слово председателя Президиума Совета Республиканского общественного объединения ветеранов-энергетиков Н.Н. Булыги 7
- Приветственное слово председателя Белорусского профессионального союза работников энергетики, электротехнической и топливной промышленности В.В. Диклова 8
- На пути к энергетике больших мощностей.
Преодоления, надежды и победы..... 9
- Связующая нить поколений 16

НОВОСТИ

- ТЭК Беларуси 22
- Введена в эксплуатацию ПС 110 кВ «Староборисовская» 25
- Мировая энергетика. Прогнозы. Аналитика. Факты 26

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- Обеспечение энергетической безопасности Республики Беларусь в условиях строительства атомной станции
Интервью с заместителем Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревским..... 30
- Дерягин Д.А., начальник производственно-технического управления Министерства энергетики Республики Беларусь
Совершенствование гражданско-правовых отношений в области электроснабжения
Комментарии к новой редакции Правил электроснабжения (продолжение) 34
- Попов Б.И., к.т.н., заведующий лабораторией системных исследований ядерно-энергетического комплекса ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,
Быков А.И., к.э.н., ведущий научный сотрудник
Критерии оптимальности функционирования и развития электроэнергетики 38

Начинается подписка на 2-е полугодие 2016 года

Фурсанов М.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
электрических сетей БНТУ

**Оптимальные технические потери электроэнергии в силовых
трансформаторах распределительных электрических сетей42**

Глижин А., отдел продаж в страны СНГ, Megger, Баунах, ФРГ,
Стенько О., представительство Себа Динатроник (SebaKMT),
Минск, Беларусь

**Новое поколение систем диагностики силовых кабелей
с использованием технологии 50 Hz Slope46**

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

Следуя международным нормам безопасности

*По итогам VIII Международной специализированной выставки
и конференции «Атомэкспо – Беларусь 2016»48*

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

**Новые перспективы развития проектирования в сфере
газоснабжения и торфяной промышленности**

*Интервью с директором проектного научно-исследовательского
республиканского унитарного предприятия
«НИИ Белгипрогаз» Д.Р. Морозом49*

Поляков В.И., к.х.н., доцент ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»,
Полякова О.Е., старший преподаватель БНТУ,
Русь В.М., начальник управления систем газоснабжения ГПО «Белтопгаз»

**Перспективы развития технологии контроля качества
работ при строительстве газопроводов с использованием
полиэтиленовых труб52**

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Пенязьков О.Г., академик, директор Института тепло-
и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси,
Гуревич И.Г., д.т.н., ведущий научный сотрудник,
Пархомова З.С., заведующая отделом научного сопровождения НТП

**Разработка и организация производства конкурентоспособной
продукции для энергетики55**

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Лосенков Д.М., начальник управления государственного
энергетического надзора ГПО «Белэнерго» – заместитель
главного государственного инспектора Республики Беларусь
по энергетическому надзору

**Новые стандарты в области качества электроэнергии –
основные положения и отличия60**

Национальный фонд ТНПА – энергетике64

Энергетическая безопасность

Традиционная и ядерная энергетика

Газовая и торфяная промышленность

Транспорт газа и газоснабжение

Альтернативная и малая энергетика

Энергоэффективность и экология

Редакция:

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Редакторы	Никитина А.В. Моисеева Е.Н.
Компьютерный дизайн и верстка	Цагельникова К.А.
Корректор	Лемехова Д.Д.
Выпускающий редактор	Варламова С.Д.

Уважаемые рекламодатели!

По вопросам размещения рекламы
обращайтесь по тел.: (+375 17) 286-08-28
VELCOM (+375 29) 399-11-04
MTC (+375 33) 319-11-04

В соответствии с приказом ВАК Республики Беларусь
от 20 марта 2015 года № 81 научно-практический
журнал Министерства энергетики Республики Беларусь
«Энергетическая стратегия» включен в Перечень научных
изданий Республики Беларусь для опубликования
результатов диссертационных исследований.

Адрес редакции:

220029, г. Минск, ул. Чичерина, 19
Тел./факс: (+375 17) 286-08-28
Тел.: (+375 17) 293-46-82
e-mail: info@energystrategy.by
2934682@mail.ru
www.energystrategy.by

Цена свободная

Свидетельство о регистрации журнала
№ 931 от 27.08.2010.

Публикуемые материалы отражают мнение их авторов.
Редакция не несет ответственности за содержание
рекламных материалов. Перепечатка информации
допускается только с разрешения редакции.

Отпечатано в ПДУП «Типография Федерации
профсоюзов Беларуси»,
220030, г. Минск, пл. Свободы, 23-90
ЛП №02330/54 от 12.08.2013.
Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 26.04.2016 г., формат 60х90%,
тираж 1400 экз., заказ № 838.

© Информационно-издательский центр
ОАО «Экономэнерго», 2016

Оформить подписку можно:

- в любом почтовом отделении
(подписной индекс 009382)
- в редакции по тел./факсу:
(+375 17) 286-08-28 (многоканальный)
- на сайте www.energystrategy.by

УВАЖАЕМЫЕ ЭНЕРГЕТИКИ!

От имени Правительства Республики Беларусь сердечно поздравляю вас с 85-летием со дня образования Белорусской энергетической системы!

С момента своего создания Белорусская энергосистема прошла нелегкий путь от небольших по мощности электростанций до крупных современных энергетических объектов.

На всех этапах развития и становления энергетика оставалась одной из приоритетных отраслей народного хозяйства республики, устойчивая работа которой обеспечивала надежное энергоснабжение населения и реального сектора экономики, стабильное развитие республики в целом.

В целях повышения энергетической безопасности страны руководство Беларуси проводит целенаправленную политику по наращиванию энергетического потенциала республики. В рамках реализации двух государственных программ модернизации Белорусской энергосистемы удалось значительно повысить ее эффективность, снизить износ основных фондов и сократить зависимость республики от импортируемых энергоресурсов.

На государственном уровне принят ряд программных документов, определяющих основные пути развития энергетики. Среди них новая редакция Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь, комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции.

Реализация ядерно-энергетической программы в республике позволит снизить себестоимость производства электроэнергии, повысить конкурентоспособность белорусской экономики на мировом рынке и обеспечить энергетическую независимость страны.

Продолжается работа по созданию единого электроэнергетического рынка ЕАЭС, в рамках которого перед Беларусью открываются хорошие перспективы по экспорту электроэнергии.

Энергетикам в настоящее время, несмотря на достигнутые результаты, предстоит решать новые непростые задачи. Уверен, что богатейший опыт, накопленный белорусскими энергетиками, их высокая квалификация и интеллектуальный потенциал позволят в полной мере реализовать все намеченные планы.

В связи со знаменательной датой примите слова искренней признательности за ваш труд, неравнодушное отношение к делу, высокую степень ответственности и профессионализм. От всей души желаю вам, вашим родным и близким успехов, здоровья, счастья и благополучия!

**Заместитель Премьер-министра
Республики Беларусь**



В.И. Семашко



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ!

От имени Министерства энергетики Республики Беларусь и от меня лично примите сердечные поздравления с 85-летним юбилеем Белорусской энергосистемы!



Это знаменательное событие для всех, кто на протяжении многих лет создавал энергетическую отрасль, кто сегодня успешно обеспечивает надежное, устойчивое и эффективное энергоснабжение потребителей республики.

Динамичное развитие энергетики является мощным импульсом для стабильного роста промышленного потенциала страны и повышения качества жизни наших граждан. Благодаря общим усилиям нам удалось значительно повысить эффективность работы Белорусской энергосистемы.

В рамках реализации Государственной программы развития Белорусской энергосистемы на период до 2016 года было завершено строительство парогазовых энергоблоков на Минской ТЭЦ-5 мощностью 400 МВт, на Березовской и Лукомльской ГРЭС мощностью по 427 МВт, введен ряд других высокоэффективных генерирующих мощностей. В результате суммарная установленная мощность всех электрогенерирующих источников Республики Беларусь возросла на 1908 МВт и достигла порядка 9740 МВт.

Об эффективности проделанной работы свидетельствуют достигнутые показатели. С 2010 по 2015 год удельный расход топлива на отпуск электрической энергии снижен на 33,4 г у.т./кВт·ч, удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии – на 0,53 кг у.т./Гкал, технологический расход электроэнергии на транспорт в сетях – до 9,01 %, тепловой энергии – до 9,34 %.

По результатам работы Белорусской энергосистемы за пятилетний период объем полученной экономии топливно-энергетических ресурсов составил 1892,1 тыс. т у.т., что эквивалентно снижению потребления природного газа на 1,6 млрд м³ или сокращению топливных затрат на сумму около \$ 332 млн в ценовых условиях 2015 года.

Только за прошедший год темпы роста инвестиций в основной капитал в Белорусской энергосистеме составили 112,8 %. Инвестиционные ресурсы были направлены на реализацию важнейших проектов в сфере энергетики, реконструкцию и строительство объектов.

Самым значимым инвестиционным объектом последних лет стало строительство Белорусской АЭС. От пуска первого энергоблока атомной электростанции республики нас отделяют всего два года. Развивается и возобновляемая энергетика, продолжается сооружение Полоцкой и Витебской гидроэлектростанций на реке Западная Двина.

Успешно реализуется транзитный потенциал республики, повышается устойчивость параллельной работы энергосистемы Беларуси с другими энергосистемами стран СНГ и Балтии.

Успехи белорусской электроэнергетики свидетельствуют о том, что в энергетической сфере работают профессионалы, способные грамотно решать самые сложные задачи. В первую очередь хочется сказать слова благодарности ветеранам отрасли, которые внесли значительный вклад в развитие большой энергетики республики. Благодаря их мастерству, опыту, человеческим и профессиональным качествам мы можем сегодня сказать, что Белорусской энергосистеме есть чем гордиться.

Уверен, что накопленный кадровый и технический потенциал в сфере энергетики позволит и в будущем успешно решать задачи, направленные на повышение энергетической безопасности и надежности энергообеспечения, а достигнутые результаты придадут новый импульс дальнейшему развитию энергетического сектора экономики Республики Беларусь.

Уважаемые коллеги! Вы внесли неоценимый вклад в развитие энергетического комплекса республики, его надежную и стабильную работу. Желаю вам крепкого здоровья, новых успехов в труде, счастья, добра и мира!

**Министр энергетики
Республики Беларусь**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'V.N. Potupchik', written in a cursive style.

В.Н. Потупчик

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ!

От имени Государственного производственного объединения «Белэнерго» поздравляю вас со знаменательным событием – 85-летием Белорусской энергосистемы.



Восемьдесят пять лет назад произошло знаковое для энергетики нашей страны событие – было юридически закреплено создание Белорусской энергосистемы. Постепенно, по крупицам собирался этот большой, устойчивый, хорошо управляемый комплекс. В первые послевоенные десятилетия укреплялись энергетические связи между областями республики, возводились высоковольтные линии электропередачи, внедрялись устройства автоматики и телемеханики, развивалось диспетчерское управление.

Дальнейшее развитие белорусской энергетики неразрывно связано с сооружением крупных генерирующих объектов, что стало стимулом для развития промышленности и сельского хозяйства и вывело республику на передовые позиции в Советском Союзе по многим направлениям экономической деятельности.

В 1970-е годы энергетика Беларуси вступила в качественно новую фазу развития. В этот период успешно решалась основная задача – интенсификация энергетического производства. Одновременно значительно усложнялась и структура энергохозяйства, что потребовало иных подходов к управлению энергосистемой. Начиная с 1975 года, в отрасли активно создавалась база для внедрения автоматизированных систем управления энергетическим производством. Это позволило энергетикам оперативно и качественно решать основные задачи производственно-хозяйственной деятельности энергосистемы.

На современном этапе развития и модернизации Белорусской энергосистемы предпочтение отдается внедрению современных парогазовых технологий, позволяющих существенно повысить эффективность генерирующих мощностей республики. В соответствии с Концепцией энергетической безопасности страны динамично развивается возобновляемая энергетика – строятся гидроэлектростанции и ветропарки, реализуются другие инвестиционные проекты.

Организации энергосистемы держат руку на пульсе современных направлений развития. В ходе модернизации и строительства новых энергетических объектов большое внимание уделяется вопросам энергосбережения, экономии всех видов ресурсов, снижению издержек, вовлечению в топливно-энергетический баланс местных видов топлива.

Белорусская энергетическая система за 85 лет прошла славный путь. За эти годы было реализовано немало значимых проектов, направленных на повышение эффективности функционирования энергосистемы. Сегодня можно с уверенностью констатировать, что энергетики внесли бесценный вклад в социально-экономическое развитие нашей республики.

Факты и цифры красноречиво свидетельствуют о том, что за свою почти вековую историю белорусские энергетики добились блестящих успехов. Это не было бы возможным без замечательного коллектива специалистов-единомышленников, который является самым ценным достоянием нашей энергосистемы.

Залог дальнейших достижений – преемственность поколений энергетиков, сохранение бесценного опыта ветеранов, благодаря самоотверженному труду которых создана и продолжает развиваться белорусская энергетика. И за это им особая благодарность.

Высокий профессионализм, уникальный опыт, замечательные трудовые традиции энергетиков – все это не только гарантия надежного обеспечения населения и реального сектора экономики республики энергоресурсами, но и залог успешной реализации самых смелых проектов в будущем.

По случаю юбилейной даты примите искренние пожелания вам, вашим родным и близким крепкого здоровья, добра, счастья, благополучия, стабильности, удачи и успехов в делах!

Генеральный директор ГПО «Белэнерго»

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.

Е.О. Воронов

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ, ТРУЖЕНИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ!

2016 год отмечен знаменательной датой – 85-летием со дня основания Белорусской энергосистемы. С первых пятилеток и до сегодняшнего дня благодаря усилиям органов государственного управления, руководства отрасли и областных управлений, деятельности строительного-монтажных, проектных и наладочных организаций, труду многотысячного коллектива энергетический комплекс республики успешно преодолел нелегкий путь от небольших по мощности тепловых и гидравлических электростанций, построенных в рамках реализации плана ГОЭЛРО, до современной энергетической системы, опирающейся на новейшие технологии, передовые проектные и исследовательские разработки, эффективную систему производства и распределения электрической и тепловой энергии.

Только за последние пять лет в республике введено в эксплуатацию порядка 2000 МВт генерирующих мощностей, построенных с применением самых современных достижений в области энергетического строительства. Постоянно снижается износ основных фондов, растет число энергоисточников на местных видах топлива, строятся новые гидроэлектростанции и ветроустановки, модернизируются генерирующие мощности, совершенствуются схемы электро- и теплоснабжения населенных пунктов республики, полным ходом развернуто строительство Белорусской атомной станции.

Приоритеты дальнейшего развития энергетического сектора экономики определены важнейшими стратегическими документами, в том числе Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь, Стратегией развития энергетического потенциала Республики Беларусь, Государственной программой развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года, Комплексным планом электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной станции. Реализация положений этих и других директивных документов, Указов Президента Республики Беларусь позволит увеличить энергетический потенциал и обеспечить надежную, безопасную и экономичную работу энергосистемы.

Многочисленный коллектив энергосистемы насчитывает сегодня более 62 000 человек, в том числе 25 495 пенсионеров – членов Республиканского общественного объединения ветеранов-энергетиков. Более 5900 из них трудятся в энергосистеме, 19 542 находятся на заслуженном отдыхе, в их числе 232 участника Великой Отечественной войны, среди которых 64 инвалида. Это они, ветераны энергосистемы, своим трудолюбием, настойчивостью, преданностью выбранной профессии в тяжелейших условиях предвоенного и особенно послевоенного периода заложили основу для последующего развития энергетической системы республики.

Еще не отгремела война, а на освобожденных территориях республики уже шла колоссальная работа по восстановлению и строительству новых энергетических объектов, обеспечивающих электро- и теплоснабжение народного хозяйства и населения страны. Не отдохнув от боев, от непосильной работы в тылу – все для фронта, все для Победы! – военное поколение поднимало из руин и пепла родную энергетику. Высокое чувство долга и ответственности за порученное дело, твердость духа, профессиональная подготовка позволили в сжатые сроки возродить энергетическую базу республики, вывести отрасль по ряду показателей на передовые позиции в бывшем Советском Союзе, а затем и в СНГ.

От имени Республиканского общественного объединения ветеранов-энергетиков поздравляю коллектив Белорусской энергосистемы с 85-летием со дня ее образования!

Желаю всем ветеранам, работникам энергетической сферы, их родным и близким радостных событий в жизни, крепкого здоровья, счастья и благополучия! Тепла вам, света и уюта!

**Председатель Президиума Совета
Республиканского общественного
объединения ветеранов-энергетиков**



Н.Н. Булыга



ДОРОГИЕ ЭНЕРГЕТИКИ! УВАЖАЕМЫЕ ВЕТЕРАНЫ!

От имени Республиканского комитета Белорусского профсоюза работников энергетики, электротехнической и топливной промышленности и от себя лично поздравляю вас со знаменательной датой – 85-летием образования Белорусской энергосистемы.

Каждый юбилей – это повод оглянуться назад, оценить итоги пройденного пути и наметить основные перспективы для дальнейшего движения вперед.

85 лет назад был заложен фундамент новой отрасли – большой энергетики. Это, в свою очередь, стало импульсом к развитию других ключевых сфер народного хозяйства страны и повышению качества жизни каждого белоруса. За эти годы Белорусская энергосистема прошла большой путь преобразований и достижений, доказав правильность выбранного курса – курса развития и совершенствования. Об этом красноречиво свидетельствуют достигнутые результаты по многим показателям ее работы.

На пути становления Белорусской энергосистемы было немало испытаний и преодолений. Однако высокий профессионализм людей, причастных к делу энергетики, их компетентность, способность своевременно реагировать на каждый вызов истории позволяли им успешно решать любые поставленные задачи. Благодаря этому мы сегодня с гордостью можем констатировать: Белорусская энергосистема – современный комплекс, основанный на передовых технологиях энергетического производства, передачи и распределения тепловой и электрической энергии и отвечающий высоким требованиям времени.

Все достигнутое стало возможным благодаря напряженному, самоотверженному труду всех поколений энергетиков.

С момента своего образования профсоюз работников энергетики, электротехнической и топливной промышленности строил свою работу так, чтобы способствовать развитию изобретательства и рационализации в отрасли, созданию надлежащих условий труда и быта работников, их оздоровлению. Дальнейшую работу нам предстоит вести в новых условиях в связи с присоединением профсоюза работников нефтяной и газовой промышленности к энергетическому профсоюзу. Мы по-прежнему будем стоять на страже прав и интересов трудящегося человека, тем самым внося вклад в успешное выполнение задач по обеспечению стабильной и эффективной работы отрасли.

От всей души поздравляю с юбилеем ветеранов и работников Белорусской энергосистемы. Для вас энергетика – целая жизнь, а надежность и безаварийность в работе – закон. Вашими силами была создана Белорусская энергосистема, и благодаря вашим усилиям она стабильно функционирует на всем протяжении своей истории. Поздравляю тех, кто все эти годы выполнял свою работу профессионально и честно, кто сегодня в круглосуточном режиме, несмотря на природные катаклизмы и аварийные ситуации, надежно обеспечивает страну светом и теплом.

Желаю вам здоровья, счастья, благополучия, удачи, плодотворной работы и новых достижений!

***Председатель РК Белорусского профсоюза
работников энергетики, электротехнической
и топливной промышленности***



В.В. Диклов



НА ПУТИ К ЭНЕРГЕТИКЕ БОЛЬШИХ МОЩНОСТЕЙ. ПРЕОДОЛЕНИЯ, НАДЕЖДЫ И ПОБЕДЫ

Листая страницы истории

Открытия в области электричества стали революцией в развитии человеческой цивилизации. Уже в 1878 году яркий электрический свет освещает улицы и площади Парижа, а через некоторое время – Москвы и Петербурга. В Беларуси в дореволюционный период преимущественное большинство электростанций были фабрично-заводскими, но в 1895 году была введена первая городская электростанция постоянного тока – Минская. Подобные электростанции стали появляться и в других белорусских городах. В 1898 году вводится в эксплуатацию электростанция постоянного тока в г. Витебске, в 1910 году – в г. Могилеве, в 1911-м – в г. Гродно, а затем и в других городах страны. В этот период строится и первая паротурбинная электростанция переменного тока в г. Могилеве (1913). В 1913 году суммарная мощность электростанций, функционировавших на территории Беларуси, составляла 5,3 МВт, годо-

вое производство электроэнергии – 4,2 млн кВт·ч.

В период первой мировой и гражданской войн промышленность Беларуси, в том числе энергетика, находилась в полнейшем упадке – к концу 1920 года около 65 % всех промышленных предприятий были полностью уничтожены. Большая энергетика Беларуси, как и России, начиналась с реализации плана ГОЭЛРО, в котором были отражены перспективы развития Белорусской ССР. В первую очередь внимание обращалось на строительство небольших электростанций, призванных удовлетворить потребность населения в электроэнергии. К концу 30-х годов установленная мощность Белорусской энергосистемы достигла почти 129 МВт при годовой выработке электроэнергии более 508 млн кВт·ч.

Начало стремительному становлению отрасли положил ввод в эксплуатацию первой очереди Белорусской ГРЭС мощностью 10 МВт – крупнейшей станции в довоенный период.



Сборка ротора БелГРЭС, 1930 год

8 ноября 1930 года эта крупнейшая в довоенный период станция дала первый промышленный ток. К этому времени были возведены и первые линии электропередачи напряжением 110 кВ, отходящие от БелГРЭС на Витебск, Шклов, Могилев, и линии напряжением 35 кВ на Оршу, «Осинторф» и Дубровно.

Благодаря вводу в эксплуатацию БелГРЭС в республике сложился технологически управляемый комплекс: электростанция – электрические сети – потребители электроэнергии. Белорусская энергетическая система была создана де-факто, а 15 мая 1931 года принято решение об организации Районного управления государственных электрических станций и сетей Белорусской ССР – «Белэнерго».

Пять десятилетий роста

В 1930-е годы развитие энергетической отрасли идет семимильными шагами – появляются новые ТЭС, значительно увеличивается протя-



Коллектив Гомельской центральной электростанции имени 5-й годовщины Октября, 1927 год



Молодежная бригада на восстановлении Гомельской электростанции, 1944 год



Бригада электромонтеров на установке опор 0,4 кВ, 1945 год

женность высоковольтных линий, формируется потенциал профессиональных кадров энергетики. К 1940 году мощность электростанций достигла 128,8 тыс. кВт, а выработка электроэнергии – 508,4 млн кВт·ч. Это в 170 раз больше, чем в 1913 году.

Достигнутые успехи были перечеркнуты Великой Отечественной войной, приведшей практически к полному уничтожению электроэнергетической базы республики. Ко дню освобождения БССР от оккупантов мощность уцелевших энергообъектов составляла около 7 тыс. кВт. Благодаря самоотверженному труду работников топливно-энергетического комплекса к концу 1945 года мощность восстановленных электростанций возросла до 59,7 тыс. кВт, а выработка электроэнергии – до 82,1 млн кВт·ч.

Наиболее быстрыми темпами энергетические мощности вводились в 50-е годы, когда началось строительство крупных заводов (МАЗ, МТЗ, Оршанский льнокомбинат, Барановичский ХБК, Гомсельмаш, Брестский электроламповый завод и др.). На конец 1950 года общая мощность электростанций республики составила 238,9 тыс. кВт и превысила довоенный уровень в 1,85 раза, выработка электроэнергии достигла 749 млн кВт·ч.

Особенно важным направлением развития энергетики республики в послевоенный период являлась электрификация сельскохозяйственного производства и населенных пунктов сельской местности. Изначально эта задача реализовывалась за счет строительства колхозами и совхозами локальных, небольших по мощности тепловых и гидроэлектростанций, электрических сетей 0,4–10 кВ, а впоследствии – и более мощных межколхозных и межрайонных энергоисточ-

ников и электросетей. Полная электрификация сельского хозяйства республики была завершена к концу 1967 года.

Быстрый рост промышленности требовал срочного ввода новых энергетических мощностей. Началось сооружение мощных электростанций: Минской ТЭЦ-3 (на угле), Смоленвической ГРЭС (на торфе). Строительство последней завершилось в 1958 году; в этот же период вступил в строй первый турбогенератор Василевичской ГРЭС мощностью 50 МВт. Выработка электроэнергии Белорусэнерго в этом году достигла 2730 млн кВт·ч, а общая мощность электростанций – 756 тыс. кВт, что превысило показатели 1940 года более чем в 5 раз.

Существенное развитие в 1950-е годы получило освоение гидроэнергетического потенциала Беларуси за счет строительства малых гидроэлектростанций, в числе которых в 1954 году введена в эксплуатацию крупнейшая из них Осиповичская ГЭС на р. Свислочь мощностью 2175 кВт.

В 60-е годы республика стала крупным промышленным центром Советского Союза. Топливо-энергетический комплекс продолжал интенсивно развиваться. Были построены и введены в эксплуатацию блок № 1 Березовской ГРЭС и Оршанская ТЭЦ (1961 год), Полоцкая ТЭЦ-2 (1962 год), Могилевская ТЭЦ-2 (1969 год), Лукомльская ГРЭС (1969 год), Гродненская ТЭЦ-2 (1970 год) и др.

Началась теплофикация крупных городов Беларуси. Электростанции стали переходить с твердого топлива на жидкое. Многие из них достигли проектной мощности: Василевичская ГРЭС – 260 МВт (в 1966 году), Березовская ГРЭС – 920 МВт (в 1967 году), Минская ТЭЦ-3 – 420 МВт (в 1970 году). Одновременно для выдачи мощности от энергоисточников были введены в эксплуатацию линии электропередачи и подстанции напряжением 220–330 кВ. В конце 1964 года впервые в Беларуси включена в работу линия электропередачи 330 кВ «Минск –



Сдача в эксплуатацию 1-й очереди Василевичской ГРЭС, 1958 год



Монтаж дымовой трубы 2-й очереди Лукомльской ГРЭС, 1969 год

Вильнюс», которая интегрировала Белорусскую энергосистему в Объединенную энергосистему Северо-Запада, связанную с Единой энергосистемой Европейской части СССР.

Мощность электростанций Беларуси за 1960–1970 годы выросла с 756 до 3464 МВт, а производство электроэнергии увеличилось с 2,6 до 14,8 млрд кВт·ч. Дальнейшее развитие энергетики страны привело к тому, что в 1975 году мощность электростанций достигла 5487 МВт, производство электроэнергии возросло почти в 2 раза по сравнению с 1970 годом.

На протяжении всего периода развития энергетической отрасли структура топливно-энергетического баланса постепенно менялась. До 1960 года в качестве основных видов топлива электростанциями и котельными республики использовались торф (67%), уголь (30%) и мазут (2,6%). В 1960–1980-х годах с началом газификации Беларуси электростанции Белорусской энергосистемы крупные промышленные и коммунальные котельные переходят на использование сначала мазута, а затем природного газа.

Вызовы времени

С распадом Советского Союза останавливается ряд промышленных предприятий, сокращается производство и в республике начинается снижение потребления как электрической, так и тепловой энергии. К 1995 году этот показатель составляет всего 65,3% от уровня

1991 года. Из-за снижения инвестиций в Белорусской энергосистеме прогрессировало физическое и моральное старение генерирующих источников, линий электропередачи, распределительных сетей в целом, кабельных линий в городах и городских поселках, а также оборудования трансформаторных подстанций. Произошло резкое снижение (на 50%) объемов строительства, восстановления и реконструкции электрических сетей.

С началом подъема экономики (1996 год) стало постепенно увеличиваться потребление энергии. К 1 января 2001 года установленная мощность электростанций Республики Беларусь составила 7760 МВт, производство электроэнергии – 26,1 млрд кВт·ч.

Несмотря на ограниченность финансовых средств, в 2001–2005 годах энергетики продолжали активно

работать над повышением эффективности энергоисточников. Устанавливались генерирующие мощности на действующих котельных с превращением их в мини-ТЭЦ, проводилась реконструкция морально устаревшего оборудования. Были введены в эксплуатацию мини-ТЭЦ в Пинске (3,0 МВт), Гродно (3,5 МВт), Витебске (3,5 МВт), Молодечно (3,5 МВт), Солигорске (2,5 МВт).

Высокий профессионализм специалистов по проектированию, строительству, монтажу, наладке, ремонту и эксплуатации энергетических объектов республики, значительный опыт, накопленный белорусскими энергетиками за предыдущие годы, позволяли успешно решать задачи по развитию и реконструкции оборудования подстанций, электростанций, котельных, систем тепло- и электрообеспечения.

В течение первой пятилетки нового тысячелетия в Беларуси были воплощены в жизнь планы масштабного технического переоснащения отрасли. В электросетях и на подстанциях внедрялось современное, повышенной надежности оборудование: элегазовые выключатели 110 кВ и выше, вакуумные выключатели 6–10 кВ, ограничители перенапряжений всех классов напряжения, малогабаритные аккумуляторные батареи и др. В распределительных сетях начали применять изолированные провода на линиях 0,4–10 кВ, надежные современные разъединители РНЗ 10 кВ с подающей колонкой, столбовые и мачтовые



Презентация модернизации энергоблока №3 Лукомльской ГРЭС



Гомельская ТЭЦ-2

ТП-10/0,4 кВ. В кабельных сетях широко использовались термоусаживаемые муфты 0,4–10 кВ.

Среди реализованных в тот период высокоэффективных проектов – реконструкция блоков ст. № 3, 4 Березовской ГРЭС с надстройкой их газовыми турбинами мощностью по 25 МВт каждая, паровой турбины блока № 3 Лукомльской ГРЭС с увеличением ее мощности на 7,5 МВт. Кроме того, была проведена реконструкция Витебской, Пинской, Полоцкой ТЭЦ, Бобруйской ТЭЦ-1, Могилевской ТЭЦ-1, Гомельской ТЭЦ-1, Лидской ТЭЦ с заменой отработавших ресурс турбоагрегатов; реконструировано 14 ПС 35–110 кВ с установкой дополнительных трансформаторов, современного оборудования и устройств РЗА, выполнена реконструкция блоков ст. № 5, 6 Березовской ГРЭС и построена ВЛ 110 кВ Брест-2 – Вулька-Добрыньска, что позволило осуществлять экспорт электроэнергии в Польшу.

За пятилетний период (2000–2005 годы) потребление электроэнергии в республике возросло с 33,2 до 34,7 млрд кВт·ч, а инвестиции в основной капитал Белорусской энергосистемы составили более \$ 1 млрд.

На пути обновления

Поскольку в результате экономического спада 90-х – начала 2000-х годов объем капитального строительства в электроэнергетической отрасли был значительно ниже необходимых темпов, износ основных фондов Белорусской энергосистемы на 1 января 2005 года составил 60,7 %, в том числе генерации – 61,7 %, подстанций – 64,5 %, электросетей – 54,7 %, тепловых сетей – почти 75 %, что отрицательно влияло на надежность работы оборудования энергетических объектов и энергоснабжения потребителей энергии.

Новые экономические условия, возникшие вследствие мирового финансового кризиса, потребовали от энергетиков Беларуси особого подхода к обеспечению энергетической безопасности республики. Стратегической задачей энергетической политики стала модернизация Белорусской энергосистемы. Решить эту задачу была призвана Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 года.

Реализация мероприятий Государственной программы дало ощутимый результат. Всего за пятилетие в ГПО «Белэнерго» введено более 450 МВт генерирующих мощностей, реконструировано и вновь построено порядка 15 тыс. км электрических сетей и 860 км тепловых сетей, а инвестиции в энергетику составили более \$ 2,91 млрд, что позволило снизить износ основных фондов с 60,7 % (начало 2005 года) до 48 % и значительно повысить надежность и экономичность работы оборудования энергосистемы.

В это период была завершена реконструкция блоков ст. № 1, 2, 4 Лукомльской ГРЭС с увеличением мощности каждого блока на 15 МВт; выполнена модернизация турбоагрегата № 1 на Гродненской ТЭЦ-2 с увеличением мощности на 10 МВт; реконструирована 1-я очередь Минской ТЭЦ-3 с вводом в работу парогазовой установки мощностью 230 МВт; обновлены газотурбинные модули на



Лидская ТЭЦ в ходе реконструкции



Щит управления энергоблока ПГУ 230 МВт Минской ТЭЦ-3



Гродненская ТЭЦ-2 после реконструкции



Министр энергетики Республики Беларусь В.Н. Потупчик и генеральный директор ГПО «Белэнерго» Е.О. Воронов на Гродненской ТЭЦ-2

Лидской ТЭЦ (25 МВт); введены в работу турбодетандерные установки на Лукомльской ГРЭС (2,5 МВт) и Гомельской ТЭЦ-2 (4 МВт); произведена установка газопоршневых агрегатов на котельной «Жлобин» с преобразованием ее в мини-ТЭЦ (26,1 МВт) и др.

Также было реализовано семь проектов, предусматривающих использование местных видов топлива (щепа, торф, лигнин).

Мощность электростанций в Республике Беларусь на 1 января 2010 года составила 8215 МВт, в том числе по ГПО «Белэнерго» – 7812,8 МВт. Этой мощности было достаточно для полного обеспечения потребности страны в электрической энергии. Вместе с тем в этот период ежегодно импортируется от 2,4 до 4,5 млрд кВт·ч из России, Украины, Литвы, Латвии в целях загрузки наиболее эффективных мощностей и с учетом проведения ремонта электростанций. Такие поставки способствуют устойчивости параллельной работы энергосистемы Беларуси с другими энергосистемами и надежности энергоснабжения потребителей.

Особое внимание было уделено замене оборудования, от которого в большей степени зависит надежность электроснабжения потребителей, в том числе силовых выключателей, аппаратов защиты от перенапряжений, аккумуляторных батарей и других элементов. Широкое применение в энергосистеме нашли элегазовые выключатели (ЭГВ), ограничители перенапряжений, малогабаритные аккумуляторные батареи и другое оборудование.

На предприятиях Белорусской энергосистемы широко внедряется современное оборудование на ос-

нове газопоршневых агрегатов – так называемых когенерационных газопоршневых установок. Самая крупная когенерационная газопоршневая установка в энергосистеме введена в эксплуатацию в январе 2009 года в Жлобинской котельной филиала «Жлобинские электрические сети» РУП «Гомельэнерго», где были установлены три когенерационные установки общей мощностью 26,1 МВт. Котельная при этом приобрела статус ТЭЦ.

В ходе реализации Государственной программы в энергосистеме Республики Беларусь введены в эксплуатацию энергоисточники – как вновь построенные, так и модернизированные, работающие на местных видах топлива: БелГРЭС – 1,5 МВт (2006 год), Пинская мини-ТЭЦ – 3,0 МВт (2007 год), мини-ТЭЦ в г. Вилейке – 2,4 МВт (2007 год), мини-ТЭЦ

в г. Осиповичи – 1,2 МВт (2006 год), мини-ТЭЦ в г. Пружаны – 3,7 МВт (2009 год), Жодинская ТЭЦ – 60 т/ч (2010 год), Бобруйская ТЭЦ-1 – 30 т/ч (2006 год). В 2011 году вышла на проектную мощность первая в республике промышленная ветроустановка в н.п. Грабники Новогрудского района Витебской области.

Энергетика больших мощностей

С 2011 года модернизация энергосистемы продолжается в рамках Государственной программы развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года. Реализация мероприятий программы позволила добиться значимых успехов по техническому перевооружению энергетической сферы республики.



Строительство ПГУ 427 МВт на Брезовской ГРЭС



Щит управления ПГУ 400 МВт на Минской ТЭЦ-5



Монтаж ЦНД паровой турбины Минской ТЭЦ-5

К 2013 году были введены в эксплуатацию 797,6 МВт мощностей, из них самые крупные ПГУ 400 МВт на Минской ТЭЦ-5, ГТУ 121 МВт на Гродненской ТЭЦ-2, две ПГУ 32,5 МВт на Минской ТЭЦ-2, две ГТУ общей мощностью 58 МВт на Березовской ГРЭС и др. На Витебской ТЭЦ установлен турбоагрегат мощностью 40 МВт. Начала работать Гродненская ГЭС мощностью 17 МВт. Завершено сооружение Речицкой мини-ТЭЦ (4,2 МВт), мини-ТЭЦ «Барань» (1,5 Вт), турбогенератора (2,6 МВт) на Бобруйской ТЭЦ-2, турбоагрегата (7,5 МВт) на РК-3 г. Могилева, блочно-модульной котельной в г. Кричеве. Вновь построено и реконструировано 33 ПС 35–330 кВ, более 5850 км ВЛ 0,4–330 кВ электрических и почти 320 км тепловых сетей.

В 2014 году были введены в эксплуатацию 1104,2 МВт генерирую-

щих мощностей, в том числе энергоблоки мощностью 427 МВт на Березовской ГРЭС и Лукомльской ГРЭС, реконструированный блок ст. № 5 Березовской ГРЭС мощностью 175 МВт, парогазовая установка 65 МВт на РК-3 г. Борисова и другие объекты. Износ основных фондов энергосистемы по итогам 2014 года снизился до 40 %. Такой темп обновления основных производственных фондов в истории Белорусской энергосистемы был достигнут впервые. Показатели работы белорусских энергетиков получили наивысшую оценку в Российской Федерации, других странах СНГ.

Энергообъектами ГПО «Белэнерго» в 2015 году (без блок-станций) выработано 30,6 млрд кВт·ч электроэнергии (96,8 % к 2014 году), импортировано 2,82 млрд кВт·ч (73,6 % к 2014 году), при этом общее потребление электроэнергии составило

36,7 млрд кВт·ч (96,5 % к 2014 году). Энергоснабжающими организациями отпущено 32,84 млн Гкал тепловой энергии (95,5 % к 2014 году).

В этот период в эксплуатацию введено более 2 тыс. км линий электропередачи напряжением 0,4–10 кВ, 3,3 км – напряжением 35–330 кВ, 27,6 км – напряжением 110 кВ, 168,8 км – напряжением 330 кВ. Обеспечен ввод в эксплуатацию 95,6 км (74,9 км – реконструкция и 20,7 – новое строительство) тепловых сетей (в однострубно-м числении).

В 2015 году успешно завершился очередной этап модернизации Белорусской энергосистемы. За последние пять лет было введено в эксплуатацию 1908,4 МВт высокоэффективных генерирующих мощностей и выведено 746 МВт неэффективных. К 1 января 2016 года суммарная установленная мощность всех электрогенерирующих источников Республики Беларусь возросла до 9734,5 МВт (без учета резервных дизель-генераторов на отдельных объектах). При этом значительно увеличилась эффективность работы Белорусской энергосистемы: удельный расход топлива на отпуск электроэнергии в 2015 году уменьшился к уровню 2010 года на 33,4 г у.т./кВт·ч; технологический расход электроэнергии на транспорт в электрических сетях составил 9,01%, теплоэнергии на транспорт в тепловых сетях – 9,34%; уровень износа основных производственных фондов снизился до значений нормального уровня значения соответствующего индикатора энергетической безопасности – 40 %.



Руководство Минэнерго Беларуси, ГПО «Белэнерго» и китайской компании NSRE на ПС 330 кВ «Молодечно», март 2014 года



Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко закладывает капсулу с посланием будущим поколениям на площадке АЭС, 2012 год

К устойчивому энергетическому будущему

Одним из ключевых проектов в решении вопросов энергетической безопасности и самым инновационным в белорусской энергетике является сооружение Белорусской АЭС, для которой был выбран российский проект «АЭС-2006» поколения «три плюс», соответствующий самым строгим нормам и рекомендациям МАГАТЭ и отличающийся повышенными характеристиками безопасности.

Символический старт строительству первой Белорусской атомной электростанции был дан 9 августа 2012 года, когда на площадке АЭС состоялась церемония закладки капсулы с посланием будущим поколениям. В конкурсах на поставку оборудования и материалов для АЭС приняли участие 83 белорусские организации, около 30 из них заключили договоры на поставку оборудования, материалов и оказание услуг при сооружении Белорусской АЭС.

Развитие атомной энергетики и вовлечение в энергобаланс ядерного топлива позволит заместить значительную часть импортируемых органических видов топлива (в объеме порядка 5 млн т у.т. к 2020 году), приведет к снижению себестоимости производимой электроэнергии, а также к уменьшению выбросов парниковых газов в атмосферу на 7–10 млн т.

Ввод в структуру генерации ОЭС Беларуси атомной электростанции станет качественно новым этапом развития Белорусской энергосистемы, который должен сопровождаться

адекватными изменениями в структуре действующей генерации в части режимных и экономических аспектов, а также созданием специализированных ночных производств, что позволит увеличить потребление электроэнергии в ночные часы.

После ввода в эксплуатацию в 2018 году первого и в 2020 году второго атомных энергоблоков Белорусская АЭС будет покрывать до 40 % потребности республики в электроэнергии. Для того чтобы интегрировать АЭС в Объединенную энергосистему Беларуси предусмотрен Комплекс мер по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему Республики Беларусь, реализация которого позволит обеспечить максимально эффективные условия функционирования энергосистемы при эксплуатации атомной электростанции в базовом режиме, обеспечить баланс электрических мощностей в ночные часы отопительного периода.

Комплекс мер включает как технические, так и экономические, правовые и организационные меры, в том числе: совершенствование тарифной политики, оптимизацию режимов работы Белорусской АЭС, установку электродвигателей на ТЭС и котельных системы ГПО «Белэнерго» и иной ведомственной принадлежности, а также сооружение пиково-резервных энергоисточников на базе ГТУ либо ГПА. Запланирована также разработка нормативного правового акта, регламентирующего порядок строительства в республике блок-станций и режимы их работы.

Данные подходы были поддержаны Президентом Республики Беларусь в ходе его визита на площадку БелАЭС в октябре 2015 года и легли в основу Комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции, утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 года № 169.

Реализация грандиозного проекта сооружения Белорусской АЭС и интеграция станции в Белорусскую энергосистему – еще один шаг к устойчивому энергетическому будущему республики, который позволит обеспечить устойчивую работу энергетического сектора экономики республики и повысить конкурентоспособность белорусской продукции на мировой рынке.

Реализация грандиозного проекта сооружения Белорусской АЭС и интеграция станции в Белорусскую энергосистему – еще один шаг к устойчивому энергетическому будущему республики, который позволит обеспечить устойчивую работу энергетического сектора экономики республики и повысить конкурентоспособность белорусской продукции на мировой рынке.



На строительной площадке АЭС, август 2015 года

СВЯЗУЮЩАЯ НИТЬ ПОКОЛЕНИЙ

Во все времена главным национальным достоянием страны были люди, благодаря которым создавались и приумножались как материальные, так и духовные ценности. Мощный фундамент белорусской энергетики был создан именно такими людьми. Их вклад в развитие топливно-энергетического комплекса республики неоценим. Знаменательная дата в истории Белорусской энергосистемы – еще один повод вспомнить о тех, кто стоял у истоков профессиональных традиций, модернизировал Белорусскую энергосистему, совершенствовал энергетическую сферу страны.

Связующей нитью всех поколений белорусских энергетиков стали профессиональные традиции, заложенные теми, кто стоял у истоков зарождения энергосистемы страны. Многие из них стали легендой, вписав в историю отрасли яркие страницы. Среди ярких представителей того времени – первый руководитель Белорусской энергосистемы **Яков Ефимович Ботвинник**. Он возглавлял энергосистему в целом 25 лет, заложив за эти годы основу отечественной школы энергетиков. Вместе с ним фундамент Белорусской энергосистемы создавали его соратники, среди которых **М.Е. Барабанов, В.И. Овчинников, В.В. Жбанко, Л.В. Черепко, И.Н. Александров, В.О. Рацевич, В.Г. Вильчинский, Д.В. Решетников, К.М. Власкина, А.И. Лейко, Р.Г. Ширма, Н.Н. Пекур, Л.Н. Куприянов, А.З. Красновский, А.П. Нерода, А.Г. Панес, Н.Ф. Клювер, О.И. Пахоменко** и многие другие.

Еще одна колоритная фигура в энергетике того времени – **Игорь Николаевич Александров**. Это выдаю-

щийся представитель Белорусской энергосистемы, которому не было равных по интеллекту и уровню фундаментальных знаний. Он внес неоценимый вклад в становление и развитие энергетической отрасли Беларуси, был первым в республике руководителем Центральной службы релейной защиты.

При его непосредственном участии осуществлялись строительство, наладка и введение в эксплуатацию ряда новых мощных энергетических объектов, таких как Березовская и Лукомльская ГРЭС, Минская ТЭЦ-4, Гродненская ТЭЦ-2, создание системообразующей сети 220–330 кВ.

Именно И.Н. Александров стал идеологом и разработчиком структуры управления областных энергосистем – РЭУ, комплексной программы организации работы с персоналом «Бездефектность», комплексной системы управления качеством энергетического производства. Благодаря его новаторской деятельности в должности заместителя главного инженера, а затем и главного инженера Бело-

русэнерго (позднее – Белглавэнерго) в энергетической отрасли было разработано и внедрено значительное число прогрессивных технических решений по релейной защите, противоаварийной и режимной автоматике, а Белорусская энергосистема в этот период стала инициатором различных начинаний, получивших широкий резонанс.

Среди важнейших достижений И.Н. Александрова – создание первой белорусской школы по подготовке и воспитанию профессиональных релейщиков, формирование подходов к обучению квалифицированных кадров для энергетической отрасли. Во многом благодаря Игорю Николаевичу в белорусской электроэнергетике была сформирована система подготовки и воспитания персонала отрасли, включающая учебно-курсовые комбинаты, учебные пункты, полигоны и тренажеры.

Многие из талантливых руководителей предприятий и энергоуправлений того времени начинали свою деятельность на Белорусской ГРЭС, строительство которой дало толчок дальнейшему развитию белорусской энергетики. Среди них **Владимир Михайлович Глинский, Евгений Лазаревич Аврутин** – первый послевоенный директор БелГРЭС, **Константин Семенович Умецкий**, а также **И.В. Титов, Г.П. Туманский, М.Т. Красиков** и другие руководители, деятельность которых пришлась на 1940–1960 годы.

Около сотни работников БелГРЭС пополнили коллективы энергетиков других городов Беларуси. Среди них **М.П. Слижевский, И.М. Сигалов, Я.М. Фрадкин, В.С. Давыдовский, В.М. Фурманов, А.И. Сухоцкий, Л.А. Журавлев, А.П. Нерода** и многие другие.



И.Н. Александров в цехе диспетчерской службы Кировэнерго, 1945 год



Министр энергетики СССР П.С. Непорожный и директор Лукомльской ГРЭС Г.Н. Хартанович подписывают Соглашение на поставку оборудования для строящейся ЛГРЭС, 1963 год



Начальник Белглавэнерго Г.Н. Хартанович благодарит управляющего РЭУ «Гомельэнерго» Н.Н. Анисимова за организацию республиканского семинара в г. Гомеле, 1974 год

У каждого времени свои герои. Послевоенное поколение энергетиков достойно приняло трудовую эстафету своих предшественников. К периоду развитого социализма относится становление таких известных руководителей и специалистов, как **Георгий Николаевич Хартанович, Валентин Васильевич Герасимов, Михаил Иванович Самодеев, Михаил Павлович Кондратьев, Александр Владимирович Озерец, Анатолий Иванович Сухоцкий, Михаил Иванович Михадюк, Павел Иванович Харитонов, Геннадий Васильевич Яковлев, Геннадий Николаевич Королев, Владимир Геронимович Кордуба** и др.

Значительным вкладом в развитие энергетики Беларуси стало строительство Лукомльской ГРЭС. Первым директором ЛГРЭС стал **Георгий Николаевич Хартанович**. В 1974 году в числе десяти других участников реализации проекта Георгий Николаевич был отмечен Государственной премией БССР в области техники. В июне 1969 года Г.Н. Хартанович возглавил Белорусскую энергосистему. Приоритетом своей деятельности он выбрал обновление основных производственных фондов, внедрение нового оборудования и технологий. За 23 года его работы на этом посту в республике были построены крупные станции в областных городах и промышленных центрах, системообразующие линии передачи. Это были напряженные, но плодотворные годы, оставившие в истории белорусской энергетики заметный след. В середине 1980-х под его руководством Бело-

русская энергосистема была признана лучшей в Советском Союзе.

Преемником Г.Н. Хартановича в должности руководителя Белорусской энергосистемы стал **Валентин Васильевич Герасимов**. 20 лет своей деятельности он отдал Лукомльской ГРЭС. В команде инженерно-технических работников, сложившейся на ЛГРЭС, Валентин Васильевич был генератором идей, техническая смелость которых давала поразительный результат. В.В. Герасимов 16 лет возглавлял Белорусскую энергосистему, из них пять лет на посту первого Министра энергетики Республики Беларусь. Развитию энергетического комплекса страны Валентин Васильевич посвятил всю свою жизнь.

Среди ведущих руководителей Витебскэнерго, оставивших заметный след в истории энергетики, — Л.И. Щербаков, А.Ф. Вертинский, Н.Г. Юдо, Г.В. Яковлев, А.Н. Козловский, Л.Д. Крезо, П.Е. Берестень, Е.Н. Прашкович, К.С. Умецкий, Д.М. Мазенков, Л.Ф. Никаноров, А.К. Павлышев и др.

Яркой фигурой является **Геннадий Васильевич Яковлев**, который более 15 лет был главным инженером Витебской энергосистемы. Ответственность в сочетании с постоянным стремлением к самосовершенствованию и приобретению новых знаний подняли его

профессиональный авторитет на недостижимую высоту. Культурный и интеллектуальный уровень Г.В. Яковлева вызывал желание подтянуться у многих коллег и друзей. В досрочном пуске в эксплуатацию ПГУ Оршанской ТЭЦ есть значительная доля его целенаправленной технической политики, бескомпромиссного контроля и требовательности.

В сентябре 2010 года энергетики отметили 100-летие со дня рождения **Николая Наумовича Анисимова**,



Главный инженер ЛГРЭС В.В. Герасимов показывает станцию первому летчику-космонавту Беларуси, дважды Герою Советского Союза Петру Климуку, сентябрь 1978 года

который проработал в отрасли почти 40 лет. В 1960-е годы он возглавлял районное управление энергетики и электрификации Гомельской области «Гомельэнерго». Его соратниками в то время были главный инженер управления **Е.И. Гуревич**, заместитель управляющего по капитальному строительству **М.Е. Данович**, заместитель управляющего по сельской электрификации **Г.Ф. Куценко**.

Неоценимый вклад в развитие и совершенствование Гомельской энергосистемы внесли в свое время **П.С. Силич, Э.Б. Попов, В.Д. Шамрило, А.А. Шагуров, С.М. Цыцура, Ю.М. Леванович, Н.В. Смарцев, С.Я. Игнатюк, Ч.И. Чапакович, В.П. Лапыко** и многие другие.

Вместе с **Я.Е. Ботвинником, И.Н. Александровым, Г.Б. Пекелисом**, стоявшими у истоков создания в республике энергетического хозяйства, в реорганизации отрасли участвовал первый директор Гродненской энергосистемы **Иван Маркович Гергель**. Под его руководством были сделаны первые шаги по созданию Гродненской энергосистемы – строились ЛЭП 35 кВ, связавшие районные центры области, вводились в эксплуатацию первые ЛЭП 110 и 220 кВ.

Прочный фундамент энергетики Гродненщины заложил **Иван Иванович Чижонек**, возглавивший Гродненскую энергосистему в июне 1966 года. Это был умелый организатор производства, умный и чуткий воспитатель молодых кадров, обладавший богатым и разносторонним профессиональным и жизненным опытом, позволившим ему взрастить плеяду высококлассных специалистов.



*Выбор площадки под атомную электростанцию в Городокском районе. Среди собравшихся – начальник Белэнерго **Г.Н. Хартанович**, заместитель главного инженера **М.И. Самодеев**, главный инженер **Л.И. Щербаков**, управляющий РУП «Витебскэнерго» **М.П. Кондратьев**, 1988 год*

В Гродненских электрических сетях начал свой путь в энергетику заслуженный работник промышленности республики **Александр Куприянович Сипович**. Он руководил коллективом электросетей с 1987 по 2005 год. Предприятие стало кузницей руководящих кадров для Гродненской энергосистемы.

За три десятилетия под руководством **Петра Петровича Лабана** и при его непосредственном участии в Лидских электрических сетях проведена огромная работа, произошло много серьезных изменений и ярких событий. В 2005 году он стал первым энергетиком, которому присвоено звание «Заслуженный энергетик Республики Беларусь».

Неоспоримый вклад в развитие энергетики Гродненщины внесли **А.А. Леошко, А.Н. Дорофейчик,**

А.И. Чумаченко, П.М. Тихонович, Ф.О. Жданович, Л.С. Журкевич, В.Н. Карпюк, К.П. Цуприк и др.

Творческая инициатива **Владимира Андреевича Топпена**, возглавившего в 1959 году предприятие по эксплуатации и строительству электрических сетей и подстанций «Электросети» Могилевской области, была направлена на совершенствование эксплуатации и ремонтов электрических сетей, создание условий для безаварийной работы и безопасности персонала. Под его руководством было разработано Положение об организации планирования, выполнения и учета комплексных ремонтно-эксплуатационных работ в распределительных сетях 0,4–10 кВ при нормативно-сдельной оплате труда персонала. Эта система обслуживания, внедренная на одном из первых сетевых предприятий Минэнерго СССР, дала положительные результаты и была распространена на всю Белорусскую энергосистему.

Полная электрификация Могилевской области была завершена под руководством **Владимира Павловича Счастливого**, который возглавлял Могилевскую энергосистему в течение 20 лет. В этот период были введены в эксплуатацию Могилевская ТЭЦ-2, Бобруйская ТЭЦ-2, ВЛ 330 кВ Лукомль – Могилев и Могилев – Гомель, построена одна из крупнейших ПС 330 кВ «Восточная». В течение этих лет Могилевская энергосистема превратилась в мощное, современное, многопрофильное предприятие, успешно выполняющее свои задачи.



И.И. Чижонек (крайний справа) с боевыми друзьями



Коллектив поздравляет заслуженного энергетика Республики Беларусь, СНГ и Республики Польша И.И. Чижонка с 90-летием, октябрь 2010 года

Более 50 лет активной деятельности посвятил Белорусской энергосистеме **Виктор Павлович Панков**. Длительное время он работал директором Могилевских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2. Основные мощности крупнейшей электростанции области Могилевской ТЭЦ-2 были введены в эксплуатацию под его непосредственным руководством. Он внес значительный вклад в совершенствование энергетического производства, повышение его эффективности на электрических станциях с использованием различных видов топлива.

Значимый вклад в развитие энергетики Могилевщины внесли **Ф.М. Терехов, Т.К. Юревич, Н.Н. Булыга, Ю.П. Шапортов, М.А. Шкель,**

В.В. Сарнавский, В.С. Сергеенко, И.А. Пушенко, В.В. Панасенко, В.Ф. Лазовский, И.И. Змушко, А.С. Поляков, С.П. Бородавко и др.

Первым руководителем Брестской энергосистемы был **Евгений Владимирович Солтан**. Как руководитель, он сделал ставку на формирование профессионального коллектива, чем заложил основу сильного кадрового потенциала энергосистемы.

В 1962 году управляющим «Брестэнерго» был назначен **Иван Захарович Филатов** – человек необычайной энергии. На тот момент ему еще не было и 33 лет. С его приходом масштаб преобразований в энергетике Брестской области ощутимо вырос: началось интенсивное строительство

новых энергетических объектов – линий, подстанций.

Большой опыт работы на крупных современных электростанциях Урала, на Березовской ГРЭС, в Бобруйске имел **Владимир Петрович Лобко**, назначенный главным инженером РЭУ «Брестэнерго» в 1965 году. Его отличали предельные жесткость и требовательность к соблюдению техники безопасности и забота о людях.

В 1958 году в Минске состоялся 20-й съезд комсомола республики, объявивший Березовскую ГРЭС ударной комсомольской стройкой. На должность первого директора строящейся станции был назначен **Владимир Михайлович Глинский**. Это был не только профессионал высокой пробы, но и талантливый организатор, сумевший сплотить вокруг себя способную молодежь, направить ее знания и энергию на пользу дела. Многие из ее представителей занимали и занимают теперь ведущие места в белорусской энергетике. Это **В.В. Герасимов, С.И. Водич, Л.С. Журкевич, Б.А. Кучук, Г.С. Лычковский** и многие другие.

Для оперативного руководства энергосистемой Брестской области 1 декабря 1961 года создается оперативно-диспетчерская служба областных электрических сетей (начальник **С.И. Чечик**, диспетчеры **С.Н. Постоялко, В.М. Сацункевич, А.К. Купец**). В разные годы добросовестно и ответственно работали **В.Ф. Горохов, В.С. Макаренко, Г.С. Альфер, А.Г. Мелянюк, Е.С. Поляков.**



Участники I съезда энергетиков Беларуси



Встреча ветеранов энергосистем СНГ в Казахстане, 2001 год

Долгие годы в службе электрооборудования работал **С.Н. Постоялко**.

Служба электрооборудования являлась своеобразной кузницей кадров. Там в разное время работали **С.Д. Шалоник, А.В. Гаврасов, Э.Т. Вольский, Г.Г. Хала, В.М. Шишко, П.А. Ильяшев, А.В. Кирчук**.

Большая заслуга в развитии релейной службы принадлежит ветеранам, проработавшим в энергосистеме более 25 лет. Среди них **В.Г. Шаравин, И.Ф. Семенюк, Б.Д. Студенников, И.И. Голодюк, С.А. Поводайло, В.Н. Кравчук, В.В. Матеюк**. Особое место в плеяде ветеранов занимал **Э.В. Ченцов**.

Отдавая должное профессиональному вкладу каждого члена многотысячного коллектива энергетиков разных поколений в становление Белорусской энергосистемы, нельзя не вспомнить всех руководителей, возглавлявших энергосистемы республики и областей на протяжении всех этапов развития отечественной энергетики.

С начала образования Белорусскую энергосистему возглавляли **Я.Е. Ботвинник, Г.Н. Хартанович, В.В. Герасимов**. В новом тысячелетии их достойными преемниками стали **Е.С. Мишук, С.Б. Белый, П.В. Якубович, А.Р. Ширма**. В 2013 году генеральным директором ГПО «Белэнерго» назначен **Е.О. Воронов**.

Областными энергосистемами в разные годы руководили директора, управляющие, генеральные директора **Е.В. Солтан, И.З. Филатов, И.А. Демидюк, В.М. Шишко, С.В. Ле-**

оновец (н.вр.) («Брестэнерго»); В.С. Давыдовский, М.П. Кондратьев, Л.И. Щербаков, В.В. Герасимов, М.И. Самодеев, А.В. Озерец, Б.И. Харитонов, М.В. Лузин (н.вр.) («Витебскэнерго»); Н.Н. Анисимов, П.С. Силич, О.Л. Рыхтер, А.А. Петух, С.О. Бобович (н.вр.) («Гомельэнерго»); И.М. Гергель, И.И. Чижонко, А.А. Леошко, С.Б. Белый, В.В. Шатерник (н.вр.) («Гродноэнерго»); В.П. Смагин, Ю.М. Никитин, О.Н. Воронов, В.Д. Бабей, А.А. Горанин, А.В. Юртаев, Е.О. Воронов, П.В. Дрозд (н.вр.) («Минскэнерго»); В.А. Топпен, В.П. Счастныи, Л.А. Дубовик, В.В. Сергеев, С.П. Бородакко, К.И. Путило (н.вр.) («Могилевэнерго»).

В должности главного инженера трудились **М.П. Чернов, Н.А. Шепе-**

лев, Л.А. Дубовик, Г.Т. Король, В.М. Шишко, В.Ф. Прокопчик, Е.П. Капский, С.Т. Машкович (н.вр.) («Брестэнерго»); В.М. Фурманов, М.П. Кондратьев, Л.И. Щербаков, С.И. Пестунович, М.И. Самодеев, Г.В. Яковлев, В.В. Михайловский, И.В. Петровский (н.вр.) («Витебскэнерго»); Е.И. Гуревич, Э.Б. Попов, Д.Н. Бовсук, О.Л. Рыхтер, В.Ф. Козлов, В.А. Соболев (н.вр.) («Гомельэнерго»); Е.К. Кавковский, Г.Н. Хартанович, Р.Ф. Киреев, А.Н.Дорофейчик, С.Д. Драница, Ю.А. Шмаков (н.вр.) («Гродноэнерго»); А.З. Красновский, Г.И. Буров, О.Н. Воронов, А.А. Горанин, Д.В. Герасимов, А.А. Казаков (н.вр.) («Минскэнерго»); С.Г. Подольский, Г.П. Плятнер, В.В. Сергеев, Ф.М. Терехов, Н.Н. Булыга, М.И. Михадюк, Л.В. Румберг, А.М. Шишов (н.вр.) («Могилевэнерго»).

Сегодня Белорусская энергосистема может гордиться своим кадровым потенциалом. Энергетики нынешнего поколения достойно продолжают дело своих предшественников, чей опыт, мастерство и мудрость служат незаменимой школой для молодых специалистов.

Подготовлено по материалам книги «Достижения белорусских энергетиков», статей А.П. Казарновской «Гордость Витебской энергосистемы – ее люди», Л. Голембиевской, Н. Никандрова «Огни золотые»



Торжественное открытие музея истории Витебской энергосистемы. Слева направо: бывшие управляющие РУП «Витебскэнерго» **Л.И. Щербаков, М.П. Кондратьев**, генеральный директор РУП «Витебскэнерго» **А.В. Озерец**



Насосы Eta – безграничные ВОЗМОЖНОСТИ

УНП 191759977

Насосы семейства Eta производства концерна KSB (Германия) являются «классикой» насосной техники уже несколько десятилетий. Они чрезвычайно широко применяются в инженерных системах зданий и сооружений, в системах водоснабжения, пожаротушения, охлаждения и кондиционирования, для перекачивания горячей и холодной воды, конденсата, питьевой и технической воды, масел, рассолов и детергентов ...

Новое поколение насосов семейства Eta - воплощение самых современных инновационных технологий и эталонная эксплуатационная надежность. Открытие в Беларуси дочернего предприятия концерна KSB позволило значительно уменьшить стоимость немецкого оборудования для белорусского потребителя и сократить сроки его поставки.



Etanorm® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 660
H [м] до 160



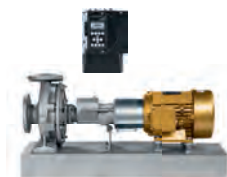
Etaline® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 700
H [м] до 95



Etabloc® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 612
H [м] до 102



Etanorm SYT® PumpDrive

Технические параметры
Q [м³/ч] до 1900
H [м] до 102

► Наши технологии. Ваш успех.

Насосы • Арматура • Сервис

ИООО «КСБ БЕЛ»: 220089, Минск, 3-я ул. Щорса 9 – 607.

Т/Ф +375 17 336-42-56; +375 17 336-42-57; +375 17 336-42-58



Утвержден комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 года № 169 утвержден комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции.

Документом определены основные направления развития электроэнергетики в указанный период. К ним относятся: реализация научно-технической политики; совершенствование тарифной политики, нормативных правовых актов, регулирующих отношения в электроэнергетической сфере, структуры управления энергетической системой; внешнеэкономическое сотрудничество.

Среди приоритетов технической политики – сбалансированное развитие и модернизация генерирующих источников, интеграция Белорусской атомной электростанции в энергосистему, модернизация сетевой инфраструктуры.

При совершенствовании нормативных правовых актов ключевыми являются подготовка проекта Закона Республики Беларусь «Об электроэнергетике» и ряд мероприятий, направленных на интеграцию Белорусской атомной электростанции в Объединенную энергетическую систему.

Реализация мероприятий комплексного плана направлена на создание условий для эффективного ведения деятельности в электроэнергетической сфере всеми субъектами хозяйствования. Ответственным за координацию работы по выполнению комплексного плана определено Министерство энергетики.

Подробнее читайте на стр. 30

Утверждена Государственная программа «Энергосбережение»

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 года № 248 утверждена Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы. Цель программы – сдерживание роста валового потребления топливно-энергетических ресурсов, увеличение использования местных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии.

Государственная программа включает две подпрограммы – «Повышение энергоэффективности» и «Развитие использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии». По итогам ее выполнения планируется ввод в эксплуатацию 138 энергоисточников на местных видах топлива суммарной установленной мощностью около 680 МВт. Вид топлива, который будет использоваться, определится в результате разработки проектно-сметной документации.

Министерство энергетики рекомендовало при разработке проектной документации строительства и реконструкции энергоисточников всех форм собственности предусматривать в приоритетном порядке использование торфа как основного вида топлива или в смеси с древесным топливом.



На 30-м заседании Комитета энергосистем БРЭЛЛ в г. Минске. Слева направо: главный инженер – главный диспетчер РУП «ОДУ» Д.В. Ковалев, начальник управления по оптовой торговле и передаче электрической энергии и мощности ГПО «Белэнерго» Н.В. Багровец, генеральный директор РУП «ОДУ» В.Л. Горюков

В Минске состоялось 30-е заседание Комитета энергосистем БРЭЛЛ

В Минске 2–3 марта состоялось 30-е заседание Комитета энергосистем БРЭЛЛ. В мероприятии приняли участие представители энергетических компаний России, Латвии, Литвы, Эстонии, а также специалисты ГП «НЭК «Укрэнерго». Белорусскую сторону на мероприятии представляли члены Комитета энергосистем БРЭЛЛ: главный инженер – главный диспетчер РУП «ОДУ» Д.В. Ковалев, начальник управления по оптовой торговле и передаче электрической энергии и мощности ГПО «Белэнерго» Н.В. Багровец, представители действующих рабочих групп.

Основной темой обсуждения стал вопрос разработки новой редакции Положения по планированию обмена электрической энергией и мощностью в Электрическом кольце Беларусь – Россия – Эстония – Латвия – Литва. Актуальность вопроса обусловлена произошедшими за последние несколько лет изменениями в процедурах функционирования рынков электроэнергии России и стран Балтии. При подготовке новой редакции Положения учтена необходимость проведения расчетов планируемых на предстоящие сутки электрических режимов ЭК БРЭЛЛ на основании результатов торговых операций, состоявшихся на североамериканской бирже NordPool.

Кроме того, в новой редакции Положения по планированию учтена проделанная работа по определению располагаемой пропускной способности контролируемых сечений ЭК БРЭЛЛ для целей выявления возможных перегрузок на стадии планирования.

На заседании были приняты взаимосогласованные решения о ходе опытной эксплуатации энергосоединений LitPol Link и NordBalt, перспективах внедрения временного регламента внутрисуточного планирования, транзите электроэнергии через электросети сторон ЭК БРЭЛЛ и др.

Минэнерго активизирует работу по созданию условий для увеличения использования торфяного топлива

В целях вовлечения в топливно-энергетический баланс республики местных видов топлива и замещения ими импортируемых энергоресурсов Минэнерго проводит активную работу по созданию условий для увеличения использования торфяного топлива на энергоисточниках республики.

На сегодняшний день торф используется в качестве топлива на БелГРЭС, Бобруйской ТЭЦ-1, мини-ТЭЦ «Барань», Речицкой мини-ТЭЦ, Жодинской ТЭЦ, Лунинецкой мини-ТЭЦ, Пружанской ТЭЦ.

Доля потребления местных видов топлива в котельно-печном топливе организаций торфяной промышленности ГПО «Белтопгаз» по итогам 2015 года составила около 97–98%. Торфяное топливо также используют энергоисточники коммунальной формы собственности в городах Браслав, Ошмяны, Дубровно, Толочин, агрогородке Вежи и др.

Министерство энергетики оказало содействие Министерству архитектуры и строительства по переводу печей цементных заводов с каменного угля на торфяное топливо. В частности, ОАО «Белорусский цементный завод» и ОАО «Кричевцементношифер» уже завершили модернизацию линий по приготовлению и измельчению торфобрикета для сжигания в горелках декарбонизатора цементных печей. Планируется, что это позволит заводам в текущем году выйти на замещение до 50% импортируемого каменного угля местными видами топлива.

Обсуждены перспективы белорусско-вьетнамского сотрудничества в сфере энергетики

23 марта 2016 года в Министерстве энергетики состоялась встреча Министра энергетики Республики Беларусь В.Н. Потупчика с Министром промышленности и торговли Социалистической Республики Вьетнам Ву Хю Хоанг. С вьетнамской стороны в мероприятии приняли участие представители посольства Вьетнама в Республике Беларусь и Министерства про-

мышленности и торговли Вьетнама, с белорусской стороны – заместитель Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревский, генеральный директор ГПО «Белэнерго» Е.О. Воронов, представители внешнеэкономических служб Минэнерго и ГПО «Белэнерго».

В ходе беседы стороны ознакомились с текущим состоянием энергетической отрасли стран, обозначили перспективные направления взаимодействия государств в области энергетики в рамках реализации Программы сотрудничества между Республикой Беларусь и Социалистической Республикой Вьетнам в экономической, научной, образовательной и культурной сферах на 2016–2018 годы, а также Меморандума о взаимопонимании по вопросам сотрудничества в области электроэнергетики между Министерством энергетики Республики Беларусь и Министерством промышленности и торговли Социалистической Республики Вьетнам, подписанного 16 мая 2013 года, обсудили перспективы двустороннего сотрудничества в области совместного участия в реализации инвестиционных проектов на территории Вьетнама, а также иные вопросы двустороннего сотрудничества в энергетической сфере.

Стороны подтвердили готовность к проработке возможных вариантов активизации взаимовыгодного сотрудничества между Беларусью и Вьетнамом в энергетической сфере, в том числе в области обучения и подготовки специалистов для энергетического сектора Вьетнама, участия белорусских специалистов в проектах по модернизации энергетического сектора Социалистической Республики Вьетнам.

На Оршанской ТЭЦ введена в эксплуатацию новая турбина

На Оршанской ТЭЦ введена в эксплуатацию новая турбина Siemens SST-110/060 TANDEM установленной мощностью 12,825 МВт взамен турбины ст. № 1 Р-6-35/6 мощностью 6 МВт, выработавшей свой ресурс.

Пусконаладочные работы велись с декабря 2015 года. 17 февраля 2016 года было успешно завершено 72-ча-



В ходе белорусско-вьетнамской встречи в Министерстве энергетики



Подготовка к разгрузке турбины Siemens SST -110/060 TANDEM для Оршанской ТЭЦ, март 2014 года

совое комплексное опробование оборудования. Подписание документов по вводу объекта в эксплуатацию состоялось 11 марта 2016 года.

Новая турбина позволит повысить установленную мощность станции вдвое и увеличить годовой объем отпуска электроэнергии на 25 млн кВт·ч. Ежегодная условно-годовая экономия топливно-энергетических ресурсов от замены турбоагрегата составит порядка 4 тыс. т у.т.

Проектировщик объекта – РУП «Белнипиэнергопром», монтажные работы проводил генеральный подрядчик – ОАО «Белэнергоремналадка». В монтаже и наладке нового оборудования участвовали специалисты станции.

В рамках реализации проекта проведены дополнительные мероприятия по замене трансформатора связи и ячеек КРУ 6 кВ со строительством нового ЗРУ 6 кВ, реконструкции теплофикационной установки с заменой физически изношенной бойлерной группы и др.

Выбран поставщик основного оборудования для реконструкции Гродненской ТЭЦ-2

Продолжается реализация проекта реконструкции паровой турбины ПТ-60-130/13 ст. № 2 на Гродненской ТЭЦ-2, предусмотренного Государственной программой развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года.

Модернизация позволит значительно улучшить экономические показатели работы ТЭЦ. Мощность агрегата вырастет на 10 МВт, будет реализована схема подачи сетевой воды в конденсатор турбины, увеличен отпуск пара из дополнительного отбора на производство и из теплофикационного отбора до 100 и 200 т/ч соответственно. Реконструкция будет выполнена без принципиальных изменений компоновочных решений в машинном зале ТЭЦ, что позволит снизить капитальные затраты.

Поставщиком основного оборудования для проекта выбрана ЗАО «Уральский турбинный завод».

Подготовлено по материалам Минэнерго, ГПО «Белэнерго», информагентств, собственных корреспондентов



Генеральный директор РУП «Могилевэнерго» К.И. Путило – лауреат премии «Человек года»

Специальная премия «Человек года» Могилевского облисполкома была вручена 6 апреля 15 заслуженным людям региона за успехи и достижения в 2015 году. Звания лауреатов удостоены руководители предприятий, организаций, работники социальной сферы, люди, которые добились значительных результатов в профессиональной и общественной деятельности.

В производственной сфере лауреатом специальной премии стал генеральный директор РУП «Могилевэнерго» К.И. Путило.

На торжественной церемонии председатель Могилевского облисполкома В.В. Доманевский отметил, что среди лауреатов есть представители различных профессий, которых объединяет стремление к совершенствованию и достижению новых более высоких результатов своего труда.

Премия «Человек года» присуждается ежегодно на конкурсной основе в трех номинациях: «Производственная деятельность», «Непроизводственная сфера» и «Общественно-политическая деятельность». Главными критериями присуждения являются значимость, актуальность, эффективность результатов деятельности, производственные показатели, профессиональные и нравственные качества соискателя.

Поздравляем Константина Ивановича Путило с высокой оценкой его деятельности!

ВВЕДЕНА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПС 110/10 КВ «СТАРБОРИСОВСКАЯ»

25 марта в столице открыли новый энергетический объект – подстанцию напряжением 110/10 кВ «Староборисовская», построенную с участием словенской компании Riko. В торжественном мероприятии, посвященном событию, со словенской стороны приняли участие заместитель премьер-министра – министр иностранных дел Словении Карл Эрьявец, генеральный директор компании Riko Янез Шкрабец, с белорусской – Министр энергетики Республики Беларусь В.Н. Потупчик, генеральный директор ГПО «Белэнерго» Е.О. Воронов, генеральный директор РУП «Минскэнерго» П.В. Дрозд, представители МИД и другие официальные лица.

Строительство подстанции «Староборисовская» осуществлялось в соответствии с Государственной программой развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года. Необходимость ее возведения обусловлена перспективами развития территории, расположенной в микрорайонах, прилегающих к Национальной библиотеке. ПС 110/10 кВ «Староборисовская» будет осуществлять электроснабжение целого ряда объектов, наиболее крупными из которых являются комплекс «Маяк Минска» (22 МВт), многофункциональный комплекс ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (16,6 МВт), многофункциональный комплекс на ул. Макаенка (3,9 МВт). Ввод в эксплуатацию подстанции повысит надежность электроснабжения потребителей микрорайонов Восток, Степанка, жилого комплекса «Магистр» и позволит создать резерв трансформаторной мощности в объеме 80 МВА для Первомайского и Партизанского районов г. Минска.

На торжественном открытии ПС 110/10 кВ «Староборисовская» Министр энергетики В.Н. Потупчик под-

черкнул, что при строительстве объекта использовались самые передовые из существующих сегодня в мире технологии. Здесь установлены два силовых трансформатора мощностью 40 МВА каждый, смонтировано закрытое распределительное устройство 110 кВ и комплектное распределительное устройство 10 кВ. Строительство объекта осуществлялось с применением современных технических решений, среди которых сооружение высоковольтного распределительного устройства 110 кВ закрытого типа с элегазовыми выключателями, прокладка кабельных линий электропередачи напряжением 110 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена, применение резистивного заземления нейтрали понижающих трансформаторов.

Словенская компания Riko d.o.o., которая осуществила строительство подстанции, зарекомендовала себя как надежный партнер, выполняющий свои обязательства в полной мере и в срок. В рамках сотрудничества с этой компанией уже введены в эксплуатацию ПС «Грушевская», «Долгиновская», «Брестская» и «Каменная горка». В настоящее время Riko осу-

ществляет реконструкцию подстанций 110/10 кВ «Дражня» и «Подлесная». В рамках меморандума о сотрудничестве, подписанного между компанией и РУП «Минскэнерго» 25 марта 2016 года, в регионе будет построено еще три аналогичные подстанции.

В реализации проекта строительства ПС «Староборисовская» были максимально задействованы в качестве субподрядчиков отечественные проектные, строительные, монтажные, наладочные организации, транспортные компании. В частности, в разработке проектной документации участвовало РУП «Белэнергосетьпроект», строительные и монтажные работы выполняло ОАО «Белэлектромонтажналадка». Функции заказчика по сопровождению проектирования и строительства подстанции осуществлялись специалистами аппарата РУП «Минскэнерго» и филиала «Минские кабельные сети».

Строительство подстанции стало примером успешного и эффективно сотрудничества белорусских и зарубежных организаций. «Иностранные компании, которые приходят на наш рынок, убеждаются в высокой квалификации наших строительные, монтажные и проектные организаций, поэтому они готовы идти вместе с нами в третьи страны и реализовывать инвестиционные проекты», – констатировал В.Н. Потупчик.

Генеральный директор словенской компании Riko Янез Шкрабец в свою очередь отметил высокий уровень профессионализма белорусских специалистов и выразил готовность взаимодействовать с Беларусью в плане экспорта услуг в Азербайджан и Иран.



Анна НИКИТИНА

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ПРОГНОЗЫ. АНАЛИТИКА. ФАКТЫ

ЕС обнаружил окончательный проект создания Энергосоюза

Еврокомиссия 16 февраля представила пакет энергетических реформ, призванный стать базой при создании Энергетического союза стран ЕС. План Брюсселя предполагает обеспечить энергетическую безопасность европейских стран четырьмя основными методами. Это снижение потребления энергии, повышение собственного ее производства, оформление единого интегрированного рынка и диверсификация зарубежных поставщиков.

В общих чертах проект создания Энергетического союза был представлен еще год назад, после чего утвержден на мартовском саммите Евросоюза. Наибольшую критику тогда вызвало предложение Еврокомиссии предоставить ей право проверять и утверждать межправительственные соглашения о поставках газа. Фактически речь могла идти о политическом влиянии Брюсселя на сделки между «Газпромом» и властями европейских стран.

Согласно представленным в феврале прошлого года предложениям Еврокомиссии доля российского газа на европейском рынке должна снизиться за счет импорта СПГ из США, Канады, а также таких традиционных партнеров ЕС, как Алжир и Норвегия. Кроме того, речь шла о запуске Южного газового коридора для поставок газа из Азербайджана и Туркмении.

Теперь Еврокомиссия предлагает компромисс между национальным и общеевропейским подходами: территория ЕС будет географически разделена на девять регионов. Раз в четыре года каждый из регионов должен будет направлять в Брюссель анализ оценки рисков и

планы по энергобезопасности. Еврокомиссия возьмет на себя координирующую и контрольную функции. Например, если в региональном энергетическом плане она усмотрит «негативное влияние на энергобезопасность другой страны – члена ЕС или вред для внутреннего рынка ЕС», Брюссель может выдвинуть требование исправить региональный план – сначала как пожелание, затем (за неимением обоснованного ответа от национальных властей) уже как «юридически обязывающее решение».

Схожие полномочия Еврокомиссия получит и при введении европейскими странами каких-либо экстренных внерыночных мер. По новым правилам частные европейские газовые компании должны сообщать властям своих стран и Еврокомиссии о новых контрактах с поставщиками сразу после их заключения или обновления. Это позволит правительствам учитывать такие сделки при анализе рисков, а Брюсселю – требовать изменений в региональных планах, учитывая подобные контракты.

К тому же Еврокомиссия сможет предварительно проверять не только межправительственные соглашения, но и коммерческие контракты – в том случае, если они обеспечивают более 40 % потребления в отдельно взятой стране. Под это требование как раз попадают контракты «Газпрома» в Центральной и Восточной Европе.

Перспективы экспорта американского СПГ в Европу

Первый танкер со сжиженным газом из США прибыл в Европу. Появление в Европе американского СПГ приведет к усилению конкуренции на европейском рынке и, возможно, к началу ценовой войны. На фоне обвального снижения цен на нефть котировки СПГ также устремились вниз, и экспорт из США способен снизить затраты европейских потребителей на закупку энергоносителей.

При этом в Европе сложились все условия для начала импорта газа из США. Истощение запасов в Северном море, рост стоимости добычи, либерализация рынков газа и электроэнергетики в ЕС открывают широкие возможности для завоевания американским СПГ европейского рынка. По прогнозам Международного энергетического агентства в 2014–2020 годах импорт СПГ европейскими странами, вероятно, удвоится.





Европейская комиссия рассматривает импорт СПГ как основное направление диверсификации поставок энергоносителей в Европу и важную составляющую будущего энергобаланса Европейского союза. Крупными поставщиками газа в Европу являются Россия, Норвегия, Алжир и Ближний Восток. Российский экспорт составляет главную конкуренцию США на этом рынке.

В настоящее время в США ведется строительство пяти заводов по сжижению газа. Их совокупная мощность к 2019 году может составить 80 млрд м³ СПГ в год. В условиях слабого спроса на природный газ в Азии американские поставщики переключают свое внимание на Европу как на основной рынок сбыта, что потенциально может спровоцировать ценовую войну между конкурирующими производителями.

Способствовать экспорту американского СПГ в Европу может и наличие множества регазификационных терминалов на европейском побережье. Сегодня в Европе построено 23 крупных терминала для приема СПГ, 21 из которых находится в странах ЕС и еще два – в Турции. По данным на 2014 год их общая регазификационная мощность составляла около 200 млрд м³ в год, покрывая примерно 40 % газовых потребностей Европы.

Европейский союз при этом отнес планируемые к строительству СПГ-терминалы в Хорватии, Эстонии, Греции, Ирландии и Швеции, а также проекты по увеличению польских СПГ-мощностей к так называемым проектам общеевропейского значения (Projects of Common Interest – PCI). Такие проекты могут претендовать на финансирование со стороны ЕС и ускоренную процедуру получения разрешений.

Граничащие с Россией страны Балтии, такие как Литва, также делают ставку на использование СПГ. Литовский газовый трейдер Litgas подписал с Cheniere соглашение, открывающее ему доступ к американскому

сжиженному газу. Таким образом Литва дала понять, что она чувствует себя некомфортно в условиях газовой зависимости от России.

Евросоюз планирует создать внутреннюю систему перетока газа

Евросоюз планирует создать разветвленную внутреннюю систему перетока газа, что позволит получать топливо от России и других стран напрямую, минуя посредников, а в случае чрезвычайных ситуаций члены ЕС будут делиться друг с другом поставками.

Опыт предыдущих лет показал, что европейские государства во время недостатка газа в подземных хранилищах и приостановки транзита через Украину реагировали на ситуацию не сообща, а порознь, поэтому план предполагает деление территории ЕС на зоны.

Всего их будет девять. Самый уязвимый восточный участок – Польша, Чехия и Словакия – будет объединен с Германией, получающей российский газ напрямую, через акваторию Балтийского моря. Пропускная способность трубопровода – 55 млрд м³. Венгрию включают в инфраструктурный союз с Австрией, Италией, Словенией и Хорватией, Болгарию – с Балканами, Грецией и Румынией, а Финляндию – с балтийскими странами.

Каждая зона, определенная пока предварительно, должна озаботиться собственным планом по накоплению запасов газа и строительству дополнительной инфраструктуры, чтобы обеспечить свободный переток топлива между участниками зоны. За составлением и исполнением этих антикризисных планов проследит Еврокомиссия, которая среди прочего получит право рассматривать все газовые договоры стран ЕС перед их подписанием.

Если план по созданию собственной газораспределительной системы на основе деления на зоны будет реализован, то среди учреждений, которые при чрезвычайной ситуации гарантированно получают топливо, будут теплотрассы, больницы и другие социально важные учреждения. Если у какой-либо страны ЕС возникнет дефицит поставок, то промышленные предприятия соседнего государства, где топлива в достатке, будут обязаны поделиться запасами. Такой подход ЕК назвала «обязательной солидарностью».

Формировать стратегию энергетической безопасности Брюссель начал в 2014 году. Энергозависимость Европы от различных видов сырья, по оценкам Еврокомиссии, сегодня составляет 53 %. Каждый день ЕС платит примерно \$ 1 млрд за импорт недостающих ресурсов, покупая до 90 % нефти для покрытия потребностей своих стран, 66 % природного газа, 42 % угля и других видов твердого топлива, а также до 40 % урана и других ядерных ресурсов.

В 2015 году, по оценкам Eurogas, 28 стран ЕС потребовали 438 млрд м³ газа, собственная добыча составила около 30 % от общего объема потребления, а поставки из России, по оценкам «Газпрома», – 159,4 млрд м³, или 36 % (включая Турцию).

Возобновляемая энергетика становится безальтернативной

Прошедший год стал рекордным для возобновляемой энергетики как по объему инвестиций, так и по показателям построенных мощностей в ветровой (64 ГВт) и солнечной энергетике (57 ГВт), по данным Bloomberg New Energy Finance. По итогам 2015 года совокупная установленная мощность ветровых электростанций в мире превзошла мощность атомных. В ЕС и США ветроэнергетика заняла первое место по объему введенных мощностей среди всех типов генерации, в Дании – по

крыла 42 % потребления (в 2014 году этот показатель составлял 39,1 %). В Германии возобновляемая энергетика обеспечила 32,5 % потребления электроэнергии против 27,3 % в 2014 году.

Согласно исследованию инвестиционного банка Lazard (Levelized cost of energy analysis – 9.0) энергия ветра и даже солнечная энергетика в промышленном масштабе на рынке США являются, по сути, самыми дешевыми способами производства электричества даже без учета субсидий. Конкурировать с ними может лишь комбинированная газовая генерация (парогазовый цикл). Приведенная стоимость производства энергии (LCOE) в ветроэнергетике составила, по оценкам банка, 32–77 \$/МВт·ч, в большой солнечной энергетике – 50–70 \$/МВт·ч, в парогазовой генерации – 52–78 \$/МВт·ч, а для обычных газотурбинных электростанций LCOE равен 68–101 \$/МВт·ч. Аналогичная ситуация наблюдается на других рынках. В Испании, например, в 2015 году ветроэнергетика стала самым экономичным видом генерации.

Экономика ВИЭ в сравнении с углеводородной энергетикой характеризуется короткими сроками проектирования и строительства, низкими (и снижающимися) удельными переменными и капитальными затратами и стоимостью киловатт-часа. Себестоимость электроэнергии, произведенной с использованием ВИЭ, не зависит от скачков цен на топливном рынке. Нельзя сбрасывать со счетов и сокращение выбросов парниковых газов. Поэтому нынешнее драматичное снижение цен на ископаемое сырье не тормозит расширение возобновляемой энергетики.

Даже страны Персидского залива, исторически сжигающие часть добываемых углеводородов на своих электростанциях, теперь все больше ориентируются на солнечную энергетiku, которая чище и дешевле. Об амбициозных планах построить к 2032 году 41 ГВт солнечных мощностей заявляет Саудовская Аравия, а в Дубае к 2030 году предполагается на каждой крыше



установить фотоэлектрическую электростанцию. Иран хочет стать обладателем 5 ГВт мощностей солнечной и ветроэнергетики уже к 2018 году. Иранский рынок ВИЭ активно осваивают инвесторы из стран, обладающих соответствующими промышленными компетенциями.

В связи с ужесточением климатической политики угольная генерация будет сокращаться независимо от развития цен, да и ценовая конкурентоспособность угля на многих рынках под вопросом.

Производство электроэнергии из газа, даже при низких ценах на этот энергоресурс, неконкурентоспособно на многих ключевых рынках, например в Германии и Китае.

В большинстве промышленных держав, будь то страны G7, Китай или Дания, ВИЭ – уже не альтернативная энергетика, а основная, и ее развитие происходит вне зависимости от цен на сырье. Точнее, высокие цены на углеводороды способствуют ускорению распространения новых энергетических и транспортных технологий, а низкие – почти не корректируют планы их роста.

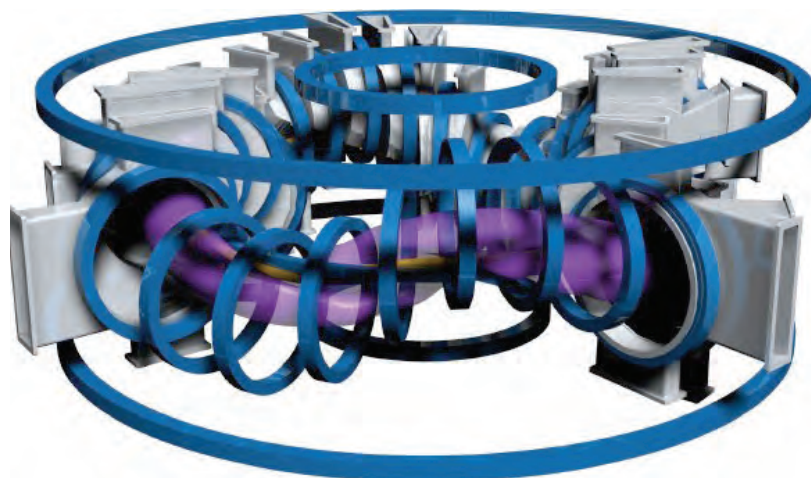
Нынешний опыт распространения ВИЭ интересен не только с точки зрения трансформации энергетики, но и в плане понимания подходов к организации индустриально-технологического развития. В современном затоваренном мире развитые страны планомерно создают новые точки роста. Несмотря на бум нефте- и газодобычи в США, только в солнечной энергетике в 2015 году было создано больше рабочих мест, чем во всем нефтегазовом секторе, включая его трубопроводный сегмент. Технологии ВИЭ превратились в крупную статью экспорта товаров и услуг. Китайский бизнес строит ветровые электростанции в Мексике, американский – солнечные в Индии.

Введен в строй крупнейший термоядерный реактор

В феврале в Германии запустили крупнейший энергетический реактор. Это событие получило громкую известность.

Между тем, в мире уже действуют различные термоядерные установки, периодически запускаются новые. Дело в том, что этот немецкий «термояд», который называется «стелларатор», является альтернативой знаменитому токамаку. Последний, как более перспективный, положен в основу проекта «Международный экспериментальный термоядерный реактор» (ITER), который сейчас реализуется во Франции при участии России, ЕС, США, Китая и других стран. Хотя в свое время на первых ролях был стелларатор, предложенный в 50-х годах американским физиком Лайманом Спитцером, впоследствии его потеснила концепция токамака, разработанная советскими физиками Андреем Сахаровым и Игорем Таммом.

Токамак проще и дешевле стелларатора. В обеих установках плазма, температура которой составляет де-



сятки миллионов градусов, удерживается от контакта со стенками с помощью мощного магнитного поля. Но само поле создается по-разному. В токамаках – при взаимодействии двух полей, от внешнего магнитатора и поля, которое создается протекающим в плазме током. А в стеллараторе поле порождается только внешними магнитами. Такой вариант имеет множество проблем. Например, даже спроектировать такие установки, чтобы они были эффективными, удалось только после появления суперкомпьютеров. Поэтому от идеи до реализации прошло более 50 лет. За эти годы токамаки ушли далеко вперед, но немецкие ученые сейчас надеются наверстать упущенное.

В создание стелларатора, который построен в Институте плазменной физики им. Макса Планка, вложено около € 1,1 млрд. Проект в 2003 и 2007 годах был на грани закрытия, но энтузиастам удалось его отстоять. После многих лет борьбы уникальная установка заработала в городе Грайфсвальд. Физики разогрели плазму до температуры в 80 млн °С и удерживали ее в течение четверти секунды. Уже в марте ученые планируют увеличить время до 10 секунд. В новом реакторе 70 сверхпроводящих катушек общим весом более 725 т, которые смогут создать магнитное поле, чтобы удержать плазму с температурой в 100 млн °С. Если этот эксперимент окажется успешным, то здесь построят коммерчески выгодный реактор. Словом, токамаку брошен вызов, и пусть победит сильнейший.

С управляемой термоядерной энергией уже давно связаны надежды человечества на практически неисчерпаемый, экологический чистый источник энергии. Термояд даже называют «святым Граалем энергетики», поскольку топливом для него является тяжелая вода, доступная всем странам.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов и печатных СМИ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Интервью с заместителем Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревским

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 года № 169 утвержден комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции. Ответственным за координацию работы по его выполнению является Министерство энергетики. О подходах к обеспечению энергетической безопасности Республики Беларусь в условиях строительства атомной станции и приоритетах развития электроэнергетики до 2025 года, определенных комплексным планом, рассказывает заместитель Министра энергетики В.А. Закревский.

– Вадим Александрович, чем была обусловлена необходимость принятия комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода БелАЭС?

– В 2015 году успешно завершился очередной, очень значимый этап модернизации Белорусской энергосистемы, проходившей в рамках двух программ: Государственной комплексной программы модернизации производственных фондов Белорусской энергосистемы до 2011 года и Государственной программы развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года. Только за последние пять лет было введено в эксплуатацию 1908,4 МВт высокоэффективных генерирующих мощностей и выведено 746 МВт неэффективных. К 1 января 2016 года суммарная установленная мощность всех электрогенерирующих источников Республики Беларусь возросла до 9734,5 МВт (без учета резервных дизель-генераторов на отдельных объектах).

Все эти и другие мероприятия позволили Белорусской энергосистеме не только обеспечить самобаланс, но и значительно увеличить эффективность ее работы. Так, удельный расход топлива на отпуск электроэнергии в 2015

году уменьшился к уровню 2010 года на 33,4 г у.т./кВт·ч, уровень износа основных производственных фондов снизился до 40 % и находится в пределах нормального уровня значения соответствующего индикатора энергетической безопасности, экономия топливно-энергетических ресурсов за период с 2011 по 2015 год составила 1892 тыс. т у.т., что эквивалентно 1,6 млрд м³ природного газа. Себестоимость электроэнергии стала ниже на 11 %, что позволило снизить тарифы для реального сектора экономики на 9 %, или 1,5 цента США, а также сохранить субсидируемые (социальные) тарифы на низком уровне (в пределах 4,5 центов США).

Все это свидетельствует о том, что рубеж пятилетия отраслью пройден успешно. Но условия меняются. Падает энергопотребление – в прошедшем году общий его объем сократился примерно на 5 %. В ближайшее время планируется ввести в эксплуатацию 1-й блок Белорусской АЭС, в связи с чем остро встают вопросы интеграции атомной станции в энергосистему и ограничения строительства новых генерирующих источников. Нуждаются в развитии и совершенствовании тарифная политика и нормативно-



В.А. ЗАКРЕВСКИЙ,
заместитель Министра энергетики
Республики Беларусь

правовая база энергетики. Все это ставит перед энергетиками новые задачи, пути решения которых и отражены в комплексном плане развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции.

– Какие меры предусмотрены комплексным планом в области технической политики?

– Если говорить о технической политике, то ее мероприятия направлены в первую очередь на обеспечение энергетической безопасности республики. Наиболее значимым из них является завершение строительства Белорусской атомной станции суммарной установленной мощностью 2400 МВт, пуск первого блока которой запланирован на 2018 год, второго – на 2020-й.

В связи с этим особое внимание будет уделено модернизации и развитию электрических сетей и подстанций. Для выдачи мощности от АЭС осуществляется сооружение ЛЭП 330 кВ по направлениям Молодечно, Столбцы, Россь, Поставы, «Минск-Северная», Сморгонь, Минская ТЭЦ-4. Кроме того, намечаются строительство ПС 330 кВ «Поставы», реконструкция ряда ПС 330 кВ, в том числе ПС «Сморгонь», «Гродно-Южная», «Мирадино», «Россь», «Могилев-Восточный», «Минск-Северная», «Барановичи», а также ПС 750 кВ «Белорусская». Строительство и реконструкция тепловых сетей предусматриваются в прежних объемах.

Надо иметь в виду, что после ввода в эксплуатацию 2-го энергоблока Белорусской АЭС доля электроэнергии, вырабатываемой атомной станцией, составит порядка 40 % баланса энергосистемы. Это значительный объем, и он окажет определяющее влияние на график нагрузки Белорусской энергосистемы и потребует корректировки планов ее дальнейшей модернизации.

В частности, сооружение новых крупных энергоисточников в течение всего прогнозируемого периода не предусматривается. При этом модернизация действующих ТЭЦ будет продолжена, но она предполагает только замещение выбывающих мощностей. На Минской ТЭЦ-3 за счет технического переоснащения будет замещено 115 МВт таких мощностей, на Гродненской ТЭЦ-2 – 70 МВт, на Бобруйской ТЭЦ-2 – 60 МВт, на Брестской ТЭЦ – 12 МВт, на Могилевской ТЭЦ-1 – 37 МВт и на Гомельской ТЭЦ-1 – 35 МВт.

В рамках развития гидроэнергетики в республике будет завершено строительство Полоцкой (21,8 МВт) и Витебской (40 МВт) ГЭС. В то же время сооружение относительно крупных гидроэлектростанций в дальнейшем не планируется. Что касается других возобновляемых источников энергии, то на данном этапе намеченные объемы ввода таких мощностей оцениваются величиной до 200 МВт.

Особое значение будет иметь реализация мероприятий по режимной интеграции БелАЭС в Белорусскую энергосистему, поскольку обеспечение баланса электрических мощностей ОЭС Беларуси в ночные часы отопительного периода с учетом ввода Белорусской АЭС без реализации дополнительных технических мероприятий потребует остановки в ночной провал потребления электроэнергии всех конденсационных, а также частично и теплофикационных энергоблоков. Обеспечить надежность и безопасность работы электростанций в таких условиях невозможно. Поэтому комплексный план предусматривает ряд технических мероприятий, необходимых для режимной интеграции Белорусской АЭС в Объединенную энергосистему Беларуси.

– Какие первоочередные задачи стоят перед отраслью в связи с необходимостью интегрировать Белорусскую АЭС в Объединенную энергосистему Беларуси?

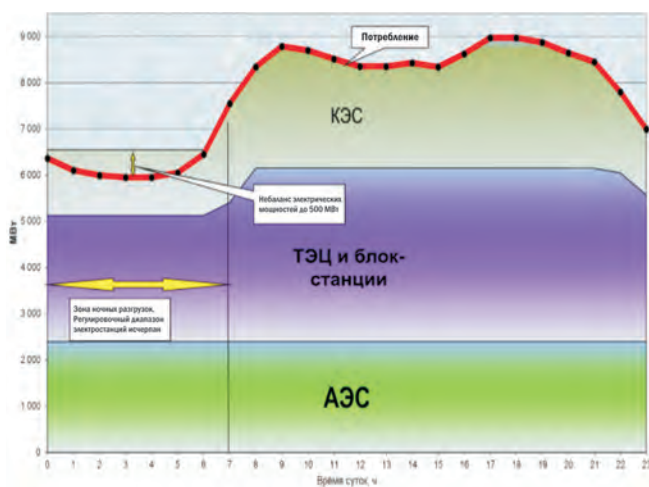
– Для обеспечения эффективной интеграции Белорусской АЭС в энергосистему необходимо реализовать две основные задачи: обеспе-

чить рост потребления электрической энергии отраслями экономики и населением и выравнять суточный график потребления электрической энергии.

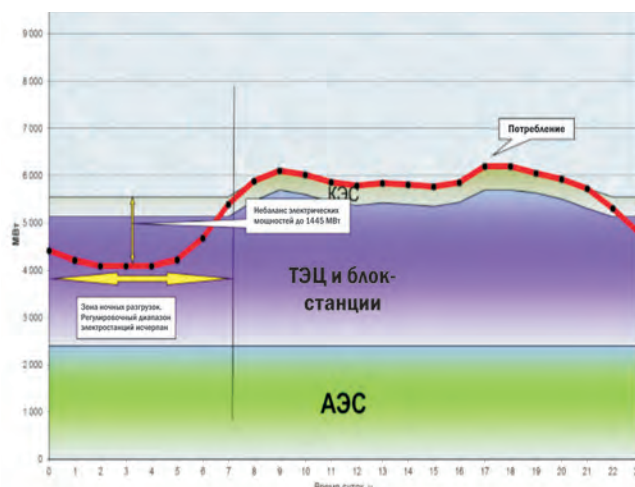
С целью решения первой задачи в рамках Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» специалисты НАН Беларуси выполняют научно-исследовательскую работу, направленную на определение потенциала увеличения потребления электрической энергии и выравнивания суточного графика в секторах экономики. Экономически обоснованные результаты данной работы будут представлены в виде конкретных предложений на рассмотрение Правительства для последующей реализации реальным сектором экономики и населением.

Для выравнивания суточного графика потребления электрической энергии Министерством энергетики был подготовлен Комплекс мер по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему Республики Беларусь, предусматривающий реализацию технических, экономических, правовых и организационных мер, в том числе: совершенствование тарифной политики, оптимизацию режимов работы Белорусской АЭС, установку электродеталей на ТЭС и в котельных системы ГПО «Белэнерго» и иной ведомственной принадлежности, а также сооружение пиково-резервных энергоисточников на базе ГТУ либо ГПА. Кроме того, запланирована разработка нормативного правового акта, регламентирующего порядок строительства в





а



б

График суточного потребления электроэнергии в 2020 году при планируемом годовом потреблении: а – 47 млрд кВт·ч; б – 40 млрд кВт·ч

республике блок-станций и режимы их работы.

Хочу отметить, что данные подходы были поддержаны Президентом Республики Беларусь в ходе его визита на площадку БелАЭС в октябре прошлого года и легли в основу Комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции.

Реализация таких относительно новых для Белорусской энергосистемы мероприятий, как установка электродкотлов на ТЭЦ и в котельных ГПО «Белэнерго» с аккумуляторами теплоты для использования «провальной» электроэнергии в централизованных системах отопления и горячего водоснабжения общей мощностью до 985 МВт, в котельных других организаций до 200 МВт, в индивидуальных системах отопления и горячего водоснабжения жилых и общественных

зданий в городах, а также в коттеджной застройке и сельской местности, позволит найти применение избыточным мощностям, которые вынужденно возникнут в связи с вводом Белорусской АЭС в эксплуатацию. Комплексным планом предусмотрена также проработка вопросов развития электрозаправочных станций для электромобилей, а для обеспечения надежности электроснабжения при суточном регулировании и в аварийных ситуациях – сооружение пиково-резервных энергоисточников на базе газотурбинных установок либо газопоршневых агрегатов мощностью до 800 МВт.

Эти мероприятия позволят оптимизировать состав генерирующего оборудования при прохождении дневных максимумов и ночных минимумов суточного графика электропотребления. Экономический эффект от их реализации достигается за счет:

– выработки электроэнергии в пиковые часы на пиково-резервных энергоисточниках на базе ГПА в сравнении с замещением эквивалентного объема производства электроэнергии конденсационными энергоблоками;

– использования пиково-резервных энергоисточников для создания нормативной величины быстродействующего резерва мощности по сравнению с допустимой величиной резерва за счет нахождения в работе на минимальной нагрузке 4 конденсационных энергоблоков, что снижает объем теплофикационной выработки, эквивалентной по объему выработке 4 конденсационных энергоблоков на техническом минимуме.

Срок окупаемости пиково-резервных энергоисточников и электродкотлов составит порядка 8 лет.

Следует отметить, что без выполнения этих технических мероприятий обеспечить устойчивую и эффективную работу энергосистемы с использованием оптимального состава оборудования будет невозможно.

– Что предусмотрено комплексным планом в области совершенствования тарифной политики?

– Мероприятия комплексного плана по совершенствованию тарифной политики ориентированы на стимулирование снижения затрат на всех уровнях – как на стадии производства, так и на стадии потребления электрической и тепловой энергии. При этом снижение планируется обеспечить экономическими, а не административными методами.



Наиболее значимым среди намеченных мероприятий является ликвидация перекрестного субсидирования на электрическую энергию с учетом планируемого роста реальных доходов населения и создания системы адресных дотаций отдельным категориям граждан. Произойдет незначительное увеличение тарифов для населения и снижение для реального сектора экономики. Последнее будет способствовать уменьшению себестоимости многих видов отечественной продукции, повышению ее конкурентоспособности на мировых рынках и, в итоге, приведет к снижению цен на потребительском рынке в республике.

Планируется также формировать тарифы по видам деятельности энергосистемы (производство, передача, распределение и продажа) на основании раздельного учета затрат. В результате реализации такого мероприятия доходы каждого хозяйствующего субъекта будут зависеть от реальных результатов его деятельности, что будет стимулировать снижение затрат на любые виды работ.

Комплексным планом также предполагается установить дифференцированные тарифы по временным периодам суток, рабочим и выходным дням, периодам года. Такой подход будет способствовать, с одной стороны, выравниванию графиков нагрузок энергосистемы и созданию оптимальных условий эксплуатации оборудования, с другой – позволит потребителям осуществлять выбор наиболее выгодных тарифов и условий оплаты за потребленные энергоносители и оптимизировать условия организации производственных процессов с целью снижения затрат на энергоносители при неизменном объеме потребления электроэнергии, а для отдельных производств – и при увеличении электропотребления. Реализация такого мероприятия особенно актуальна в условиях функционирования Белорусской АЭС.

Предусмотрена также оптимизация уровней тарифов на избыточную электроэнергию, которая будет вынужденно производиться в энергосистеме при поддержании равномерной нагрузки АЭС. Эта мера даст возможность существенно уве-



личить электропотребление и параллельно сократить расходы природного газа на производство аналогичных объемов теплоты в топливных котлах.

Среди других мер, направленных на совершенствование тарифной политики, – оптимизация уровней тарифов на электроэнергию, используемую для нужд отопления и горячего водоснабжения; расширение перечня категорий потребителей, осуществляющих расчеты за электроэнергию по тарифам, дифференцированным по временным периодам; разработка нормативных правовых актов, регулирующих вопросы формирования тарифов по видам деятельности на основании раздельного учета и в соответствии с этапами реформирования энергетической системы.

– А что предусматривается комплексным планом в области совершенствования нормативно-правовой базы развития электроэнергетической сферы и оптимизации структуры управления энергетической системой?

– Реализация намечаемых технических мероприятий и тарифной политики не может быть обеспечена без совершенствования существующей и разработки новой нормативно-правовой базы.

Ключевым моментом в решении этого вопроса является подготовка проекта Закона Республики Беларусь «Об электроэнергетике». Кроме того, планируются разработка проекта нормативного правового акта о порядке учета и нормирова-

ния ядерного топлива, внесение изменений и дополнений в нормативные правовые акты, определяющие условия использования электроэнергии для целей отопления и горячего водоснабжения, в концепцию развития теплоснабжения и ряд других документов.

Что касается оптимизации структуры управления энергетической системой, то с целью развития рыночных отношений, стимулирующих снижение затрат на производство и транспорт энергоносителей, предусматривается выделение хозяйствующих субъектов по видам деятельности (производство, передача, распределение и продажа электроэнергии), формирование оптового и розничного рынков электроэнергии с разработкой множества сопутствующих организационных, экономических и методических документов. Необходимость развития рыночных отношений обусловлена обязательствами Республики Беларусь по участию в формировании общего электроэнергетического рынка в рамках Евразийского экономического союза.

Реализация запланированных Минэнерго мероприятий позволит обеспечить оптимизацию генерирующих мощностей энергосистемы при достижении их паритета, необходимого для обеспечения надежности энергоснабжения, экономической эффективности работы энергосистемы, а также энергетической безопасности Республики Беларусь в условиях строительства атомной станции.

Подготовила Ольга ГОНЧАР

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРАЖДАНСКО-ПРАВОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Комментарии к новой редакции Правил электроснабжения

В Республике Беларусь с 1 февраля 2016 года вступила в силу новая редакция Правил электроснабжения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 октября 2011 года № 1394. В журнале № 6 (48) 2015 года были опубликованы комментарии по применению Правил в области электроснабжения жилых помещений в многоквартирном жилищном фонде республики. Настоящей статьей продолжается серия комментариев к новой редакции документа.



Д.А. ДЕРЯГИН,
начальник производственно-технического управления
Министерства энергетики
Республики Беларусь

В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования гражданско-правовых отношений в области электроснабжения между областными республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики (РУП-облэнерго), входящими в состав ГПО «Белэнерго», и индивидуальными предпринимателями, юридическими лицами Республики Беларусь, не входящими в состав ГПО «Белэнерго», являющимися производителями электрической энергии (владельцами блок-станций).

Необходимость совершенствования указанных выше гражданско-правовых отношений обусловлена поручениями Совета Министров Республики Беларусь, данных Министерству энергетики в связи с ходатайствами владельцев блок-станций в Правительство Республики Беларусь, республиканские органы государственного управления, исполнительные и распорядительные органы различного уровня о предоставлении владельцам блок-станций недискриминационного доступа к электрическим сетям, находящимся в республиканской собственности и закрепленным на праве хозяйственного ведения за РУП-облэнерго, для передачи (распределения) по данным электрическим сетям электрической энергии, выработанной владельцами блок-станций из невозобновляемых

источников энергии, в целях ее продажи третьим лицам.

Следует отметить, что реализовать в полной мере эти ходатайства не представлялось возможным, так как правовые нормы Правил электроснабжения не должны противоречить императивным нормам § 6 «Энергоснабжение» Гражданского кодекса Республики Беларусь.

В частности, Гражданским кодексом Республики Беларусь не предусматривается формирование в области энергоснабжения (электроснабжения) многосторонних договорных отношений (три и более стороны договора при поставке электрической энергии от ее производителя до потребителя). Кроме того, в настоящее время Правительство Республики Беларусь и республиканские органы государственного управления не обладают компетенцией на принятие нормативных правовых актов, устанавливающих правила в области электроснабжения, отличные от норм, установленных Гражданским кодексом Республики Беларусь.

Введение для резидентов Республики Беларусь в гражданский оборот в области электроснабжения услуг по передаче (распределению) по электрическим сетям РУП-облэнерго электрической энергии, выработанной владельцами блок-станций, в целях ее продажи третьим лицам до-

пустимо только при условии либерализации электроэнергетики. Между тем, полноценная либерализация отрасли возможна лишь при законодательном разделении естественно монопольных (*передача, распределение электроэнергии и/или мощности*) и потенциально конкурентных (*производство, продажа электроэнергии и/или мощности*) видов экономической деятельности в электроэнергетике, что является необходимым условием для объективного и прозрачного формирования цен (тарифов) по видам деятельности. В свою очередь, в соответствии с общепринятыми в мировой практике подходами объективное формирование тарифов по видам экономической деятельности в электроэнергетике возможно лишь в условиях, обеспечивающих отдельный учет доходов и расходов при реализации разных видов экономической деятельности, а также отдельный учет активов и инвестированных (используемых) средств для их создания.

Стратегией развития энергетического потенциала Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 августа 2010 года № 1180, Государственной программой развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 февраля 2012 года № 194, определены этапы перехода электроэнергетики Республики Беларусь к рыночным условиям, а также вид нормативного правового акта, регламентирующего этот переход. В данном случае таким актом должен стать Закон Республики Беларусь «Об электроэнергетике», что согласуется с нормами Конституции Республики Беларусь, наделяющими Парламент Республики Беларусь полномочиями на рассмотрение и принятие, а Президента Республики Беларусь – на подписание нормативных правовых актов в виде законов в сфере наиболее важных общественных отношений, к которым можно отнести общественные отношения в области электроснабжения, подлежащие структурным преобразованиям посредством формирования рыночных (конкурентных) общественных отношений. Указанное в равной степени относится к виду нормативного правового акта, предусматривающему внесение необходимых изменений и дополнений в § 6 «Энергоснабжение» Гражданского кодекса Республики Беларусь.

В настоящее время Министерством энергетики совместно с ГПО «Белэнерго» подготовлен проект концепции Закона Республики Беларусь «Об электроэнергетике», согласующейся с принципами формирования общего электроэнергетического рынка государств – членов Таможенного союза и Единого экономического пространства, одобренными Советом Евразийской экономической комиссии 19 ноября 2013 года, и Концепцией формирования общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза, утвержденной Решением Высшего Евразийского экономического совета от 8 мая 2015 года № 12.

Также следует отметить, что пп. 4.2 п. 4 Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 года № 3

«О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 26 января 2016 года № 26) в целях повышения уровня энергетической безопасности страны предусмотрено совершенствование системы управления и организационной структуры электроэнергетической системы посредством разделения производства энергии по видам деятельности (производство, передача, распределение и продажа электрической и тепловой энергии) с созданием соответствующих субъектов хозяйствования.

Таким образом, в республике создаются предпосылки для решения вопроса, поднятого владельцами блок-станций.

В то же время полноценная либерализация электро-энергетики с созданием необходимых условий для обеспечения конкурентоспособности национального продукта – электрической энергии как на внутреннем, так и на внешних рынках требует решения вопросов формирования в рамках Евразийского экономического союза общего рынка газа, ликвидации перекрестного субсидирования в области тарифов на электроэнергию для реального сектора экономики и населения, а также освобождения энергоснабжающих организаций от непрофильных активов.

При существующем уровне возмещения населением затрат на услуги электроснабжения (по факту 2015 года – 75,2 %, по плану на 2016 год – 67,3 %) и жестком государственном регулировании тарифов на электрическую энергию, производимую РУП-облэнерго, введение для резидентов Республики Беларусь в гражданский оборот в области электроснабжения услуг по передаче (распределению) по электрическим сетям РУП-облэнерго электрической энергии, выработанной владельцами блок-станций, в целях ее продажи третьим лицам будет носить дискриминационный характер для ряда субъектов хозяйствования в виде перекладывания бремени перекрестного субсидирования с одних субъектов хозяйствования (владельцев блок-станций и потребителей электроэнергии, произведенной владельцами блок-станций) на других, что является неоправданным в условиях реализации государ-

ством социально-ориентированной политики.

Следует понимать, что оказание государственной поддержки отдельным субъектам хозяйствования в виде согласования строительства блок-станций, использующих для производства энергии невозобновляемые источники, осуществлялось при условии потребления электрической энергии, производимой блок-станцией, исключительно на собственные хозяйственные и производственные нужды владельца блок-станции.

Возвращаясь к вопросу совершенствования гражданско-правовых отношений в области электроснабжения между РУП-облэнерго и владельцами блок-станций, отмечу, что в результате проведенной Министерством энергетики совместно с ГПО «Белэнерго» работы в новой редакции Правил электроснабжения отражены компромиссные решения, согласующиеся с императивными нормами Гражданского кодекса Республики Беларусь. При этом данные решения поддержаны всеми заинтересованными органами государственного управления.

В частности, в соответствии с новой редакцией Правил электроснабжения с 1 февраля 2016 года:

- введен в гражданско-правовые отношения в области электроснабжения договор электроснабжения с юридическим лицом Республики Беларусь (индивидуальным предпринимателем), имеющим в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении блок-станцию (договор электроснабжения с владельцем блок-станции, пп. 3.24 п. 3 Правил электроснабжения);
- установлен порядок и условия формирования и реализации договорных отношений между РУП-облэнерго и юридическим лицом (индивидуальным предпринимателем), имеющим в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении электрогенерирующий источник (владельцем блок-станции), на:
 - электроснабжение электроустановки владельца блок-станции от электрической сети РУП-облэнерго по тарифам на электроэнергию, установленным в соответствии с законодательством для соответствующей группы потребителей, к кото-

рым отнесен владелец блок-станции в зависимости от вида экономической деятельности, являющегося для него основным.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 25 февраля 2011 года № 72 «О некоторых вопросах регулирования цен (тарифов) в Республике Беларусь» Министерство экономики наделено полномочиями на регулирование тарифов на электрическую энергию, производимую РУП-облэнерго.

Приказом Департамента ценовой политики Министерства экономики от 28 января 2016 года № 28 зарегистрирована декларация об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго» для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;

– поставку (для целей продажи) в электрическую сеть РУП-облэнерго электрической энергии, выработанной владельцем блок-станции, по тарифам на электроэнергию, установленным в соответствии с законодательством.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 25 февраля 2011 года № 72 «О некоторых вопросах регулирования цен (тарифов) в Республике Беларусь» Министерство экономики наделено полномочиями на регулирование тарифов на электрическую энергию, производимую в Республике Беларусь юридическими лицами, не входящими в состав ГПО «Белэнерго», и индивидуальными предпринимателями и отпускаемую энергоснабжающим организациям, входящим в состав ГПО «Белэнерго».

Министерством экономики приняты:

– постановление от 15 мая 2015 года № 32 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из невозобновляемых источников энергии, мазута на территории Республики Беларусь индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, не входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и отпускаемую энергоснабжающим организациям данного объединения»;

– постановление от 7 августа 2015 года № 45 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии на территории Республики Беларусь индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, не входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и отпускаемую энергоснабжающим организациям данного объединения»;

– передачу по электрической сети РУП-облэнерго электрической энергии, выработанной владельцем блок-станции, обособленным структурным подразделениям владельца блок-станции по тарифам, установленным в соответствии с законодательством.

В соответствии с абзацем третьим ст. 11 Закона Республики Беларусь от 16 декабря 2002 года «О естественных монополиях» Министерство экономики наделено полномо-

чиями на принятие обязательных для субъектов естественных монополий решений о введении, изменении или прекращении государственного регулирования, применении методов государственного регулирования, предусмотренных данным Законом.

Министерством экономики принято постановление от 29 марта 2012 года № 23 «О тарифе на услугу по передаче и распределению электрической энергии»;

– транзитную передачу (транзитный переток) по электрической сети РУП-облэнерго электрической энергии, выработанной владельцем блок-станции, до электроустановок владельца блок-станции, непосредственно присоединенных к той трансформаторной подстанции (тому распределительному устройству) РУП-облэнерго, к которой (которому) непосредственно подключена электроустановка с блок-станцией.

В соответствии с ч. 4 и 5 п. 121 Правил электроснабжения в новой редакции как таковая плата за транзитную передачу (транзитный переток) электроэнергии с владельца блок-станции не взимается.

При транзитной передаче электроэнергии владелец блок-станции:

– оплачивает объем технологического расхода в электрической сети РУП-облэнерго на транзитную передачу (транзитный переток) электроэнергии, выработанной владельцем блок-станции, по тарифу, определяемому в соответствии с законодательством для соответствующей группы потребителей, к которой отнесен владелец блок-станции в зависимости от вида экономической деятельности, являющегося для него основным;

– принимает долевое участие (пропорционально объему транзитной передачи (транзитного перетока) электроэнергии) в возмещении затрат РУП-облэнерго, связанных с эксплуатацией транзитного участка электрической сети РУП-облэнерго.

Пунктами 62–66 Правил электроснабжения определены существенные условия договора электроснабжения с владельцем блок-станции.

Таким образом, в соответствии с новой редакцией Правил электроснабжения передачу по электрической сети, находящейся в хозяйственном ведении РУП-облэнерго, электрической энергии, выработанной владельцем блок-станции, возможно осуществлять только в рамках одного юридического лица – владельца блок-станции и одного РУП-облэнерго на основании заключенного между ними договора электроснабжения с владельцем блок-станции. При этом территориально распределенные (в границах областной административно-территориальной единицы) электроустановки обособленных структурных подразделений и электроустановка с блок-станцией указанного юридического лица рассматриваются как единый комплекс.

В силу сложных технологических особенностей оборота электрической энергии (мощности) и в целях соблюдения

(защиты) законных интересов потребителей электрической энергии и их прав на надежное и качественное удовлетворение спроса на электрическую энергию (мощность), а также в соответствии с Правилами электроснабжения в новой редакции:

– юридическое лицо – владелец блок-станции по отношению к РУП-облэнерго рассматривается как абонент, имеющий в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении генерирующие источники электрической энергии, предназначенные для электроснабжения собственных производственных, хозяйственных и иных нужд;

– РУП-облэнерго по отношению к юридическому лицу – владельцу блок-станции рассматривается как энергоснабжающая организация, обеспечивающая в целом надежное и качественное электроснабжение электроустановок юридического лица – владельца блок-станции в соответствии с условиями договора электроснабжения с владельцем блок-станции и требованиями технических нормативных правовых актов для данной категории надежности электроснабжения электроустановок абонента.

В соответствии с Гражданским кодексом Республики Беларусь под обособленным структурным подразделением юридического лица следует понимать представительство либо филиал, которые наделяются имуществом создавшим их юридическим лицом и действуют на основании утвержденных данным юридическим лицом положений. Руководители представительств и филиалов назначаются

юридическим лицом и действуют на основании его доверенности. Представительства и филиалы должны быть указаны в уставе создавшего их юридического лица.

Также следует отметить, что в соответствии с новой редакцией Правил электроснабжения иностранные организации, выполняющие по договору на территории Республики Беларусь работы и (или) оказывающие услуги, осуществляющие иную, не запрещенную законодательством деятельность, представительства иностранных организаций, имеющие доверенность или иные документы, подтверждающие полномочия представительств иностранных организаций на территории Республики Беларусь на совершение сделок, иных юридически значимых действий от имени иностранных организаций, включая полномочия на представление их интересов в отношениях, регулируемых Правилами электроснабжения, ограничены на территории Республики Беларусь в правомочности в области электроснабжения. В частности, данные иностранные организации и представительства иностранных организаций не могут наделяться статусом энергоснабжающей организации и владельца блок-станции и, как следствие, не могут быть стороной (участником) договора электроснабжения в статусе энергоснабжающей организации для осуществления электроснабжения субабонентов РУП-облэнерго либо договора электроснабжения с владельцем блок-станции.

Продолжение следует

НОВЫЕ ТНПА



Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением

Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 января 2016 года № 7. Вступили в силу с 1 марта 2016 года.



ТКП 385-2012 (02230) «Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения»

Переиздание с Изменением № 1, утвержденным постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 27 ноября 2015 года № 39. Введено в действие с 1 января 2016 года.



Правила электроснабжения (новая редакция)

Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 октября 2011 года № 1394 (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2015 года № 895).

ПРИБРЕСТИ документ можно:

- в редакции по тел./факсу: (+ 375 17) 286-08-28
- на сайтах www.energystrategy.by, www.energodoc.by
- в специализированных книжных магазинах республики

КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Критерии оптимальности являются математическим выражением целей оптимизируемых систем. Электроэнергетика как межотраслевой многофункциональный комплекс имеет множество целей, взаимная увязка и согласование которых представляют собой самостоятельную задачу. От успешного решения этой задачи зависит эффективность функционирования и развития не только самой системы, но и отраслей народного хозяйства, финансовой и социальной сфер государства.

Иерархия систем энергетики и критериев их оптимальности

Антропогенные открытые системы, в том числе системы энергетики, обладают следующими фундаментальными свойствами [1, 2]:

- иерархичностью, означающей возможность рассмотрения конкретной системы как элемента системы более высокого порядка, а каждого ее элемента, в свою очередь, – как подсистемы со своими целями (функциями);

- целенаправленностью, или функциональной принадлежностью, определяющей границы и структуру системы;

- структурной сложностью (эмерджентностью), означающей несводимость поведения системы как целого к сумме действий ее частей.

Наличие таких свойств у систем энергетики обуславливает важные практические следствия:

- каждая из подсистем на своем иерархическом уровне имеет свой набор целей, которые могут не совпадать с целями систем более высокого порядка;

- целесообразно согласовывать цели систем разного иерархического уровня таким образом, чтобы в наибольшей мере реализовать эффект взаимодействия всех частей системы как единого целого (эффект синергии).

В широком смысле под развитием систем понимается повышение эффективности их функционирования при благоприятных внешних и внутренних условиях и поддержание

эффективности при неблагоприятных. Основными инструментами развития электроэнергетических систем (ЭЭС) являются:

- оптимизация их структуры:
 - ввод в эксплуатацию новых объектов энергоснабжения, оперативного резервирования и аккумулирования энергии;
 - вывод из эксплуатации в резерв неэффективных энергоисточников;
 - демонтаж физически и морально изношенных энергоблоков;
 - объединение электроэнергетических систем;
- модернизация действующих энергоисточников с целью:
 - улучшения одного или нескольких показателей эффективности;
 - повышения уровня выдаваемой в сеть мощности;
 - повышения надежности и маневренности.

Рассмотрим далее множество практически используемых в электроэнергетике критериев оптимальности с точки зрения их соответствия целям систем, расположенных на разных иерархических уровнях (см. таблицу). При этом дифференцируем критерии по назначению следующим образом:

- критерии оценки конкурентоспособности (относительной эффективности);
- критерии оценки доходности (абсолютной эффективности);
- критерии устойчивости функционирования и развития систем энергетики.



Б.И. ПОПОВ,
к.т.н., заведующий
лабораторией системных
исследований ядерно-
энергетического комплекса
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси



А.И. БЫКОВ,
к.э.н., ведущий научный
сотрудник

Для каждого из участников рыночных отношений в электроэнергетике, учитываемых в таблице, рассматриваем актуальность использования соответствующего критерия при решении задач, связанных как с функционированием, так и с развитием соответствующей системы.

Критерии конкурентоспособности (относительной эффективности)

В силу специфики электроэнергетики конкурируют между собой только энергоисточники, способные рабо-

тать в определенной зоне суточных графиков активной нагрузки энергосистемы (базисной, полупиковой, пиковой). Для базисных энергоисточников конкурентоспособность энергетической продукции на электроэнергетическом рынке определяется теми же факторами, что и для любого другого товара, прежде всего соотношением цена/качество.

Цена производства любого товара, в том числе электроэнергии:

$$C^w = p \cdot \bar{k} + S^w \cdot hу \text{ \$/МВт}\cdot\text{год}, \quad (1)$$

где \bar{k} – удельная капиталоемкость энергоисточника, $\text{\$/МВт}$; p – среднеотраслевая норма прибыли на вложенный (инвестированный) капитал, $1/\text{год}$; S^w – себестоимость производства электроэнергии, $\text{\$/МВт}\cdot\text{ч}$; $hу$ – годовое число часов использования установленной мощности энергоисточника, $\text{ч}/\text{год}$.

По аналогии с ценой производства (C^w) в плановой экономике использовался показатель удельных приведенных затрат на производство электроэнергии ($Z_{пр}$):

$$Z_{пр} = E_n \bar{k} + S^w \cdot hу \text{ руб./МВт}\cdot\text{год}, \quad (2)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений в энергетике, $1/\text{год}$.

Критерий $Z_{пр}$ и сейчас достаточно часто используется в технико-экономических расчетах [3, 4].

Некоторые из качественных характеристик поставляемой потребителям электроэнергии могут быть оценены численно. Так, в работе [5] надежность энергообеспечения потребителей рекомендуется учитывать по формуле:

$$E = S^w + R^w, \quad (3)$$

где E – комплексный критерий сравнительной эффективности вариантов электроснабжения; R^w – риск (в расчете на единицу отпущенной электроэнергии), обусловленный вероятностью аварийного отключения потребителей.

Совокупный ущерб потребителей от низкого качества электрической энергии в странах Евросоюза за 2006–2007 годы составил $\approx \text{€} 150$ млрд [6, с. 2]. В Беларуси и России такие оценки не проводятся.

Оценки экологического риска при использовании энергоустановок разных типов приведены, например, в работах [4, 7]. Однако эти риски относятся к числу экстерналильных затрат и при расчетах C^w не учитываются.

При сравнении вариантов развития электроэнергетической системы также используются критерии, основанные на учете всех видов затрат. Так, целевая функция (B_j) в программе WASP имеет следующий вид [8]:

$$B_j = \sum_{t=1}^T (I_{j,t} + F_{j,t} + M_{j,t} + O_{j,t} - S_{j,t}) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $I_{j,t}$ – инвестиционные затраты; $F_{j,t}$ – затраты на топливо; $M_{j,t}$ – эксплуатационные затраты (без топлива); $O_{j,t}$ – затраты из-за недопоставленной электроэнергии; j – удовлетворяющий ограничениям по надежности и резервированию мощности план расширения ЭЭС; t –

Таблица. Иерархия систем энергетики и критериев их оптимальности

Критерии оптимальности	Агенты рыночных отношений в электроэнергетике				
	Государство	Потребители	ЭЭС	Электростанция (ЭС)	Топливный цикл (ТЦ)
Конкурентоспособность (относительная эффективность)					
$C^w \rightarrow \min$ ($Z_{пр}^w \rightarrow \min$)			+/-	+/-	
$S_{отп}^w \rightarrow \min$			+/+	+/+	
Маневренность			+/+		
Надежность энергосбережения		+/+	+/+		
Качество отпущенной электроэнергии		+/+			
Экологический риск	+/+*			+/+	+/+
Доходность (абсолютная эффективность)					
$\Pi = (T_{отп}^w - S_{отп}^w) \rightarrow \max$			-/+	-/+	
$ДС = (C^w - \Pi) \rightarrow \max$	+/+				
$F = (T^w - \Pi) \rightarrow \max$	+/+				
$S_T^w \rightarrow \min$				-/+	+/+
$b_T^w \rightarrow \min$	+/+		-/+	-/+	
Устойчивость функционирования и развития					
Финансовая устойчивость энергоисточника				+/+	
Экономическая безопасность отраслей материального производства	+/+	+/+			
Энергетическая безопасность государства	+/+	+/+			
Участие потребителей в регулировании нагрузки ЭЭС			+/+		

*Числитель – критерии оптимальности развития систем, знаменатель – критерии оптимальности функционирования систем;
«+» – критерий актуален;
«-» – критерий не актуален.

текущий год рассматриваемого временного периода; $S_{j,t}$ – величина, характеризующая затраты за пределами исследуемого периода T.

Общими недостатками всех рассмотренных критериев относительной эффективности являются следующие:

- при равенстве топливной составляющей себестоимости производства электроэнергии по вариантам топливоснабжения отсутствует возможность дифференциации поставляемого топлива на импортируемое (за валюту) и местное;
- при равенстве цены производства электроэнергии на энергоустановках разных типов отсутствует учет доли промежуточного потребления (ПП) в цене производимой энергетической продукции.

Критерии доходности (абсолютной эффективности)

Для электроэнергетической системы и электростанций (ЭС), как и любой другой коммерческой структуры, главным критерием оптимальности функционирования является прибыль (П):

$$П = (T^w - S_{отп}^w) \cdot W_{отп}^r \rightarrow \max, \quad (5)$$

где T^w – тариф на отпущенную в сеть электроэнергию, \$/МВт·ч; $S_{отп}^w$ – себестоимость отпущенной электроэнергии, \$/МВт·ч; $W_{отп}^r$ – годовое количество отпущенной в сеть электроэнергии, МВт·ч/год.

Для максимизации прибыли ЭЭС и ЭС необходимо:

- стимулировать рост тарифов на отпущенную в сеть электроэнергию (T^w);
- снижать себестоимость производства электроэнергии и ее расход на собственные нужды;
- увеличивать коэффициент использования установленной мощности энергоисточника.

Как и при использовании критериев (1) – (4), величина прибыли (П) не зависит от источника топливоснабжения (импорт или местный). Способ формирования $S_{отп}^w$ (за счет высоких амортизационных отчислений или высокой доли затрат на импорт топлива) при использовании формулы (5) безразличен.

В макроэкономическом разрезе доходность производства измеряется добавленной стоимостью (ДС), включающей:

- прибыль;
- заработную плату персонала;
- амортизационные отчисления.

Отчисления на амортизацию рассматриваются как один из видов дохода от вложенного капитала [9, с. 123]. На основе ДС формируется валовой внутренний продукт государства.

В удельном выражении добавленная стоимость рассчитывается как разница между ценой производства (C^w) и затратами на приобретение материалов, полностью потребляемых в производственном процессе (промежуточным потреблением – ПП):

$$ДС = C^w - ПП \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$ПП = b_T^w \cdot C_T + \sum_{i=1}^n d_i \cdot C_i, \quad (7)$$

где b_T^w – удельный расход условного топлива, т у.т./МВт·ч; C_T – цена условного топлива с учетом затрат на доставку в пункт потребления (франко-станция потребления), \$/т у.т.; d_i – запчасти и материалы, расход которых зависит от $W_{отп}^r$ и полностью потребляется в процессе производства электроэнергии, ед./МВт·ч; C_i – цена i-х запчастей и материалов, расход которых зависит от $W_{отп}^r$ и полностью потребляется в производственном процессе, \$/ед.

В первом приближении, принимая тариф на отпущенную в сеть электроэнергию (T^w) равным цене производства отпущенной электроэнергии ($C_{отп}^w$), получим

$$F = T^w - ПП \rightarrow \max. \quad (8)$$

В странах с рыночной экономикой критерий (8) для ТЭС на природном газе называется спарк-спред (spark-spread), для ТЭС на угле – дарк-спред. Эти критерии являются основными при определении доходности эксплуатации энергоисточника и, соответственно, интенсивности использования его установленной мощности в суточных графиках нагрузки ЭЭС [10].

В том случае, если тариф на электроэнергию, отпущенную всеми энергоисточниками, работающими в базовой части суточных графиков активной нагрузки ЭЭС, одинаков, критерий (8) преобразуется к виду

$$ПП = b_T^w \cdot C_T + \sum_{i=1}^n d_i \cdot C_i \rightarrow \min. \quad (9)$$

Если в структуру ЭЭС входят только энергоисточники, для которых $\sum_{i=1}^n d_i \cdot C_i \approx 0$, распределение нагрузки в базисной зоне суточных графиков осуществляется по критерию, гарантирующему максимизацию добавленной стоимости:

$$S_T^w = b_T^w \cdot C_T \rightarrow \min. \quad (10)$$

Модификации критерия (10) используются для оптимизации структуры ЭЭС в работах [11, 4].

Если все энергоисточники ЭЭС работают на одном виде топлива с одинаковой ценой франко-станция потребления для всех ЭЭС, критерий (10) преобразуется к виду

$$b_T^w \rightarrow \min. \quad (11)$$

По критерию (11) распределяется активная нагрузка между энергоисточниками в ЭЭС Беларуси [12, с. 21]. Оптимизация структуры ЭЭС с энергоисточниками разных типов, работающих на разных видах топлива, может осуществляться только по критериям (6) или (8).

Критерии, предназначенные для оценки эффективности вложения средств инвесторов в энергетические проекты (чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности, уровень безубыточности [13]), рассчитываются на основе погодной динамики прибыли (формула 5), а потому обладают теми же недостатками, что и критерий (5).

Критерии устойчивости функционирования и развития систем энергетики

Граничным условием финансовой устойчивости субъекта хозяйствования в электроэнергетике является критический объем производства электроэнергии ($W_{кр}$), в коммерческом разрезе характеризующий его порог рентабельности [14]:

$$W_{кр} = Z_n / (T^w - ПП),$$

где Z_n – постоянная составляющая годовых затрат на эксплуатацию энергоисточника, \$/год.

Если фактическое значение $W_{отп}^f$ ниже $W_{кр}$, энергоблок целесообразно переводить в пиковый режим, резерв или демонтировать.

Энергоемкость продукции отраслей материального производства (e) рассчитывается по формуле:

$$e = [C_3 / (C_3 + C_{пр})] \times 100\%,$$

где C_3 – затраты на топливо, электро- и теплоэнергию в себестоимости выпускаемой продукции, руб./ед.; $C_{пр}$ – прочие затраты в себестоимости продукции, руб./ед.

Показателем, характеризующим уровень эффективности производства конкретного товара, является рентабельность (H):

$$H = \frac{Ц_p - (C_3 + C_{пр})}{C_3 + C_{пр}} \times 100\%,$$

где $Ц_p$ – цена реализации товара, руб./ед.

При увеличении энергоемкости производства (e) рентабельность (H) снижается. Результаты исследований, опубликованные в работе [15, с. 4], показывают, что существует критическое значение энергоемкости (e), «при достижении которой стимулируются события, которые принято характеризовать как кризисные явления». Таким образом, низкая энергоемкость выпускаемой продукции, обусловленная низким удельным расходом энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции и низкой ценой топливно-энергетических ресурсов, гарантирует экономическую безопасность отраслей материального производства, численно измеряемую рентабельностью (H).

Требования обеспечения экономической безопасности образуют контур, внутри которого находится область определения **энергетической безопасности**. Реализация вариантов обеспечения энергетической безопасности, выходящих за этот контур, ведет к потере устойчивости развития макроэкономической системы.

Выводы

1. Формирование перспективной технологической структуры ЭЭС на основе локальных (микроэкономических) критериев оптимальности некорректно, поскольку сумма локальных оптимумов не гарантирует достижение оптимума по системе в целом.

2. Существует противоречие между критериями оптимальности развития и функционирования ЭЭС. Энергоустановки, вошедшие в оптимальный план развития ЭЭС,

могут не вписаться в суточные графики нагрузки по критериям оптимального функционирования. Энергоисточники, уверенно вписывающиеся в суточные графики нагрузки ЭЭС по критериям (6)–(11), могут не войти в план развития электроэнергетической системы, формируемый по критериям (1)–(4), и, следовательно, не будут построены.

3. Существует противоречие между энергетической и экономической безопасностью макроэкономических систем, требующее согласования стратегии обеспечения энергетической безопасности с ее влиянием на экономическую безопасность.

4. Наличие указанных противоречий обуславливает целесообразность разработки и внедрения методического аппарата, обеспечивающего согласование:

- требований оптимального функционирования и развития ЭЭС;
- коммерческих интересов электростанций и ЭЭС с макроэкономическими интересами государства;
- требований энергетической и экономической безопасности.

Список литературы

1. Мелентьев, Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики / Л.А. Мелентьев. – М.: Высш. школа, 1976. – 336 с.
2. Макаров, А.А. Системные исследования развития энергетики / А.А. Макаров. – М.: Изд. дом МЭИ, 2015. – 280 с.
3. Трутаев, В.И. Использование электроэнергии в теплоснабжении в настоящее время и на стратегическую перспективу: экономический аспект / В.И. Трутаев, В.М. Сыропушинский // Энергия и менеджмент. – 2012. – № 6. – С. 4–8.
4. Марченко, О.В. Исследование влияния экологических ограничений на конкурентоспособность атомных электростанций / О.В. Марченко, С.В. Соломин // Изв. вузов. Ядерная энергетика. – 2015. – № 3. – С. 20–29.
5. Jabr Rabihi, A. Robust self-scheduling under price uncertainty using conditional value-at-risk / IEEE Trans. Power Syst. – 2005. – V. 20, № 4. – P. 1852–1858.
6. Карташев, И.И. Системный подход к управлению качеством электрической энергии / И.И. Карташев, Д.С. Подольский // Электричество. – 2009. – № 5. – С. 2–7.
7. Демин, В.Ф. Сравнение ущерба окружающей среде и здоровью населения от АЭС и ТЭС / В.Ф. Демин, Д.А. Крылов, И.А. Кураченко // Атомная энергия. – 2014. – Т. 116, № 3. – С. 167–171.
8. Якушев, А. Оптимизация ввода ядерной энергетики в топливно-энергетический комплекс Беларуси / А. Якушев, Б. Попов // Энергетика и ТЭК. – 2009. – № 9. – С. 14–22.
9. Клинов, В.Г. Эволюция длинных волн мирового хозяйства / В.Г. Клинов // Проблемы прогнозирования. – 2015. – № 3. – С. 114–127.
10. Гриб, Н. Монополия атома: продлить нельзя разрушить / Н. Гриб, А. Цикорин // Энергорынок. – 2014. – № 6. – С. 38–43.
11. Трутаев, В.И. Эволюция ТЭБ: факторы, закономерности, экономика / В.И. Трутаев // Энергия и менеджмент. – 2007. – Дек. – С. 13–18.
12. Ковалев, Д.В. Перспективные режимы работы генерирующего оборудования в составе Белорусской энергосистемы после 2020 года / Д.В. Ковалев // Энергетическая стратегия. – 2014. – № 4. – С. 20–23.
13. Правила по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов: утв. пост. Минэкономики Респ. Беларусь от 31.08.2005 г. № 158. – Минск: Дикта, 2006. – 56 с.
14. Минат, В.Н. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски / В.Н. Минат. – М.: Экзамен, 2006. – 272 с.
15. Пономарев-Степной, Н.Н. Кризис, что дальше? / Н.Н. Пономарев-Степной, В.Ф. Цибульский // Вести в электроэнергетику. – 2009. – № 1. – С. 3–7.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Уровень технических потерь электроэнергии в разомкнутых электрических сетях 0,38–6–10 кВ в основном зависит от режимов работы линий 0,38–6–10 кВ и понижающих потребительских трансформаторов 6(10)/0,4 кВ. Настоящей публикацией открывается серия материалов, в которых исследуются нагрузка линий распределительных сетей и уровни относительных технических потерь электроэнергии в них.



М.И. ФУРСАНОВ,
д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой
электрических систем БНТУ

В соответствии с Инструкцией по расчету и обоснованию нормативов расхода электроэнергии на ее передачу по электрическим сетям [1] под техническими потерями электроэнергии понимаются потери, обусловленные физическими процессами в проводниках и электрооборудовании при транспортировке электроэнергии по электрическим сетям.

В распределительных сетях 0,38–6–10 кВ этот показатель складывается из потерь в линиях электропередачи и потерь в основном и дополнительном электрооборудовании.

К потерям в основном оборудовании относятся потери электроэнергии в силовых трансформаторах и линейных регуляторах (в том числе холостого хода и нагрузочные), потери холостого хода в трансформаторах дугогасящих реакторов, токоограничивающих реакторах, компенсирующих устройствах и т.д.; к потерям в дополнительном оборудовании – потери в изоляции кабельных линий, вентильных разрядниках, ограничителях перенапряжений, счетчиках непосредственного включения и т.д. [1].

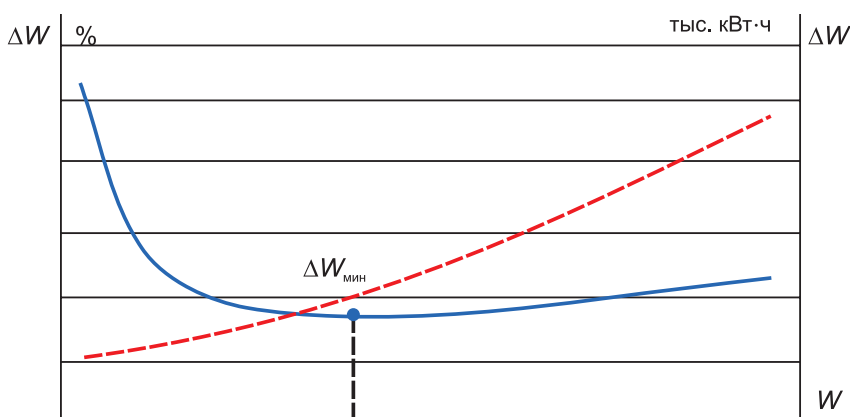


Рис. 1. Динамика технических потерь электроэнергии в абсолютных (тыс. кВт·ч, пунктирная линия) и относительных (%) единицах в зависимости от отпуска электроэнергии в сеть

Преобладающими составляющими технических потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях являются потери в линиях 0,38–6–10 кВ и силовых трансформаторах 6(10)/0,4 кВ. В таблице 1 представлены их структура и динамика. Из таблицы видно, что в дополнительном оборудовании потери не велики – от 1,56 до 2,42 % от суммарных потерь в сети района. В основном же уровень технических потерь электроэнергии в разомкнутых электрических сетях 0,38–6–10 кВ определяют режимы работы линий 0,38–6–10 кВ и понижающих потребительских трансформаторов 6(10)/0,4 кВ.

Таблица 1. Структура и динамика потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях 0,38-6-10 кВ РЭС «Х», тыс. кВт·ч (%)

Вид потерь электроэнергии	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Баланс пропуска электроэнергии	4259,661	3962,139	3599,012	3250,563	2837,925	2784,828
Условно-постоянные, всего	173,606 (4,08 %)	120,486 (3,04 %)	133,985 (3,72 %)	129,663 (3,99 %)	133,571 (4,71 %)	128,425 (4,61 %)
в том числе: – холостого хода трансформаторов;	124,386	113,373	126,11	122,042	125,696	120,804
– в дополнительном оборудовании	49,22 (1,56 %)	7,113 (2,03 %)	7,875 (2,00 %)	7,621 (1,96 %)	7,875 (2,19 %)	7,621 (2,39 %)
Климатические	14,342 (0,34 %)	16,725 (0,42 %)	12,499 (0,35 %)	12,887 (0,40 %)	9,988 (0,35 %)	11,644 (0,42 %)
Нагрузочные, всего:	456,818 (10,72 %)	332,607 (8,39 %)	278,529 (7,74 %)	269,621 (7,99 %)	226,459 (7,98 %)	190,358 (6,84 %)
Нагрузочные 10 кВ, всего	55,018	53,200	38,600	34,899	30,930	26,336
в том числе: – в линиях электропередачи 10 кВ; – в трансформаторах	46,923 8,095	45,796 7,404	33,229 5,371	30,085 4,814	27,054 3,876	22,797 3,539
Нагрузочные, 0,38 кВ	401,800	279,200	239,700	224,500	195,300	163,800
Технические потери электроэнергии, всего	590,424	453,093	412,514	389,284	360,030	318,783

Вид потерь электроэнергии	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Баланс пропуска электроэнергии	2967,673	2980,963	2817,037	3478,151	3658,227	3856,906
Условно-постоянные, всего	132,706 (4,47 %)	132,706 (4,45 %)	126,728 (4,50 %)	132,708 (3,82 %)	129,134 (3,53 %)	136,161 (3,53 %)
в том числе: – холостого хода трансформаторов;	124,831	124,831	119,107	124,833	121,513	128,286
– в дополнительном оборудовании	7,875 (2,33 %)	7,875 (2,30 %)	7,621 (2,42 %)	7,875 (1,95 %)	7,621 (1,80 %)	7,875 (1,78 %)
Климатические	9,297 (0,31 %)	12,168 (0,41 %)	14,106 (0,50 %)	13,494 (0,39 %)	22,301 (0,61 %)	15,631 (0,41 %)
Нагрузочные, всего:	205,403 (6,92 %)	209,045 (7,01 %)	188,680 (6,70 %)	272,253 (7,83 %)	293,511 (8,02 %)	305,937 (7,73 %)
Нагрузочные 10 кВ, всего	27,074	28,416	23,358	34,324	42,289	42,208
в том числе: – в линиях электропередачи 10 кВ; – в трансформаторах	23,408 3,666	24,864 3,552	20,312 3,046	30,171 4,153	37,269 5,020	36,926 5,282
Нагрузочные, 0,38 кВ	178,100	180,400	165,100	237,700	251,000	263,500
Технические потери электроэнергии, всего	338,109	341,751	215,408	404,961	422,645	442,098

Технический оптимум относительных потерь

Анализ технических потерь электроэнергии в электрических сетях целесообразно проводить на основе исследования аналитических зависимостей потерь в относительных ΔW (%) и абсолютных ΔW (тыс. кВт·ч) единицах от отпуска электроэнергии в сеть W , как прогнозируемого, так и фактического. В самом общем виде такие зависимости имеют вид, представленный на рис. 1.

Из приведенных кривых видно, что зависимость $\Delta W \% = f(W)$ имеет минимум ΔW_{\min} (отмечен точкой на сплошной линии), соответствующий равенству условно-постоянных и переменных потерь электроэнергии. В распределительных электрических сетях 0,38–6–10 кВ технический минимум относительных потерь электроэнергии соответствует равенству условно-постоянных потерь в понижающих трансформаторах 6(10)/0,4 кВ и нагрузочных потерь электроэнер-

гии в линиях 0,38, 6 и 10 кВ и трансформаторах.

Определим состояние распределительной сети 0,38–6–10 кВ, соответствующее техническому оптимуму (минимуму) относительных потерь электрической энергии. При этом, прежде всего, необходимо определиться с самим понятием «оптимального» уровня технических потерь электрической энергии и путями его использования для оценки возможных резервов по снижению потерь и разработки соответствующих мероприятий [2, 3].

Анализ и оценку технического оптимума (минимума) относительных потерь электрической энергии выполним на примере обобщенной схемы сети, изображенной на рис. 2.

Данная схема не является случайной. Она в полной мере отражает существующую в Республике Беларусь структуру распределительных электрических сетей: к работающим в основном в разомкнутом режиме распределительным линиям 6–10 кВ (на рис. 2 – Л 10) подключены понижающие трансформаторные подстанции 6(10)/0,4 кВ (на схеме – Т 6(10)/0,4 кВ), от которых отходят линии 0,38 кВ (Л 0,38).

Суммарные протяженности линий 0,38 и 6–10 кВ в районах электрических сетей примерно одинаковы (от 400 до 700 км), а средняя мощность одного трансформатора составляет порядка 100 кВА.

Наиболее распространенным сечением проводов, используемых на линиях 6–10 кВ, является 50 мм², а на линиях 0,38 кВ – 35 мм². Исходя из приведенных соображений, приняты следующие исходные параметры исследуемой сети: для Л 10 – сечение $F = 50$ мм², $l = 1$ км, $R_0 = 0,60$ Ом/км; для трансформатора Т 6(10)/0,4 кВ – $S_{\text{ном}} = 100$ кВА, $\Delta P_x = 0,27$ кВт, $\Delta P_k = 1,97$ кВт; для Л 0,38 – сечение $F = 35$ мм², $l = 1$ км, $R_0 = 0,79$ Ом/км.

Оценим и проанализируем нагрузку и уровни относительных технических потерь электроэнергии поочередно во всех трех составляющих обобщенной схемы распределительной сети (рис. 2) – в силовых трансформаторах 6(10)/0,4 кВ, линиях 6–10 кВ, линиях 0,38 кВ отдельно, а затем при их совместной работе.

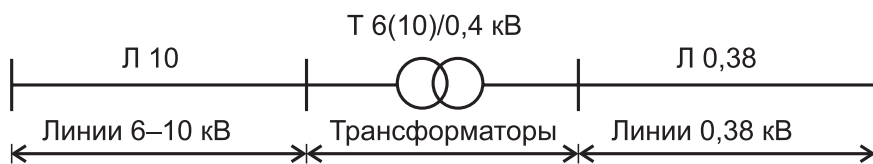


Рис. 2. Структурная схема распределительной электрической сети 0,38–6–10 кВ

В данной статье рассматриваются указанные аспекты работы силовых трансформаторов распределительных электрических сетей 0,38–6–10 кВ.

Технические потери электроэнергии в понижающих трансформаторах 6(10)/0,4 кВ

Основной технико-экономической характеристикой трансформатора является стоимость трансформации электрической энергии. Однако эксплуатационный персонал всегда интересовал и будет интересоваться вопросом о наиболее выгодной загрузке (нагрузке) трансформатора данной номинальной мощности, определяющей оптимум (минимум) относительных технических потерь электроэнергии в нем [4–7].

Как известно, суммарные потери электроэнергии в силовом двухобмоточном трансформаторе ΔW_T состоят из двух составляющих – ΔW_x и ΔW_{HT} :

$$\Delta W_T = \Delta W_x + \Delta W_{HT}, \quad (1)$$

где ΔW_x – потери холостого хода в стали трансформатора; ΔW_{HT} – нагрузочные потери.

Потери электроэнергии холостого хода для конкретного трансформатора распределительной сети за время T можно считать постоянными и определить по формуле:

$$\Delta W_x = \Delta P_x T, \quad (2)$$

где T – расчетный период времени (час, сутки, месяц, квартал, год).

Нагрузочные потери электроэнергии в трансформаторе ΔW_{HT} за период T равны

$$\Delta W_{HT} = \Delta P_{HT} T, \quad (3)$$

где ΔP_{HT} – потери активной мощности в трансформаторе:

$$\Delta P_{HT} = \frac{P_T^2 + Q_T^2}{U_{НОМ}^2} R_T, \quad (4)$$

где R_T – активное сопротивление трансформатора [4, 5]:

$$R_T = \Delta P_K \frac{U_{НОМ}^2}{S_{НОМ}^2}. \quad (5)$$

Активные (P_T) и реактивные (Q_T) нагрузки трансформаторов в течение T не остаются постоянными, а изменяются в соответствии с реальным графиком нагрузки потребителей, который может быть представлен состоящим из n одинаковых временных отрезков длительностью Δt , каждому из которых соответствуют определенные постоянные значения $P_{\Delta t}$ и $Q_{\Delta t}$. Исходя из этого для любого интервала Δt имеем:

$$\Delta W_x = \Delta P_x \Delta t, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{HT} &= \frac{P_{\Delta t}^2 + Q_{\Delta t}^2}{U_{НОМ}^2} \Delta P_K \frac{U_{НОМ}^2}{S_{НОМ}^2} \Delta t = \\ &= \Delta P_K \frac{S_{\Delta t}^2}{S_{НОМ}^2} \Delta t = \Delta P_K k_{\Delta t}^2 \Delta t, \end{aligned} \quad (7)$$

где $k_{\Delta t}$ – коэффициент загрузки трансформатора, равный отноше-

нию $S_{\Delta t}/S_{НОМ}$, где $S_{\Delta t}$ – полная нагрузка трансформатора за время Δt .

Таким образом, формула для определения технических потерь электроэнергии в трансформаторе $\Delta W_{\Delta t}$ будет выглядеть следующими образом:

$$\Delta W_{\Delta t} = \Delta P_x \Delta t + \Delta P_K k_{\Delta t}^2 \Delta t. \quad (8)$$

Определим $k_{\Delta t}$, соответствующий минимуму относительных технических потерь электроэнергии в трансформаторах.

В относительных единицах величина $\Delta W_{\Delta t}$ будет равна

$$\Delta W_{\Delta t} = \frac{\Delta P_x \Delta t}{k_{\Delta t}} + \Delta P_K k_{\Delta t} \Delta t. \quad (9)$$

Из условия

$$\frac{\delta \Delta W_{\Delta t}}{\delta k_{\Delta t}} = -\frac{\Delta P_x}{k_{\Delta t}^2} + \Delta P_K = 0 \quad (10)$$

получим, что

$$k_{\Delta t} = \sqrt{\Delta P_x / \Delta P_K}. \quad (11)$$

Из (11) следует важнейший вывод: для любой ступени графика нагрузки трансформатора длительностью Δt оптимальное значение (минимум) относительных технических потерь электроэнергии в трансформаторе достигается в том случае, когда нагрузочные потери в его обмотках равны потерям холостого хода. Наиболее выгодная загрузка трансформатора $k_{\Delta t}$ (далее $k_{\Delta W}$) в этом случае равна отношению $\Delta P_x / \Delta P_K$, которое для современных типов трансформаторов составляет

Таблица 2. Исходные данные и результаты расчета потерь в трансформаторах распределительных электрических сетей 0,38–10 кВ

$S_{НОМ}$, кВА	ΔP_x , кВт	ΔP_K , кВт	$k_{\Delta W}$, о.е.	P_2 , кВт	ΔW_T , %
16	0,085	0,440	0,43	5,50	3,00
25	0,115	0,600	0,44	8,80	2,55
40	0,155	0,880	0,42	13,44	2,25
63	0,220	1,280	0,41	20,66	2,09
100	0,270	1,970	0,37	29,66	1,80
160	0,410	2,600	0,40	51,20	1,58
250	0,580	3,700	0,40	80,00	1,43
400	0,830	5,400	0,39	124,80	1,31
630	1,240	7,400	0,41	206,64	1,19
Среднее значение	0,43	2,7	0,40	60,07	

Примечания:

1. $P_2 = k_{\Delta W} S_{НОМ} \cos \varphi_2$; значение $\cos \varphi_2$ принято равным 0,8.

$$2. \Delta W_T \% = \frac{2 \Delta W_x 10^2}{W_{гв}} = \frac{2 \Delta P_x T 10^2}{P_2 T + 2 \Delta P_x T}$$

примерно 40 % [8]. При любой другой нагрузке уровень относительных технических потерь электроэнергии в трансформаторе всегда будет больше: при загрузке менее 40 % – из-за преобладания потерь холостого хода над нагрузочными, при нагрузке более 40 % – наоборот.

Исходные данные и результаты расчета оптимальных (минимальных) значений суммарных относительных значений технических потерь электроэнергии в двухобмоточных трансформаторах распределительных сетей приведены в таблице 2.

Примечательно, что оптимальное значение коэффициента загрузки трансформатора ($k_{\Delta W} = 40\%$), определяющее минимум относительных технических потерь в нем, соответствует и максимуму КПД (η) трансформатора [9]:

$$\eta = P_2/P_1, \quad (12)$$

где P_1 – активная мощность на входе трансформатора:

$$P_1 = P_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\text{нт}}. \quad (13)$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\text{нт}}} 100\% = \left(1 - \frac{\Delta P_x + \Delta P_{\text{нт}}}{P_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\text{нт}}}\right) 100\%. \quad (14)$$

Имея в виду, что

$$P_2 = k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2,$$

а

$$\Delta P_{\text{нт}} = \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2,$$

получим:

$$\eta = 1 - \frac{\Delta P_x + \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2}{k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2}. \quad (15)$$

Возьмем от КПД трансформатора первую производную $\delta\eta/\delta k_{\Delta W}$ (формулы (16) и (17) представлены на рис. 3).

Из числителя формулы (17) видно, что

$$\Delta P_x = k_{\Delta W}^2 \Delta P_{\kappa},$$

то есть

$$k_{\Delta W} = \sqrt{\Delta P_x / \Delta P_{\kappa}}. \quad (18)$$

Это означает, что максимальное значение КПД трансформатора достигается при такой же нагрузке, при которой переменные (нагрузочные) потери в трансформаторе равны его постоянным потерям. Из изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Двухобмоточные трансформаторы являются весьма эффективными электротехническими устройствами – по данным таблицы 2 их максимальный КПД равен 97–98,8 %.

2. Оптимальный уровень относительных технических потерь электроэнергии в двухобмоточных трансформаторах 6(10)/0,4 кВ колеблется в очень небольших пределах – от 1,19 до 3 % (табл. 2) и достигается при их сорокопроцентной загрузке. При любой другой нагрузке относительные потери в трансформаторах всегда будут больше.

3. Идеальным с точки зрения минимума относительных технических потерь электроэнергии является режим работы трансформатора с равномерным графиком нагрузки.

4. Оптимальные значения (минимум) относительных технических потерь в трансформаторах целесообразно использовать при оценке и анализе резервов по снижению потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях энергосистем на основе сравнения фактических потерь с оптимальными.

Список литературы

1. Инструкция по расчету и обоснованию нормативов расхода электроэнергии на ее передачу по электрическим сетям: СТП 09110.09.455-11: утв. ГПО «Белэнерго» 28.12.2011. – Минск: Минэнерго Респ. Беларусь, 2013. – 44 с.
2. Кобец, Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе конвенции Smart Grid / Б.Б. Кобец, Н.О. Волкова. – М.: Энергия, 2010. – 207 с.
3. Бернд, М.М. Инновационная техника для интеллектуальных электрических сетей Smart Grid / М.М. Бернд // Энергетика. – 2010. – № 11. – С. 9–15.
4. Фурсанов, М.И. Основы проектирования энергосистем: учеб. пособие для студентов энергетических специальностей в 2 ч. / М.И. Фурсанов, В.Т. Федин. – Минск: БНТУ, 2010. – Ч. 2. – 203 с.
5. Фурсанов, М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М.И. Фурсанов. – Минск: Белэнергобережение, 2005. – 207 с.
6. Фурсанов, М.И. Определение оптимальных коэффициентов загрузки трансформаторов распределительных сетей в условиях эксплуатации / М.И. Фурсанов, Н.С. Петрашевич // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – Энергетика: международный научно-технический журнал. – 2012. – № 4. – С. 9–17.
7. Фурсанов, М.И. Об оптимальных режимах работы силовых трансформаторов / М.И. Фурсанов, В.Н. Радкевич // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – Энергетика: международный научно-технический журнал. – 2008. – № 2. – С. 32–38.
8. Силовые трансформаторы: каталог Минского электротехнического завода имени В.Н. Козлова. – Минск, 2007. – 76 с.
9. Костенко, М.П. Электрические машины: учебник для энергетических и электротехнических вузов и факультетов / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. – М.; Л.: Энергия, 1964. – 544 с. с рис.

$$\eta = \frac{k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2}, \quad (16)$$

$$\frac{\delta\eta}{\delta k_{\Delta W}} = \frac{S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 (k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \Delta P_x + k_{\Delta W}^2 \Delta P_{\kappa}) - (S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + 2k_{\Delta W} \Delta P_{\kappa}) k_{\Delta W}^2 S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{(k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2)^2} =$$

$$= \frac{\Delta P_x S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 k_{\Delta W} \Delta P_{\kappa} - 2S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2}{(k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2)^2} =$$

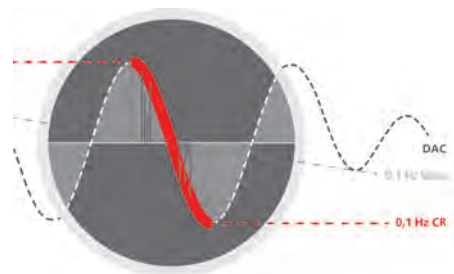
$$= \frac{S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 (\Delta P_x - \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2)}{(k_{\Delta W} S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \Delta P_x + \Delta P_{\kappa} k_{\Delta W}^2)^2} = 0. \quad (17)$$

Рис. 3. Формулы (16) и (17)

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 50 HZ SLOPE

А. ГЛИЖИН, отдел продаж в страны СНГ, Megger, Баунах, ФРГ
О. СТЕНЬКО, представительство Себа Динатроник (SebaKMT), Минск, Республика Беларусь

Эффективное функционирование большинства отраслей народного хозяйства невозможно без надежной работы кабельных линий (КЛ) среднего и низкого напряжения. Обеспечение бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией – важнейшая задача энергетиков, которая в разных странах решается по-разному. Особую роль в ее решении играют методы диагностики силовых кабелей.



Логотип технологии 50 Hz Slope

В странах постсоветского пространства традиционно практикуются планово-профилактические испытания, при которых силовые кабели подвергаются воздействию повышенного (до 6 раз) напряжения [1, 2]. Опыт показывает, что такие классические методы не только не гарантируют дальнейшую бесперебойную работу КЛ, но часто приводят к сокращению службы кабеля. Особенно это касается кабелей с длительным сроком эксплуатации, испытания которых повышенным напряжением:

- приводят к более высокому, по сравнению с эксплуатацией при рабочем напряжении, стрессу для изоляции КЛ, что негативно сказывается на продолжительности их службы;

- не позволяют оценить степень старения или снижения электрической прочности изоляции, то есть, по сути, не дают никакой дополнительной информации, кроме той, что на момент испытания прочность изоляции была достаточной, чтобы выдерживать повышенное напряжение.

Повысить надежность работы кабельной сети возможно либо за счет замены всех отработавших свой ресурс КЛ, что потребует значительных капиталовложений, либо путем внедрения новой техники и технологий (неразрушающих методов диагностики), дающих возможность выявить отдельные проблемные места в КЛ либо

сделать вывод о непригодности всего кабеля и осуществить его замену.

На протяжении более 30 лет все большее распространение в мире получает диагностика частичных разрядов (ЧР)*, как щадящий метод, позволяющий эксплуатирующей организации получить максимум информации о состоянии кабеля.

Мировым лидером в производстве и продаже оборудования для диагностики ЧР является компания SebaKMT (в настоящее время входит в группу компаний Megger), которая уже на протяжении нескольких десятков лет занимается разработкой и производством оборудования для диагностики КЛ.

Основным условием, имеющим решающее значение для достоверности диагностики методом ЧР, является максимальное приближение частоты испытательного напряжения к рабочей частоте сети, то есть к 50 Гц. До недавнего времени этому критерию наи-

более полно отвечала технология затухающего переменного напряжения DAC (Damped Alternative Current), при которой частота испытательного напряжения находится в диапазоне 20–600 Гц. В Республике Беларусь диагностические системы, основанные на этой технологии, успешно эксплуатируются в ОАО «Белэлектромонтажладка», РУП «ПО «Белоруснефть», Белорусский газоперерабатывающий завод, ОАО «Мозырский НПЗ».

Высоких практических результатов в применении данной технологии достигли в филиале «Могилевские электрические сети» РУП «Могилевэнерго» [3], где система диагностики ЧР используется с декабря 2012 года. Благодаря применению методики, разработанной совместно со специалистами компании Megger, работникам филиала удалось значительно снизить количество аварийных отключений, а также своевременно определить проблемные участки КЛ 6–10 кВ. Методика по-

«Напряжение возникновения ЧР и их концентрация очень сильно зависят от частоты испытательного напряжения»
VWEW-Kabelhandbuch

Источник диаграммы:
E.ON, Importance of voltage type equivalence. VWEW Infotag 2004



Напряжение возникновения ЧР

зволяет заблаговременно планировать замену и реконструкцию таких участков, а также обеспечивать эффективный контроль качества строительно-монтажных работ.

Однако немецкие разработчики не остановились на достигнутом и представили на мировом рынке еще одну, совершенно новую, технологию 50 Hz Slope (на диаграмме обозначается как 0,1 Hz CR). Особенность данной технологии компании Megger заключается в использовании испытательного напряжения 0,1 Гц косинусно-прямоугольной формы.

Данная форма испытательного напряжения характеризуется большой испытательной емкостью, позволяющей испытывать КЛ очень большой протяженности или несколько фаз одновременно. Эти достоинства перешли и к новой технологии 50 Hz Slope. При этом измерение ЧР осуществляется только во временном промежутке изменения полярности напряжения, то есть в частотном диапазоне 20–600 Гц*. Практические измерения и научные исследования подтверждают, что процессы, происходящие в кабеле при этих частотах, фактически идентичны процессам, происходящим в КЛ при рабочей частоте.

Таким образом, мы видим, что технология 50 Hz Slope, как и технология DAC, позволяет получить ре-



Система диагностики MV DAC 30

альное представление о состоянии КЛ всех типов кабельной изоляции.

Нельзя не упомянуть такой важный аспект, как анализ полученных результатов. Это очень ответственная часть работы, которую специалисты компании Megger значительно облегчили благодаря разработке уникального программного обеспечения PD Detector (уже русифицировано). Оператор получает информацию о состоянии КЛ в виде постоянно обновляющейся карты ЧР непосредственно в режиме измерения. А после окончания измерения ему остается только распечатать отчет со своими комментариями.

Все вышеперечисленные технологические новинки от компании Megger реализовались в виде широкой палитры испытательно-диагностических продуктов для решения любых задач. Это может быть либо система диагностики ЧР, например MV DAC 30, либо испытательно-диагностические системы различных форм испытательного напряжения, такие как TDS NT 40/60 или TDM 45-TE-TD. Последняя испытательно-диагностическая система является уникальной, не имеющей аналогов в мире. Она позволяет генерировать испытательные постоянное напряжение, переменное напряжение 0,1 Гц косинусно-прямоугольной и синусоидальной формы, а также осуществлять измерения ЧР с помощью нескольких технологий (DAC, 50 Hz Slope, 0,1 Гц Sinus). Данная система также выполняет измерение тангенса угла диэлектрических потерь tg δ.

Использование любого из перечисленного оборудования в самые краткие сроки позволит энергоснабжающей организации получить информацию о состоянии КЛ, значительно снизить количество их выходов из строя, эффективно планировать мероприятия по ремонту и реконструкции, а так же затраты на их реализацию. Приобретение оборудо-



Система диагностики TDM 45-TD-PD

вания компании Megger не только повысит надежность работы электрических сетей, но и даст возможность осуществить разумные инвестиции в будущее.

** Изменение полярности происходит не мгновенно, а по кривой, по форме пропорциональной половине синусоидального сигнала, расположенного между двумя амплитудными значениями противоположной полярности. Скоростные параметры изменения полярности близки к параметрам, имеющим место при промышленной частоте 50 Гц (как правило, частота находится в пределах 20–600 Гц).*

Список литературы

1. ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электрической энергии. Нормы приемосдаточных испытаний», п. 4.4.29.3 «Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока».
2. СТП 09110.20.336-08 «Нормы и объем испытаний электрооборудования Белорусской энергосистемы», п. 32.2 «П, К, М. Испытание изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением».
3. Боровский, А.Н. Опыт внедрения новых методов диагностики кабельных линий электропередачи / А.Н. Боровский // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 1 (49). – С. 27–31.

Megger^R

Себа Динатроник Беларусь

ул. Тимирязева, 65 Б, офис 1205, 220035, Минск

тел.: +375 (17) 290 8512

факс: +375 (17) 290 8407

Для получения более подробной информации по диагностическим системам Megger, а также коммерческого предложения на оборудование обращайтесь в компанию Megger или в Представительство нашей компании в Республике Беларусь:

СЛЕДУЯ МЕЖДУНАРОДНЫМ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

По итогам VIII Международной специализированной выставки и конференции «Атомэкспо – Беларусь 2016»

19–21 апреля в Минске прошла Международная выставка и конференция «Атомэкспо – Беларусь 2016», на которой традиционно обсудили вопросы развития атомной энергетики в Республике Беларусь и реализации проекта строительства Белорусской АЭС.

Мероприятие проводится уже в восьмой раз и за это время зарекомендовало себя как крупнейший выставочный проект, играющий особую роль в развитии и популяризации атомной энергетики в Беларуси. Почетным гостем в этом году стал генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano. В церемонии официального открытия выставки и конференции также приняли участие заместитель Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко, Министр энергетики Беларуси В.Н. Потупчик, заместитель Министра энергетики Беларуси М.И. Михадюк, первый заместитель генерального директора госкорпорации «Росатом» А.И. Локшин и др.

В приветственном слове к участникам «Атомэкспо – Беларусь 2016» глава Международного агентства по атомной энергии подчеркнул, что Беларусь является важным партнером МАГАТЭ, причем не только в деле развития ядерной энергетики, но и в целом в сфере применения мирного атома. Белорусскую АЭС гендиректор организации назвал одним из самых успешных проектов создания атомной генерации в странах, которые вступают на путь развития у себя технологий мирного атома, отметив при этом, что

Беларусь четко выполняет все рекомендации экспертов МАГАТЭ по совершенствованию своей инфраструктуры атомной энергетики.

Заместитель Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко, открывая выставку, констатировал, что с самого начала, от идеи строительства атомной станции и до фактической реализации этого проекта, Беларусь следовала и будет следовать рекомендациям МАГАТЭ. В.И. Семашко подчеркнул значение строительства АЭС для роста промышленного, технологического и научного потенциала Беларуси, а также для повышения ее энергетической безопасности. Реализация проекта идет по плану: предполагается к концу 2018 года ввести первый энергоблок, к середине 2020-го – второй. В процесс активно вовлекаются белорусские организации, силами которых по результатам прошлого года выполнено более 80 % строительно-монтажных работ.

Деловая программа мероприятия включала конференцию с проведением пленарного заседания и круглых столов, где основными темами обсуждения стали инновационные технологии для различных отраслей промышленности, общественная приемлемость

атомной энергетики, развитие ядерной инфраструктуры, строительные технологии, материалы, оборудование, применяемые при сооружении АЭС, современные приборы и оборудование для АЭС и атомной промышленности.

В этом году помимо традиционных мероприятий в рамках выставки была организована программа для школьников 6–10 классов «Три дня вместе с будущим» в формате просветительского квеста. Кроме того, в выставочной экспозиции была представлена фотовыставка «Природа вокруг АЭС» венгерского фотохудожника Винце Балинта.

Освещали событие более 60 представителей СМИ из Беларуси, России, Украины, Франции, Венгрии, Польши, Чехии, Литвы и Финляндии. Среди информационных партнеров выставки официальный журнал Минэнерго Беларуси «Энергетическая стратегия». В этом году в выставке приняли участие более 80 компаний из Беларуси, России и Украины.

Министерство энергетики Республики Беларусь на выставке было представлено ГП «Белорусская АЭС» и организациями, входящими в состав ГПО «Белэнерго»: ОАО «Белэлектромонтажладка», ОАО «Белэнерго-ремналадка», ОАО «Центроэнерго-монтаж».

Участники форума подчеркнули актуальность мероприятия. «Атомэкспо – Беларусь» позволила продемонстрировать новейшие технологии проектирования, строительства, безопасной эксплуатации АЭС, послужила обеспечению эффективных поставок оборудования для сооружения Белорусской АЭС, а также формированию в Беларуси системы подготовки кадров для атомной отрасли.

Анна НИКИТИНА



НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ТОРФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Интервью с директором проектного научно-исследовательского республиканского унитарного предприятия «НИИ Белгипрогаз» Д.Р. Морозом

В структуре ГПО «Белтопгаз» создана новая организация – «НИИ Белгипрогаз». Предприятие образовано путем присоединения РУП «Белниитоппроект» к РУП «Белгипрогаз». Возглавил ее кандидат технических наук, доцент Денис Равильевич Мороз, проявивший себя в должности директора «Белгипрогаза» как деятельный, инициативный и грамотный руководитель. Под его руководством предприятие за два года смогло выйти в разряд преуспевающих. Как удалось этого добиться, какие задачи стоят перед новой организацией на нынешнем этапе, каковы перспективы ее развития? Об этом корреспондент журнала беседует с директором государственного предприятия «НИИ Белгипрогаз» Д.Р. Морозом.

– Еще недавно РУП «Белгипрогаз», которое Вы возглавляли до нового назначения, переживало далеко не лучшие времена. За последние два года, несмотря на углубление макроэкономических проблем, положение предприятия кардинально изменилось. Как удалось этого добиться?

– Ситуацию помогло преломить принятое в 2014 году на уровне Министерства энергетики решение о реструктуризации системы ГПО «Белтопгаз», в результате которой в каждом областном центре и в г. Бобруйске на базе проектных подразделений газоснабжающих организаций были созданы филиалы РУП «Белгипрогаз». Благодаря этому институт получил новые возможности для развития. Важнейшим положительным моментом стало то, что при поддержке Министерства энергетики и ГПО «Белтопгаз» все работы по проектированию систем газораспределения стали направляться в «Белгипрогаз», который начал приобретать статус по-настоящему головного отраслевого проектного института.

Благодаря реорганизации за счет образования филиалов численность

сотрудников предприятия возросла почти в два раза – до 411 человек. Это позволило сконцентрировать под единым управлением серьезный кадровый и интеллектуальный потенциал, способный качественно выполнять проекты любой сложности. Определяющим фактором успеха стало создание команды единомышленников, без которой невозможно было бы сделать все то, что было сделано. Мы понимали, что сохранение и развитие этого потенциала – важнейшая задача, от решения которой во многом зависело перспективное развитие предприятия. К сожалению, в период 2013–2014 годов на предприятии наблюдался значительный отток кадров, основной причиной которого был низкий уровень заработной платы.

Эту проблему нужно было решать, и первым шагом на этом пути стало изменение подхода к распределению заработной платы. Мы сделали акцент на стимулировании тех, кто непосредственно приносит доход предприятию. Это, по большому счету, и ранее было прописано в коллектив-



Д.Р. МОРОЗ, директор государственного предприятия «НИИ Белгипрогаз»

ном договоре, но в полной мере не реализовывалось. В договор были внесены некоторые изменения, которые позволили данному механизму эффективно заработать.

Весь 2014 год мы посвятили формированию маркетинговой стратегии. Предприятие стало активно участвовать в тендерах. Причем мы стараемся принимать участие во всех конкурсах, касающихся работ, с которыми мы потенциально можем справиться. Для сравнения: в 2014 году РУП «Белгипрогаз» приняло участие в 117 тендерах, в 2015-м эта цифра увеличилась в 5 раз – до 654 тендеров. Из них мы выиграли, на первый взгляд, небольшой объем – 25–30 %, но этого достаточно, чтобы наши основные подразделения были обеспечены работой в полной мере и предприятие, соответственно, получало прибыль.



Производственное совещание ГПО «Белтопгаз» на базе РУП «Белгипрогаз»

Все это позволило нам существенно поднять уровень оплаты труда наших сотрудников (если в 2013 году среднемесячная заработная плата по предприятию составляла 5,5 млн рублей, то в 2015-м – 10,8 млн рублей) и достичь хорошего показателя рентабельности.

– Расскажите об основных направлениях деятельности вновь созданного предприятия, которые Вы планируете развивать.

– «НИИ Белгипрогаз» продолжит развивать направления, которые составляли основу деятельности РУП «Белгипрогаз», специализировавшегося на проектировании систем и объектов газоснабжения, и РУП «Белниитоппроект», выполнявшего проектно-изыскательские работы в сфере торфяной промышленности.

Хочу подчеркнуть, что РУП «Белгипрогаз» представляло собой головную проектную организацию по развитию систем газоснабжения и эффективно развивалось в этом направлении. Именно наши специалисты так или иначе причастны к реализации проектов строительства практически всех значимых для страны объектов, начиная от атомной электростанции и заканчивая взлетно-посадочной полосой Национального аэропорта.

По нашим проектам построены и введены в эксплуатацию тысячи километров газораспределительных и магистральных трубопроводов, десятки автомобильных газозаправочных станций, газифицированы города и другие населенные пункты Республики Беларусь. Специалистами РУП «Белгипрогаз» были разработаны градостроительные проекты специального назначения – схемы

газоснабжения городов Витебска, Гомеля, Гродно, Бреста, Могилева, Барановичей, Мозыря. Новым направлением для предприятия в 2015 году стало участие в реконструкции жилищного фонда.

Среди реализованных проектов хочется отдельно назвать разработку перспективной схемы развития системы газоснабжения г. Минска и городов-спутников, так как это важная и достаточно сложная работа, имеющая республиканское значение.

Кроме того, в настоящее время под эгидой инновационного фонда Министерства энергетики специалистами отдела геодезических и геологических изысканий предприятия ведется научно-исследовательская работа «Геоэкологическое обоснование трассы газопровода на основе мультиспектральных космических снимков». Уже разработаны все математические модели и подходы, и проект проходит стадию апробации.

Следует отметить, что сегодня основным нашим заказчиком остаются газоснабжающие организации, входящие в состав ГПО «Белтопгаз». Тем не менее мы стараемся не ограничиваться только этими работами и находимся в постоянном поиске потенциальных партнеров, а также нацелены на освоение новых направлений деятельности и расширение перечня предлагаемых услуг.

– Известно, что РУП «Белгипрогаз» активно работало с зарубежными организациями. Останется ли это направление деятельности приоритетным в условиях функционирования новой организации?

– Несомненно, все хорошее, что было достигнуто РУП «Белгипрогаз»,

мы планируем развивать и дальше. Институт всегда уделял значительное внимание экспорту услуг, имел все необходимые лицензии, разрешительные документы, позволяющие осуществлять деятельность не только на территории Беларуси, но и за ее пределами.

В 2015 году нашим основным зарубежным партнером стала российская компания «БелЭнергоПроект», реализующая проекты на территории Республики Беларусь. В рамках этого сотрудничества был завершен проект 1-й очереди строительства и ввода в эксплуатацию энерготехнологических установок мощностью 11,8 МВт по ул. Минское шоссе в г. Бобруйске. Также необходимо отметить взаимодействие с петербургским институтом «Ленаэропроект», выполняющим работы по проектированию второй взлетно-посадочной полосы Национального аэропорта «Минск».

Кроме того, в 2015 году РУП «Белгипрогаз» в консорциуме с казахстанской проектно-исследовательской компанией «КАТЭК» выиграло тендер на выполнение проектных работ по строительству магистрального газопровода «Сарыарка» в Республике Казахстан. К сожалению, в настоящее время из-за финансовых трудностей в Казахстане реализация данного проекта приостановлена, однако мы ожидаем, что в обозримом будущем он получит развитие и специалисты нашего нового предприятия продолжат его осуществление.

Выходу на потенциальных деловых партнеров в значительной мере способствует участие в международных выставках и форумах. В прошлом году мы представили свою рекламную продукцию и провели ряд двусторонних деловых встреч на XXII международной выставке «CASPIAN OIL & GAS – 2015» в Баку. Кроме того, в составе делегации ГПО «Белтопгаз» я посетил IV международный форум по энергоэффективности и энергосбережению «ENES-2015» в Москве. Немало контактов наработано в рамках участия в Белорусском международном энергетическом и экологическом форуме «Energy Expo» и VII Международной специализированной выставке «Человек и безопасность», проходивших в прошлом году в Минске.

В конце марта этого года в составе делегации Минэнерго Беларуси в рамках визита белорусских энергетиков в г. Ашхабад я участвовал в переговорах с представителями Министерства энергетики Туркменистана, государственных концернов «Туркменэнерго» и «Туркменгаз», в ходе которых удалось наметить перспективы взаимовыгодного сотрудничества.

Все эти наработки будут использованы для эффективной деятельности нашей новой организации в области развития сотрудничества с зарубежными организациями.

– У Вас большой опыт в формировании конкурентоспособности предприятия. Как Вы считаете, сможет ли новое предприятие сохранить ту степень конкурентоспособности, которая была заложена еще в РУП «Белгипрогаз»?

– Мы придерживаемся такой позиции: для того чтобы соответствовать высоким требованиям заказчика по качеству и срокам выполнения работ, предприятие должно быть на острие современных технологий и техники. Именно поэтому дополнительные ресурсы, которые у нас появляются, мы стараемся направить не на потребление, а на дальнейшее развитие, уделяя внимание улучшению материальной базы предприятия, модернизации локальной вычислительной сети, обновлению компьютерного оборудования и, конечно же, внедрению новых современных технологий.

Выйти на качественно новый уровень в проектировании нам позволит переход на BIM-технологии с исполь-

зованием программного обеспечения Civil 3D. На сегодняшний день уже выпущены пилотные проекты, и мы планируем, что к концу 2016 года все наши проектировщики будут работать, используя данную технологию.

Мы понимаем, что результат выполнения того или иного заказа напрямую зависит от уровня профессионализма и компетенции специалистов, и со всей ответственностью подходим к вопросам повышения квалификации и обучения персонала. В 2014 году свою квалификацию повысили 77 наших сотрудников, в 2015-м – 71, и мы планируем продолжить эту тенденцию.

На нашем предприятии работает много молодежи (треть коллектива – сотрудники от 18 до 31 года). В период, когда нужно было заполнять кадровые пробелы, мы активно приглашали на работу молодых специалистов и в настоящее время всячески стараемся поддерживать их. Такая позиция, на мой взгляд, оправдывает себя. Молодежь сегодня хорошо понимает условия существования на современном рынке и легко подхватывает новые веяния. Инициативность и открытость новым технологиям молодых кадров в сочетании с опытом и мудростью старшего поколения на выходе дают продукт высокого качества, что позволяет нам уверенно заявлять о себе на рынке услуг.

– Какие первоочередные задачи Вы ставите перед собой и коллективом на современном этапе развития предприятия?

– Первоочередной задачей для нас на сегодняшний день является

успешное прохождение этапа реструктуризации предприятия, в соответствии с приказом Министерства энергетики № 50 от 18 февраля 2016 года предполагающей присоединение к РУП «Белгипрогаз» РУП «Белниитопроект».

Наше новое предприятие должно стать так называемой интеллектуальной базой для ГПО «Белтопгаз», центром обработки информации и помощи в принятии управленческих решений. Здесь будет создано научное подразделение, призванное решать комплекс научных, проектных проблем, вопросов инноваций в отрасли.

Мы серьезно нацелены на расширение направлений деятельности организации. Для этого в конце 2015 года получили аттестат на проведение исполнительной съемки газораспределительных сетей, а сейчас прорабатываем вопрос получения аттестата на выполнение функций заказчика. В Беларуси этот рынок в настоящее время не до конца сформирован, поэтому у нас есть большой шанс занять новую нишу. Кроме того, мы ведем работу по получению аттестатов соответствия на обследование зданий и сооружений.

По большому счету, все задачи подчинены единой стратегической цели – создать по-настоящему уважаемый институт, который будет доминирующим на рынке услуг по проектированию в сфере газораспределения и торфяной промышленности.

Подготовила Анна НИКИТИНА



Коллектив РУП «Белгипрогаз» на выездном корпоративном мероприятии

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

В целях обеспечения одного из основных видов деятельности, осуществляемых ГПО «Белтопгаз» (проектирование и строительство газовых сетей и систем, других инженерных сооружений, различные виды строительного-монтажных работ), специалистами объединения разрабатывается технология контроля качества работ при строительстве и реконструкции газопроводов с использованием полиэтиленовых труб.

Нормативное обеспечение расширения области применения полиэтиленовых труб в системах газоснабжения

Нормативная база Республики Беларусь на пути гармонизации с мировыми и европейскими стандартами претерпела ряд позитивных изменений, способствующих реальному развитию полиэтиленовых технологий, применяемых в строительстве газораспределительных систем. Пришло время сделать этот шаг в отношении требований, предъявляемых к технологии контроля качества работ при строительстве газопроводов с использованием полиэтиленовых труб.

До настоящего времени эта сфера деятельности регулировалась СТБ 2069-2010 «Строительство. Монтаж газопроводов из полиэтиленовых труб. Контроль качества работ», стандартом ГПО «Белтопгаз» СТП 03.30-2011 «Проектирование, строительство и эксплуатация полиэтиленовых газопроводов с давлением от 0,6 до 1,0 МПа».

За последнее время республике удалось значительно продвинуться в решении задачи нормативного обеспечения применения полиэтиленовых труб в системах газоснабжения. Были приняты ТКП 45-4.03-267-2012 «Газо-

распределение и газопотребление. Строительные нормы проектирования» [2], ТКП 45-4.03-257-2012 «Газопроводы из полиэтиленовых труб. Правила проектирования и монтажа» [3], а также изменения № 1 к ним, утвержденные 1 ноября 2015 года.

Благодаря принятию этих технических нормативных правовых актов область применения полиэтиленовых труб в системах газоснабжения расширилась. Так, п. 13.5.2 [2] гласит, что «наружные газопроводы паровой фазы СУГ низкого давления подземной прокладки допускается предусматривать из полиэтиленовых труб ПЭ 80 и ПЭ 100», а не только из стальных труб [2]. Данное положение гармонизировано с мировыми, европейскими и российскими нормами в области газоснабжения [1].

В связи с принятием изменения № 1 к [2] полиэтиленовые трубы теперь могут использоваться для прокладки межпоселковых газопроводов с максимальным рабочим давлением 1,2 МПа.

Появился и ряд технических условий на изделия, принятых в последнее время. Так, газоснабжающими организациями разработаны ТУ на неразъемные соединения полиэтиленовых труб со стальными для газопроводов, организациями – изготовителями полиэтиленовых труб –



В.И. ПОЛЯКОВ,
к.х.н., доцент
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»



О.Е. ПОЛЯКОВА,
старший преподаватель БНТУ



В.М. РУСЬ,
начальник управления
систем газоснабжения
ГПО «Белтопгаз»

на детали соединительные из полиэтилена для газопроводов [4].

В то же время необходимо констатировать, что в нормативной базе Беларуси отсутствуют технические условия, сопоставимые по области применения с российским стандартом ГОСТ Р 52779-2007 «Детали соединительные из полиэтилена для газопроводов. Общие технические условия», в котором определены требования к деталям, предназначенным для соединения элементов газопроводов, транспортирующих горючие газы при максимальном рабочем давлении до 1,2 МПа, сваркой встык нагретым инструментом или сваркой деталями с закладными электронагревателями (ЗН).

Требования к технологии контроля качества работ при строительстве газопроводов с использованием полиэтиленовых труб

Современный уровень научно-технических требований к технологии контроля качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов в целом устанавливается, например, российским СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов». Однако данный документ содержит требования по проведению неразрушающего контроля сварных стыковых соединений ультразвуковым методом, которые явно не стоит переносить на белорусскую почву.

Российским стандартом ГОСТ Р 54792-2011 «Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка» устанавливаются требования для допустимых дефектов сварных соединений труб номинальным диаметром не более 160 мм, выявляемых внешним осмотром и измерениями. Установленные пределы столь широки, что национальным органам технического надзора может потребоваться дополнительное обоснование для приемочного контроля сварных соединений полиэтиленовых труб, содержащих допустимые дефекты.

В соответствии со СНиП 3.05.02-88 «Газоснабжение», более чем десять лет назад отмененными в России, но дей-

ствующими в Республике Беларусь, и отраслевым «Технологическим регламентом на строительство газопровода из полиэтиленовых труб» контроль качества сварных стыковых соединений внешним осмотром и измерениями содержит требования к сварным швам полиэтиленовых труб марки ПЭ 63, не применяемых в газораспределительных системах Беларуси в настоящее время. Для сварных соединений деталями с ЗН применение разрушающих методов контроля (испытаний на сплющивание или отрыв) национальными нормами не предусматривается.

В настоящее время требования, применяемые при испытании газопроводов на прочность и герметичность, установлены СНиП 3.05.02-88 «Газоснабжение». Однако идеология испытаний безнадежно устарела и для стальных российских газопроводов заменена на новую, которая определена СНиП 42-01-2002 «Газораспределительные системы». Но и в обновленном российском документе не представлено удовлетворительной технологии испытаний на прочность и герметичность для полиэтиленовых газопроводов.

Приведенные факты свидетельствуют о необходимости разработки национальной технологии контроля качества работ при строительстве газопроводов с использованием полиэтиленовых труб. Технология должна соответствовать требованиям «Правил промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь», ТКП 45-4.03-257-2012 «Газопроводы из полиэтиленовых труб. Правила проектирования и монтажа» [3], СТБ 2069-2010 «Строительство. Монтаж газопроводов из полиэтиленовых труб. Контроль качества работ», стандарта ГПО «Белтопгаз» СТП 03.30-2011 «Проектирование, строительство и эксплуатация полиэтиленовых газопроводов с давлением от 0,6 до 1,0 МПа».

Особенности технологии контроля качества работ при строительстве газопроводов с использованием полиэтиленовых труб

Испытания на прочность и герметичность полиэтиленовых газопроводов в Республике Беларусь осущест-

вляются по технологии, применяемой для испытаний стальных трубопроводов, и не учитывают особенности релаксации напряжений в стенке полиэтиленовой трубы. При использовании такой технологии испытаний труба под давлением как бы «раздается» в размерах (ее диаметр увеличивается), что приводит к падению давления испытательной среды свыше разрешенного по СНиП 3.05.02 и к кажущейся негерметичности газопровода.

Предлагаемые для апробации технологии испытаний полиэтиленовых газопроводов на прочность и герметичность установлены в российском СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных труб (контроль расхода подкачиваемой воды)» и в австралийском стандарте AS/NZS 2566.2:2002 «Buried flexible pipelines. Part 2: Installation» (контроль скорости падения и «рикошета» давления).

Научная новизна разработки технологии контроля качества работ при строительстве газопроводов с использованием полиэтиленовых труб заключается в установлении:

- критериев контроля качества сварных соединений полиэтиленовых труб и соединительных деталей внешним осмотром и измерениями, механическими испытаниями на растяжение;
- обязательных и специальных методов контроля качества сварных соединений. Специальные методы применяются в случае необходимости подтверждения результатов обязательных методов, при проведении углубленных исследований и т.д.;
- новой методики пневматических испытаний законченного строительством полиэтиленового газопровода при его сдаче в эксплуатацию.

Методы и средства разрабатываемой технологии должны составить организационно-методическую основу для производства работ по прокладке трубопровода с использованием полиэтиленовых труб, которая позволяет обеспечить требуемый уровень качества и включает следующие мероприятия:

- проверку квалификации сварщиков;
- входной контроль качества принимаемых труб, соединительных деталей и синтетических материалов;

Таблица 1. Обязательные методы испытаний при проведении контроля качества сварных соединений

Метод испытаний	Способ сварки
Внешний осмотр	нагретым инструментом встык, деталями с ЗН
Испытание на осевое растяжение	нагретым инструментом встык
Пневматические испытания	нагретым инструментом встык, деталями с ЗН
Испытание на сплющивание	деталями с ЗН
Испытание на отрыв	деталями с ЗН (только для седловых отводов)

Таблица 2. Специальные методы испытаний при проведении оценки качества сварных соединений

Метод испытаний	Способ сварки
Испытание на статический изгиб	нагретым инструментом встык
Испытание при постоянном внутреннем давлении	нагретым инструментом встык, деталями с ЗН
Испытания на стойкость к удару	деталями с ЗН (только для седловых отводов)

– технический осмотр сварочных устройств (нагревательного инструмента, сварочного центратора, торцовки, блока питания, программного устройства, вспомогательного инструмента), а также другого технологического оборудования;

– систематический операционный контроль качества сборки под сварку и режимов сварки;

– визуальный контроль (внешний осмотр) сварных соединений и инструментальный контроль их геометрических параметров;

– механические испытания сварных соединений;

– пневматические испытания газопровода при его сдаче в эксплуатацию.

Перечень методов испытаний, предлагаемых в качестве обязательных при проведении контроля качества сварных соединений, полученных нагретым инструментом встык, а также соединительными деталями с закладными элементами, приведен в таблице 1.

Обязательным испытаниям подвергаются сварные соединения, выполняемые перед началом строительства газопроводов (допускные стыки), и соединения, отбираемые из числа стыков, сваренных каждым сварщиком на объекте строительства (контрольные стыки).

Перечень специальных методов испытаний, рекомендуемых к использованию при оценке качества сварных соединений, приведен в таблице 2.

Разработка технологии испытаний на прочность и герметичность для полиэтиленовых газопроводов будет основываться на практике испытаний, проводимых при апробации, а именно на методах:

– визуального контроля утечки по сварным соединениям;

– контроля расхода подкачиваемой воды;

– контроля скорости падения давления;

– контроля «рикошета» давления.

Ожидаемые результаты практической реализации разработки – это проведение приемочных испытаний соединений газопроводов неразрушающими и разрушающими методами контроля и пневмоиспытаний по разработанной технологии контроля качества работ на законченных строительством полиэтиленовых газопроводах систем газоснабжения Республики Беларусь.

Список литературы

1. Поляков, В.И. Полиэтиленовые трубы в системах газоснабжения Беларуси: расширение сферы их применения / В.И. Поляков, О.Е. Полякова, В.М. Русь // Энергетика и ТЭК. – 2011. – № 11.
2. ТКП 45-4.03-267-2012 Газораспределение и газопотребление. Строительные нормы проектирования. Изм. № 1 от 1 ноября 2015 г.
3. ТКП 45-4.03-257-2012 Газопроводы из полиэтиленовых труб. Правила проектирования и монтажа. Изм. № 1 от 1 ноября 2015 г.
4. ТУ ВУ 390353931.021-2014 Детали соединительные из полиэтилена литьевые для газопроводов. – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – 31.10.2014 г.

Готовятся к выпуску

- **Положение о порядке расчетов и внесения платы за жилищно-коммунальные услуги и платы за пользование жилыми помещениями государственного жилищного фонда (с изменениями и дополнениями)**
Изменения вступили в силу с 27 марта 2016 года.
- **Правила пользования газом в быту (с изменениями)**
Изменения вступили в силу с 27 марта 2016 года.
- **Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. ППБ Беларуси 01-2014 (с изменениями и дополнениями)**
Изменения вступили в силу с 1 мая 2016 года.
- **Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности» от 5 января 2016 года № 354-3**
Вступает в силу с 15 июля 2016 года.

ЗАКАЗАТЬ документ можно:

- в редакции по тел./факсу: (+ 375 17) 286-08-28
- на сайтах www.energystrategy.by, www.energodoc.by
- в специализированных книжных магазинах республики

РАЗРАБОТКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация

Надежная, безаварийная и экономичная работа энергетической системы является одной из составляющих энергобезопасности Беларуси. Эти обстоятельства определили цели и задачи Государственной научно-технической программы (ГНТП) «Разработка и организация производства конкурентоспособных устройств, техники, технологий, повышающих эффективность энергетического производства» («Энергетика-2015»). В статье рассматриваются результаты выполнения ряда заданий по основным направлениям программы.

Annotation

Reliable, faultless and cost-effective operation of power supply system is one of the components of energy security of Belarus. These circumstances determined tasks and objectives of the State Scientific and Technological Program (SSTP) "Design and arrangement of manufacture of competitive devices, equipment, technologies, improving power generation efficiency" ("Power Engineering-2015"). The article considers the results of the performance of range of tasks regarding major areas of the Program.

Статья поступила в редакцию 8 февраля 2016 года

Государственным заказчиком ГНТП «Энергетика-2015» выступало Министерство энергетики Республики Беларусь, головной организацией-исполнителем – ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» Национальной академии наук Беларуси, принимавшее участие в реализации программы наряду с Институтом физико-органической химии НАН Беларуси и отраслевыми организациями Минэнерго – РУП «БЕЛТЭИ», ОАО «Белэлектромонтажналадка» («БЭМН»), ОАО «Белэнергоремналадка» («БЭРН»).

В рамках ГНТП работы велись по следующим основным направлениям:

- модернизация и разработка импортозамещающего вспомогательного оборудования (диагностического, оборудования защит, автоматических систем управления технологическими

процессами) на базе современных микропроцессорных технологий;

- совершенствование процессов в энергетике на базе новых тепло-массообменных технологий;

- разработка энергосберегающего оборудования;

- программное и информационное обеспечение развития ТЭК.

Модернизация и разработка импортозамещающего вспомогательного оборудования

В рамках этого направления специалистами ОАО «БЭМН» были выполнены три задания, предусматривавшие разработку и организацию производства программно-технического комплекса регистратора ава-



О.Г. ПЕНЯЗЬКОВ,
академик, директор
Института тепло- и
массообмена имени
А.В. Лыкова НАН Беларуси



И.Г. ГУРЕВИЧ,
д.т.н., ведущий научный
сотрудник



З.С. ПАРХОМОВА,
заведующая отделом
научного сопровождения НТП



Рис. 1. Программно-технический комплекс регистратора аварийных ситуаций

рийных ситуаций (ПТК РАС) основного оборудования ТЭС, камер сборных одностороннего обслуживания 10 кВ (КСО 10 кВ) для автоматизации распределительных сетей и терминала электродуговой защиты (ТЭЗ) комплектных распределительных устройств 0,4–35 кВ.

Включение в программу задания № 6 по **разработке и организации производства программно-технического комплекса регистратора аварийных ситуаций (ПТК РАС) основного оборудования ТЭС** было обусловлено актуальностью оснащения основных агрегатов электростанций ГПО «Белэнерго» регистраторами аварийных ситуаций, выполненными согласно СТП 09110.35.123-08 (рис. 1). Внедрение таких регистраторов было предусмотрено планом мероприятий объединения, направленным на повышение надежности объектов Белорусской энергосистемы.

Научная новизна задания заключалась в разработке функциональных алгоритмов работы и программного обеспечения, позволяющих решать задачи регистрации аварийных ситуаций объектов ТЭС при оптимальном соотношении «цена-функциональность».

Созданный ПТК РАС обеспечивает:

- автоматическую диагностику всей системы;

- получение в заданные предаварийный, аварийный и послеаварийный интервалы времени информации о значениях технологических параметров, срабатывании устройств технологических защит и блокировок, состоянии запорной, отсечной и регулирующей арматуры и механизмов собственных нужд;

- архивацию обработанных и хронологически точно зафиксированных данных о состоянии оборудования, технологического процесса, а также о наиболее важных переключениях, выполняемых оперативным персоналом и автоматическими регуляторами с идентификацией источника воздействующего сигнала в аварийной ситуации и при ликвидации аварии;

- формирование аварийных файлов и документированных сообщений по каждому случаю возникновения аварийной ситуации;

- регистрацию четырех последовательно происходящих аварий (с возможностью программно изменять время послеаварийного периода);

- контроль (регистрацию) с периодом 10 мс до 128 дискретных сигналов и с периодом 100 мс – до 128 аналоговых сигналов.

ПТК РАС имеет стандартный интерфейс и протокол обмена, обеспечивающие стыковку с аппаратурой других производителей. Удобный пользовательский интерфейс предотвращает ошибки обслуживающего персонала.

Таким образом, ПТК РАС, укомплектованный контроллером КР-500РБ, является устройством, позволяющим непрерывно следить за состоянием технологического процесса и в случае возникновения аварийной ситуации автоматически переходить в режим регистрации и сохранения в энергонезависимые архивы хронологически точной информации о значениях технологических параметров в заданные предаварийные и послеаварийные интервалы времени.

Внедрение ПТК РАС позволит оперативно и достоверно выявлять источники аварийных ситуаций, причины их появления и развития, а также даст возможность объективно оценивать эффективность использования оборудования ТЭС и действий персонала в аварийных ситуа-

циях для последующего анализа и принятия оперативных решений по их ликвидации.

Включение в программу задания № 7 по **разработке и созданию производства камер сборных одностороннего обслуживания 10 кВ (КСО 10 кВ) для автоматизации распределительных сетей** было вызвано необходимостью отказа от комплектации трансформаторных подстанций устаревшей системой выключателей нагрузки и разъединителей с ручным управлением (рукояткой). Использование такой системы приводило к значительному недоотпуску электроэнергии при отключении и последующем поиске поврежденного в результате аварии участка сети. Создание КСО одновременно решало задачу импортозамещения, что при высоком спросе на подобное оборудование будет способствовать существенной экономии финансовых средств.

Созданная камера КСО-1-БЭМН предназначена для приема и распределения электрической энергии трехфазного тока частотой 50 Гц номинального напряжения 6–10 кВ для сетей с изолированной/заземленной через дугогасительный реактор или резистор нейтралью. Коммутацию токов нагрузки выполняет выключатель нагрузки с вакуумной дугогасительной камерой. Конструкция контактов и использование вакуума обеспечивают высокую износостойкость, как коммутационную (до 2000 циклов вкл./откл. до первого капитального ремонта), так и механическую (до 10 000 циклов вкл./откл.; рис. 2, 3).

Внедрение КСО-1-БЭМН совместно с оборудованием телемеханики позволяет сократить время локализации аварийного участка и восстановления питания потребителей с 2 часов до 10 минут, что обеспечивает заметный экономический эффект, получаемый за счет снижения недоотпуска электроэнергии и эксплуатационных затрат. Кроме того, повышается уровень безопасности труда при эксплуатации оборудования трансформаторных подстанций.

В рамках развития направления по модернизации и разработке импортозамещающего вспомогательного оборудования ОАО «БЭМН» было



Рис. 2. Восьмикамерный блок КСО-1-БЭМН



Рис. 3. Камера сборная одностороннего обслуживания 10 кВ

выполнено задание № 8 по **разработке и организации производства терминала электродуговой защиты (ТЭЗ) комплектных распределительных устройств 0,4–35 кВ** (рис. 4).

Включение в программу настоящего задания было связано с тем, что стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.01.2.104-07 «Нормы технического проектирования электрической части ПС переменного тока напряжением 35–750 кВ», действовавший на момент утверждения программы «Энергетика-2015», предусматривал комплектацию комплектных распределительных устройств (КРУ) 10 кВ устройствами дуговой защиты. Кроме того, создание ТЭЗ решало задачу импортозамещения в этой области.

ТЭЗ представляет собой модульную систему, состоящую из терминала дуговой защиты ТДЗ-24, модулей датчиков оптических (МДО-1), модулей оптоволоконных датчиков ДОК (датчиков дуги). Терминал выполняет следующие основные функции:

- обеспечение защиты ячеек КРУ и камер КСО электрических подстанций 0,4–35 кВ от коротких замыканий, сопровождаемых открытой электрической дугой;
- измерение и фиксация текущих параметров;
- выполнение команд дистанционного управления;
- передача информации в систему управления по интерфейсному каналу;
- осуществление непрерывного самоконтроля исправности.

Совершенствование процессов в энергетике на базе новых теплообменных технологий

В рамках данного направления Институтом физико-органической химии НАН Беларуси с привлечением специалистов ОАО «БЭРН» были выполнены два задания (№ 2 и № 3) по совершенствованию технологии водоподготовки. Актуальность их реализации обусловлена необходимостью повышения качества и снижения стоимости водоподготовительной технологии, то есть совершенствования показателей, непосредственно влияющих на надежность и экономичность работы энергетических котлов и тепловых сетей.

В рамках одного из этих заданий (№ 2) **разработан и изготовлен опытный образец водоочистой установки для удаления органических веществ из природных вод** (рис. 5).

Принцип действия установки основан на сорбционном поглощении ионогенных органических веществ специально разработанным волокнистым анионообменным материалом ФИБАН А-5W (ТУ ВУ 100185198.170-2014; рис. 6). Очистка осуществляется при фильтровании воды через тонкий слой органопоглощающего волокна в специально разработанных съемных и легко заменяемых картриджах. Установка работает в режиме сорбции–регенерации.

Использование автоматизированной очистной установки позволяет уменьшить содержание органических веществ в воде до допустимых значений по перманганатной окисляемости (3–5 мгО/л). При расположении данного оборудования перед установкой обратного осмоса первой ступени высокомолекулярные органические вещества будут оказывать на последнюю меньшее воздействие, в результате чего опасность отравления мембран установки снизится, а срок службы возрастет.

Преимущества установки с волокнистым органопоглотителем перед существующими аналогами, такими как адсорбционное устройство («Биотехпрогресс», Россия) и устройство с гранульным сорбентом (Water



Рис. 4. Терминал электродуговой защиты комплектных распределительных устройств 0,4–35 кВ



Рис. 5. Опытная водоочистная установка для удаления органических веществ из природных вод



Рис. 6. Картридж с нетканым полотном ФИБАН А-5W

Group, Финляндия), при одинаковой производительности (20 м³/ч) заключаются в следующем:

- используется на порядок меньший объем сорбента – 0,43 м³ (у аналогов – 6,8 и 3,0 м³ соответственно);
- обеспечивается на порядок более высокая объемная скорость прохождения воды – 1,6 мин⁻¹ (у аналогов – 0,03 и 0,11 мин⁻¹);
- происходит более быстрое восстановление работоспособности после регенерации;
- очищается до регенерации на порядок больший объем воды.

Новизна разработки подтверждена патентом Республики Беларусь № 17071 «Способ очистки воды от ионов железа и природных органических веществ» от 29 апреля 2011 года.

Установка смонтирована на Брестской ТЭЦ, введена в опытно-промышленную эксплуатацию и функционирует в соответствии с разработанным «Технологическим регламентом на процесс очистки воды от органических примесей с использованием волокнистых органопоглотителей (ОПР 100165198-101-2014)».

В ходе реализации задания № 3 ГНТП разработан и изготовлен опытный образец нанофильтрационной установки очистки поверхностных вод для нужд теплоэнергетики (рис. 7).

Установка предназначена для одностадийной очистки воды от органических соединений и солей жесткости на предприятиях энергетики и атомной промышленности. Принцип

действия установки основан на разделении исходной воды на два потока – очищенную воду и концентрат. Очистка осуществляется с помощью нанофильтрационных мембранных элементов рулонного типа, расположенных в специальных мембранных корпусах, соединенных посредством трубопроводной обвязки и системы кранов и клапанов в единый мембранный блок.

Использование установки нанофильтрационной очистки воды позволяет уменьшить содержание органических веществ в очищенной воде по перманганатной окисляемости (<2 мгО/л) и снизить содержание солей жесткости на 50–90 %. Опытный образец установки производительностью 20 м³/ч смонтирован на Полоцкой ТЭЦ.

В ходе выполнения задания была изготовлена нанофильтрационная установка производительностью 1 м³/ч, которая внедрена в ООО «Фарм Аналитика» (Россия) в составе оборудования для комплексной очистки промывных вод фармацевтического производства.

Разработка энергосберегающего оборудования

В продолжение начатой ранее работы (ГНТП «Энергетика-2010») РУП «БЕЛТЭИ» в рамках настоящей программы (задание № 4) создало усовершенствованную технологию

очистку схему и устройство для глубокой утилизации теплоты дымовых газов от различных агрегатов, работающих на малосернистых видах топлива.

Разработанный утилизатор позволяет увеличить коэффициент использования топлива в котельных различного типа на 5–12 % за счет утилизации теплоты уходящих дымовых газов. Количество утилизированной теплоты состоит примерно на 30 % из физической теплоты дымовых газов и на 70 % – из теплоты фазового перехода (конденсации) содержащихся в них паров воды.

Конструктивной особенностью созданного утилизатора является использование в качестве теплообменной поверхности колец Рашига, что позволило существенно уменьшить габариты теплообменника. Поскольку утилизатор расположен за пределами топочного устройства, его применение не требует конструктивных изменений этого устройства и не влияет на режимы его работы.

Новизна разработки защищена патентом Республики Беларусь № 18256 «Устройство для утилизации теплоты дымовых газов».

Программное и информационное обеспечение развития ТЭК

В рамках этого направления Институтом тепло- и массообмена НАН Беларуси было выполнено задание



Рис. 7. Опытная нанофильтрационная установка

№ 5 по **разработке системы интеграции распределенных данных предприятий электроэнергетической отрасли на основе технологий Semantic Web.**

Включение в программу настоящего задания было вызвано состоянием информационной системы отрасли: все РУП-облэнерго, являясь самостоятельными юридическими лицами, проводят в рамках решения стоящих перед ними задач самостоятельную техническую политику, в том числе и в области информационных технологий. Как результат, в отрасли используется большое число информационных систем, отличающихся друг от друга аппаратными и программными платформами, типом применяемых систем управления базами данных, видом инструментальных средств разработки, архитектурой построения и т.д. Подобная информационная самостоятельность предприятий создает трудности в решении задач прозрачности информационного обмена, усложняет сбор данных и формирование соответствующих баз, используемых в процессах управления работой отдельных предприятий, объединений и отрасли в целом.

Созданная система позволяет объединить находящиеся у предприятий и организаций энергетической отрасли источники информации (без их аппаратного и программного перевооружения), используемые в процессах управления (базы данных технологической, экономико-финансовой и производственно-экономи-

ческой информации), делает их доступными для машинной обработки, а также дает возможность получать на соответствующих уровнях управления (РУП-облэнерго, ГПО «Белэнерго», Министерство энергетики) интересующую в данный момент информацию из любого источника.

Эффективность разработок

Следует отметить, что созданные в рамках ГНТП «Энергетика-2015» объекты новой техники по своим техническим и функциональным показателям не уступают зарубежным аналогам, а в отдельных случаях превосходят их. Все разработки являются оригинальными, по двум из них получены патенты Республики Беларусь.

Все аппаратные разработки выполнены на современной элементной базе, отличаются высоким уровнем наукоемкости, имеют алгоритмическое и программное обеспечение, что позволяет при необходимости включать их в автоматические системы управления технологическими процессами энергообъектов.

Экономическими показателями выполнения ГНТП «Энергетика-2015» являются:

- коэффициент экономической эффективности, определяемый как отношение стоимости трехлетнего объема выпуска созданных в рамках заданий ГНТП объектов новой техники к затратам на их разработку (всего/руб. бюджет), – 6,14/13,94;

- экономия от импортозамещения, определяемая как разница в стоимости, – \$ 311,99 тыс.;

- объем экспорта – \$ 82 тыс.

Следует отметить, что при примерно равных затратах на разработку (задания №№ 7, 8) имеет место заметное различие в величинах коэффициента экономической эффективности (29,8/106,42 и 10,27/32,29 соответственно), которое объясняется заметной разницей в объемах выпуска продукции (404 и 98) и стоимости ее единицы.

Такой показатель экономической эффективности техники и технологий, созданных в рамках ГНТП, как экономия топлива, может быть получен только после их опытно-промышленной эксплуатации. Так, опытный образец утилизатора теплоты отходящих газов, установленный в котельной «Ксты», за 1465 часов эксплуатации выработал 932,5 Гкал теплоты, что при среднегодовом расходе топлива на этой котельной 154 кг у.т./Гкал позволило сэкономить 143,6 т у.т.

Выполненные ОАО «БЭРН» расчеты по оценке экономической целесообразности использования нанофильтрации показали следующие результаты:

- для предварительной очистки поверхностных вод от органических соединений при использовании установки обессоливания производительностью 150 м³/ч снижение среднегодовых эксплуатационных затрат за счет экономии реагентов и увеличения срока службы анионитов составит 5,23 млрд руб. (в ценах 2012 года);

- при использовании установки подготовки воды для теплосети производительностью 100 м³/ч среднегодовая экономия составит 873 млн руб. (в ценах 2014 года).

К сожалению, не представляется возможным точно определить вклад внедренных в рамках ГНТП «Энергетика-2015» новых технологий и техники, обеспечивающих снижение аварийности, увеличение межремонтных периодов и т.п., в общий показатель эффективности работы энергосистемы республики. Для этого требуется организация специального учета результатов внедрения объектов новой техники на энергопредприятиях.

НОВЫЕ СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ – ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОТЛИЧИЯ

Взамен действующим в настоящее время нормативным правовым актам в области качества электрической энергии в текущем году будет введен новый комплекс стандартов, основные требования которых рассматриваются в данной статье.

В течение длительного времени основополагающим нормативным правовым актом в области качества электрической энергии (КЭ) был ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», которым были установлены показатели и нормы КЭ в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц. Кроме того, в развитие данного ГОСТ в Республике Беларусь были разработаны:

– ТКП 183.1-2009 «Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии» – кодекс устанавливает порядок проведения работ по контролю КЭ, виды и периодичность контроля показателей КЭ, процедуры выполнения измерений и обработки результатов измерений, а также определяет правила оценки соответствия КЭ установленным требованиям;

– ТКП 183.2-2009 «Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии» – кодекс устанавливает методы анализа КЭ, применяемые при выявлении причин несоответствия требованиям ГОСТ 13109, а также порядок проведения работ при анализе КЭ, в том числе операции выполнения измерений и обработки результатов измерений.

В 2016 году в Республике Беларусь будут введены новые стандарты в области КЭ:

– ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;

– ГОСТ 30804.4.7-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств»;



Д.М. ЛОСЕНКОВ,
начальник управления
государственного
энергетического надзора
ГПО «Белэнерго» –
заместитель главного
государственного инспектора
Республики Беларусь по
энергетическому надзору

– ГОСТ 30804.4.30-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»;

– ГОСТ 33073-2014 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Данные стандарты разработаны в Российской Федерации, приняты Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации и являются межгосударственными.

Актуальность вопроса

КЭ является необходимым условием надежного и безопасного функционирования электрооборудования и непосредственно сказывается на экономических показателях, причем как производителей, так и потребителей электроэнергии. С ростом степени автоматизации про-

изводственных процессов, внедрением новых более совершенных технологий, проблема электроснабжения оборудования, чувствительного к КЭ, становится все более актуальной. В ряде случаев несоответствующее КЭ приводит к нарушению технологических процессов и, соответственно, к причинению ущерба. Актуальности данному вопросу придает также расширение сферы применения электроприемников с нелинейной вольт-амперной характеристикой как у промышленных, так и коммунально-бытовых потребителей.

Исследование, проведенное Европейским институтом меди в 2001 году на 1400 объектах в 8 европейских странах, выявило, что любая электроустановка с вероятностью 5–25 % подвержена влиянию одного или нескольких последствий дефектного КЭ. Кроме того, половина объектов в энергоемких отраслях и административных зданиях с критически важными функциями подвержена негативному влиянию двух и более последствий низкого КЭ. Беспроблемные объекты встречаются редко.

Дополнительную заинтересованность потребителей электроэнергии в вопросе контроля КЭ создает изменение нормативных требований к определению компенсации со стороны энергоснабжающей организации за отпуск электроэнергии, качество которой не соответствует установленным нормам. Ранее согласно Правилам пользования электрической энергией, принятым в апреле 1996 года, в случае подачи электроэнергии пониженного качества (с отклонениями от установленных параметров сверх допустимых пределов) энергоснабжающая организация должна была возместить потребителю убытки в размере 25 % стоимости такой электроэнергии (п. 6.2). При этом методика расчета была определена в п. 6.13 указанных Правил, в соответствии с которой количество электроэнергии пониженного качества определяется исходя из расхода электроэнергии на производственные нужды потребителя за каждый расчетный период (по проведению очередного измерения показателей качества) и процента времени работы с пониженным КЭ, определенного в период измерения и зафиксированного в акте.

Со 2 февраля 2012 года в Республике Беларусь вступили в силу Правила электроснабжения (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 октября 2011 года № 1394). Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2015 года № 895 в Правила были внесены изменения, вступившие в силу с 1 февраля 2016 года. При этом подходы к ответственности за КЭ несколько изменились. Ключевое изменение изложено в п. 228, которым предусмотрено, что в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательств по договору электроснабжения, договору электроснабжения с владельцем блок-станции сторона, нарушившая обязательство, обязана возместить причиненный реальный ущерб при наличии ее вины в соответствии с условиями договора электроснабжения, договора электроснабжения с владельцем блок-станции, настоящими Правилами и иными актами законодательства. Аналогичное изменение применительно к рассматриваемому вопросу предусмотрено и п. 229: энергоснабжающая организация несет ответственность перед абонентом за невыполнение требований по качеству поставляемой

электрической энергии и надежности электроснабжения, определенных условиями договора электроснабжения, договора электроснабжения с владельцем блок-станции. При подаче абоненту электрической энергии несоответствующего качества (с отклонениями от установленных в договоре электроснабжения, договоре электроснабжения с владельцем блок-станции параметров) энергоснабжающая организация возмещает причиненный абоненту реальный ущерб.

Несколько скорректирована и методика расчета. Согласно п. 100 количество потребленной абонентом электрической энергии, не соответствующей установленным техническими нормативными правовыми актами нормам качества, за каждый расчетный период определяется исходя из показаний средств расчетного учета и времени работы электрооборудования с КЭ, не соответствующим установленным нормам, зафиксированным в протоколе измерений показателей качества электрической энергии. Таким образом, с введением Правил электроснабжения при прочих равных условиях потребитель вправе рассчитывать на существенно более крупную величину компенсации в случае повреждения оборудования или расстройств технологического процесса в результате поставки электроэнергии ненадлежащего качества.

Основные изменения ГОСТ 32144 по сравнению с ГОСТ 13109

В соответствии с ГОСТ 32144 вводятся две категории изменения характеристик напряжения:

а) продолжительные изменения характеристик напряжения:

- отклонение частоты;
- медленные изменения напряжения;
- колебания напряжения и фликер;
- несинусоидальность напряжения;
- несимметрия напряжений в трехфазных системах;

б) случайные события:

- прерывания напряжения;
- провалы напряжения и перенапряжения;
- импульсные напряжения.

Отметим, что для случайных событий нормы не установлены.

Введено новое понятие «согласованное напряжение электропитания U_c » – напряжение, отличающееся от стандартного номинального напряжения электрической сети, установленного ГОСТ 29322-92 «Стандартные напряжения», согласованное для конкретного пользователя электрической сети при технологическом присоединении в качестве напряжения электропитания. В электрических сетях низкого напряжения стандартное номинальное напряжение электропитания равно 220 В (между фазным и нейтральным проводниками для однофазных и четырехпроводных трехфазных систем) и 380 В (между фазными проводниками для трех- и четырехпроводных трехфазных систем). В электрических сетях среднего и высоковольтных напряжений вместо значения номинального напряжения электропитания принимают согласованное напряжение электропитания.

Проанализируем нормы КЭ, введенные ГОСТ 32144, в сравнении с нормами, определенными ГОСТ 13109.

1. Согласно ГОСТ 13109 нормально допустимое и предельно допустимое значения отклонения частоты равны $\pm 0,2$ и $\pm 0,4$ Гц соответственно. Согласно ГОСТ 32144 требования к отклонению частоты установлены отдельно для различных систем электроснабжения:

- отклонение частоты в синхронизированных системах электроснабжения не должно превышать $\pm 0,2$ Гц в течение 95 % времени интервала в одну неделю и $\pm 0,4$ Гц в течение 100 % времени интервала в одну неделю;

- отклонение частоты в изолированных системах электроснабжения с автономными генераторными установками, не подключенных к синхронизированным системам передачи электрической энергии, не должно превышать ± 1 Гц в течение 95 % времени интервала в одну неделю и ± 5 Гц в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

2. В ГОСТ 32144 введена новая характеристика – медленные изменения напряжения. Такие изменения (как правило, продолжительностью более 1 мин) обусловлены обычно изменениями нагрузки электрической сети. Согласно ГОСТ 13109 нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии равны соответственно ± 5 и ± 10 % от номинального напряжения электрической сети. Согласно ГОСТ 32144 показателями КЭ, относящимися к медленным изменениям напряжения электропитания, являются отрицательное и положительное (отметим необходимость раздельного учета) отклонения напряжения электропитания в точке передачи электрической энергии. Положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать 10 % номинального или согласованного значения напряжения в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

3. В некоторой степени изменены подходы к нормированию колебаний напряжения. Согласно ГОСТ 13109 колебания напряжения характеризуются двумя показателями: размахом изменения напряжения и дозой фликера. Предельно допустимые значения размаха изменения напряжения в точках общего присоединения к электрическим сетям определяются по кривой 1 рисунка 1 ГОСТ 13109. При этом отметим, что для потребителей электрической энергии, располагающих лампами накаливания, в помещениях, где требуется значительное зрительное напряжение, установлены более жесткие требования (кривая 2 рисунка 1 ГОСТ 13109).

Кроме того ГОСТ 13109 предусматривает дополнительное ограничение: предельно допустимое значение суммы установившегося отклонения напряжения и размаха изменений напряжения в точках присоединения к электрическим сетям напряжением 0,38 кВ равно ± 10 % от номинального напряжения.

Согласно ГОСТ 13109 предельно допустимое значение для кратковременной дозы фликера при колебаниях напряжения с формой, отличающейся от меандра, равно 1,38, а для длительной дозы фликера при тех же колебаниях напряжения – 1,0. По аналогии с размахом изменения напряжения для кратковременной и длительной

доз фликера установлены более жесткие нормы для потребителей электрической энергии, располагающих лампами накаливания в помещениях, где требуется значительное зрительное напряжение (1,0 и 0,74 соответственно).

В соответствии с ГОСТ 32144 показателями КЭ, относящимися к колебаниям напряжения, являются кратковременная доза фликера, измеренная в интервале времени 10 мин, и длительная доза фликера, измеренная в интервале времени 2 ч, в точке передачи электрической энергии. Размах изменения напряжения отдельно не определяется и не нормируется. Для указанных показателей КЭ установлено, что кратковременная доза фликера не должна превышать значения 1,38; длительная доза фликера – значения 1,0 в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

Других норм к колебаниям напряжения (в том числе для помещений, где требуется значительное зрительное напряжение) ГОСТ 32144 не устанавливает. Отдельно приведена информация об одиночных быстрых изменениях напряжения, которые вызываются в основном резкими изменениями нагрузки в электроустановках потребителей, переключениями в системе либо неисправностями и характеризуются быстрым переходом среднеквадратического значения напряжения от одного установившегося значения к другому. Однако показателей и норм к такой характеристике не установлено.

4. Существенных изменений в нормировании показателей несинусоидальности напряжения в ГОСТ 32144 по сравнению с ГОСТ 13109 не появилось. В то же время введено новое понятие «интергармонические составляющие напряжения» – составляющие на дискретных частотах или частотах широкополосного спектра, не кратных основной частоте сети. Уровень интергармонических составляющих напряжения электропитания увеличивается в связи с применением в электроустановках частотных преобразователей и другого управляющего оборудования. Норм к допустимым уровням интергармонических составляющих напряжения не установлено.

5. Существенных изменений в нормировании показателей несимметрии напряжений в трехфазных системах также нет.

6. ГОСТ 32144 обозначена такая характеристика напряжения, как напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям. Однако каких-либо показателей и норм применительно к ней не установлено.

7. ГОСТ 32144 также вводит новую (по сравнению с ГОСТ 13109) характеристику – прерывания напряжения. В трехфазных системах электроснабжения к прерываниям напряжения относят ситуацию, при которой напряжение составляет менее 5 % опорного напряжения во всех фазах. Если такая ситуация характерна не для всех фаз, ее рассматривают как провал напряжения. Показатели и нормы данной характеристики не установлены, в приложении А к ГОСТ 32144 приведены статистические данные о ней.

8. Существенно изменен подход к нормированию провалов напряжения. ГОСТ 13109 было определено, что длительность автоматически устраняемого провала на-

пряжения в любой точке присоединения к электрическим сетям определяется выдержками времени релейной защиты и автоматики. При этом установлено предельно допустимое значение длительности провала напряжения в электрических сетях напряжением до 20 кВ – 30 с.

В ГОСТ 32144 предельно допустимое значение длительности провала напряжения не определено вообще, что можно отнести к существенным недостаткам данного нормативного правового акта. Ситуацию усугубляет и требование третьего абзаца п. 4.3.2.1, который не устанавливает норму, но констатирует, что длительность провала напряжения может достигать 1 мин.

9. В отношении перенапряжений и импульсных напряжений как ГОСТ 13109, так и ГОСТ 32144 приводят только справочные данные.

Основные изменения в части методов и точности измерения показателей качества электроэнергии

ГОСТ 30804.4.30 для каждого измеряемого показателя КЭ устанавливает три класса характеристик процесса измерений (для каждого из них определены методы измерений и требования к характеристикам средств измерений):

- класс А («advanced» – «улучшенный») применяют при проведении точных измерений (проверка соответствия КЭ нормам стандарта, условиям договоров, при разрешении спорных вопросов и т.д.);

- класс S («survey» – «оценочный») применяют при проведении обследований и оценке КЭ с использованием статистических методов, в том числе при ограниченной номенклатуре показателей. Хотя интервалы времени измерений показателей КЭ для классов S и А одинаковы, требования к характеристикам процесса измерения класса S снижены;

- класс В установлен для того, чтобы избежать признания устаревшими средств измерений многих существующих типов.

Из основных отличий в оценке и методах измерений ряда показателей КЭ отметим следующие:

- отдельный учет положительных и отрицательных отклонений напряжения;

- введение единого основного интервала измерения (10 периодов) и интервалов усреднения (объединения) 10 мин;

- жесткие требования по классу А к точности измерения текущего времени (± 20 мс).

Отметим также существенное ужесточение требований к точности измерений показателей качества электроэнергии по классу А, например:

Показатель КЭ	Класс А	Класс S	ГОСТ 13109-97
Отклонение напряжения	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,2 \%$
Отклонение частоты	$\pm 0,01$ Гц	$\pm 0,05$ Гц	$\pm 0,03$ Гц
Коэффициент несимметрии по обратной и нулевой последовательности	$\pm 0,15 \%$	$\pm 0,3 \%$	$\pm 0,2 \%$

ГОСТ 30804.4.30 введено понятие «маркированные данные», под которыми подразумеваются результаты измерений показателей КЭ и результаты их усреднения, в пределах которых имели место прерывания, провалы напряжения или перенапряжения. При этом согласно ГОСТ 33073 число маркированных данных, не учитываемых при оценке соответствия показателей КЭ установленным нормам, не должно превышать 5 % общего числа усредненных на 10-минутных интервалах значений показателей КЭ в каждые сутки.

Основные нововведения ГОСТ 33073

ГОСТ 33073 устанавливает основные положения по организации и проведению контроля КЭ в точках передачи электроэнергии пользователям электрических сетей систем электроснабжения общего назначения однофазного и трехфазного переменного тока частотой 50 Гц с целью определения соответствия качества электроэнергии нормам, установленным в ГОСТ 32144, условиям договоров на поставку электроэнергии и/или на оказание услуг по передаче электроэнергии.

ГОСТ 33073 введены понятия «контроль КЭ» и «мониторинг КЭ». Так, контроль КЭ определен как процедуры проверки соответствия значений показателей КЭ установленным требованиям, а мониторинг КЭ – как процедуры одиночных, периодических и непрерывных обследований КЭ и наблюдений за его показателями в установленных интервалах времени, проводимых в целях оценки существующего уровня КЭ, анализа, прогноза и принятия соответствующих мер.

Положения ГОСТ 33073 по контролю (раздел 5) применяют в следующих случаях:

- при осуществлении сертификационных и арбитражных испытаний электроэнергии;

- при рассмотрении претензий к КЭ;

- для инспекционного контроля сертифицированной электроэнергии;

- при осуществлении государственного надзора.

Положения стандарта, относящиеся к мониторингу КЭ (раздел 6), применяют при проведении периодических испытаний электроэнергии:

- при определении технических условий для технологического присоединения энергопринимающих устройств к электрической сети;

- при подготовке электрических сетей к сертификации электроэнергии;

- при допуске к эксплуатации энергопринимающих устройств потребителей, ухудшающих КЭ;

- при разработке мероприятий по улучшению КЭ и др.

Применительно к контролю и мониторингу КЭ установлены требования к пунктам контроля, продолжительности измерений, средствам измерений, обработке и оформлению результатов испытаний. Также в стандарте приведены рекомендуемые методика определения мощности нагрузки и коэффициента мощности вторичных цепей трансформаторов напряжения в условиях эксплуатации и форма протоколов испытаний электроэнергии.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 ноября 2016 года в Республике Беларусь вводится в действие ряд государственных стандартов.

Так, существенные требования устойчивости к электромагнитным помехам и методы испытаний, включая те, которые должны быть выполнены при проведении типовых испытаний оборудования и систем передачи сигналов в низковольтных установках в условиях внешних электромагнитных помех, содержит **ГОСТ EN 50065-2014 (части 2-2 и 2-3) «Передача сигналов в низковольтных электрических установках в полосе частот от 3 до 148,5 кГц»**. В части 2-2 приведены требования к оборудованию, предназначенному для применения в промышленных зонах, в части 2-3 – к оборудованию, предназначенному для применения в низковольтных общественных электрических сетях поставщиками электрической энергии.

Светотехнических устройств на автомобильных дорогах общего пользования касается **ГОСТ 33176-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Технические требования»**. Он устанавливает технические требования к вновь устраиваемому или

реконструируемому стационарному электрическому освещению.

Требования **ГОСТ ISO/IEC 80079-38-2013 «Взрывоопасные среды. Часть 38. Оборудование и компоненты, предназначенные для применения во взрывоопасных средах подземных выработок шахт и рудников»** применяются к конструкциям при проектировании, изготовлении и эксплуатации оборудования (единичным экземплярам или в составе комплексов), а также к поставкам оборудования и его компонентов конечным изготовителем.

ГОСТ 30826-2014 «Стекло многослойное. Технические условия» распространяется на многослойное стекло (в том числе моллированное), которое применяют на транспортных средствах, в жилых, административных и общественных зданиях, где есть необходимость обеспечения безопасности и защиты жизни человека, материальных ценностей. Оно может также использоваться для других целей в соответствии со своими техническими характеристиками. Стандарт применим при проведении сертификационных испытаний и для оценки соответствия.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной организации по стандартизации (ISO)

ISO 23551-8:2016 «Устройства защиты и управления газовых горелок и аппаратов. Дополнительные требования. Часть 8. Многофункциональные управляющие устройства» (принят 01.02.2016);

ISO 669:2016 «Сварка контактная. Оборудование для контактной сварки. Требования к электрическим и механическим характеристикам» (принят 15.02.2016);

ISO 17827-1:2016 «Биотопливо твердое. Определение гранулометрического состава несжатого топлива. Часть 1. Метод с использованием вибрационного сита с отверстиями в сетке 3,15 мм и больше» (принят 01.03.2016);

ISO 22854:2016 «Нефтепродукты жидкие. Определение типов углеводородов и кислородсодержащих соединений в автомобильном бензине и в автомобильном этанольном топливе (E85). Метод многомерной газовой хроматографии» (принят 15.03.2016).

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC)

IEC/IEEE 60780-323:2016 «Установки ядерные. Важное для безопасности электрического оборудования. Квалификация» (принят 19.02.2016);

IEC 62999:2016 «Электроотопление помещений. Напольное панельное отопление. Эксплуатационные характеристики. Определение, метод испытания, калибрование и символы формулы» (принят 23.02.2016);

IEC 60965:2016 «Атомные электростанции. Помещения щита управления. Дополнительные помещения щита управления для остановки реактора без доступа к помещению главного щита управления» (принят 23.02.2016).

Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:

Национального фонда технических нормативных правовых актов (ТНПА) – www.tnpa.by

Госстандарта – www.gosstandart.gov.by

БелГИСС – www.belgiss.by

Телефоны «горячей линии»

Национального фонда ТНПА – (017) 262 14 20; 269 68 82

БЫСТРО И КАЧЕСТВЕННО НАПЕЧАТАЕМ:

- ✓ листовки, буклеты, проспекты
- ✓ брошюры, каталоги, книги
- ✓ календари (квартальные, карманные)
- ✓ открытки, грамоты, дипломы, плакаты
- ✓ визитки, фирменные бланки, блокноты, блоки для записей

ОКАЖЕМ ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ:

- ✓ допечатная подготовка и разработка макетов
- ✓ дизайн, верстка, фотосъемка
- ✓ формирование, редактирование и корректура текстов

КОНТАКТЫ:

(017) 286-08-28,
(029) 399-11-04,

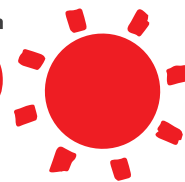
2934682@mail.ru
info@energystrategy.by
Минск, ул. Чичерина, 19

WWW.ENERGYSTRATEGY.BY

21-я Международная специализированная выставка | 21th International Specialized Exhibition

ENERGY EXP

"Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро" | "Energy. Ecology. Energy Saving. Electro"



**XXI БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

11-14.10.2016

г. Минск, пр. Победителей 20/2
(Футбольный манеж)



8-я специализированная выставка
"Атомэкспо-Беларусь"



12-я специализированная выставка
светотехнического оборудования "ЭкспоСВЕТ"



11-я специализированная выставка
"Водные и воздушные технологии"



Специализированная выставка
"ЭКСПОГОРОД"

ЗАО "ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ"
тел.: (+375 17) 306 06 06, www.tc.by, energy@tc.by



ENERGY EXP

Генеральные информационные партнеры



Генеральные интернет-партнеры



Информационные партнеры:



Официальные информационные партнеры





Белорусский www.promforum.by промышленный форум

Международный выставочный проект

Проводится под патронажем
Правительства Республики Беларусь

3–6 мая 2016

Футбольный манеж, пр. Победителей, 20/2,
Минск, Беларусь



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ

ПРОМЭКСПО – СОВРЕМЕННЫЙ ЗАВОД

оборудование, инструменты и материалы для оснащения промышленных предприятий. Промышленная продукция

ПРОМЭНЕРГО

энергетическое и электротехническое оборудование для промышленности

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ

энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии, оборудование и материалы, технологии охраны окружающей среды

НАУКА И ИННОВАЦИИ

научные разработки и передовые технологии для промышленности.
Инновационная продукция

Международный симпозиум «Технологии. Оборудование. Качество»

Международный конкурс энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий и оборудования

Конкурс сварщиков Беларуси с международным участием



ЭКСПОФОРУМ
www.expoforum.BY

тел./факс: (+375 17) 314 34 35, 314 34 30
e-mail: pva@expoforum.by, sharko@expoforum.by
Унитарное предприятие Экспофорум, УНН 100702781