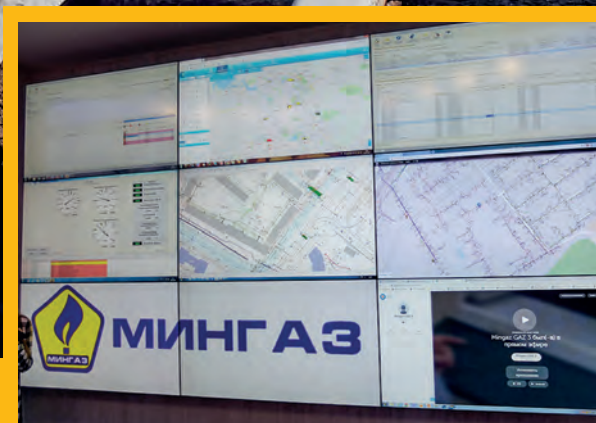


Энергетическая Стратегия

№5 (71) сентябрь—октябрь 2019
научно-практический журнал

Развитие
топливно-газового
комплекса Минэнерго
нацелено на инновации

Читайте на стр. 40





научно-практический журнал

**Энергетическая
Стратегия**

ПОДПИСКА' 2020

Оформить подписку можно:



**в любом почтовом
отделении**
подписной индекс
009382



в редакции
по тел./факсу
+375 17 286-08-28
(многоканальный)



на сайте
energistrategy.by





ПО ИТОГАМ ENERGY EXPO-2019

Читайте на стр. 43



Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Закревский В.А.	к.т.н., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Бондарь А.М.	главный инженер ГП «Белорусская АЭС»
Бородуля В.А.	член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Дрозд П.В.	генеральный директор ГПО «Белэнерго»
Забелло Е.П.	д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
Карницкий Н.Б.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
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»
Кушнаренко А.И.	генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
Русан В.И.	д.т.н., профессор кафедры практической подготовки студентов БГАТУ
Рыков А.Н.	к.т.н., директор РУП «Белнипиэнергопром»
Седнин В.А.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ (заместитель председателя)
Фурсанов М.И.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ
Якубович П.В.	директор РУП «БЕЛТЭИ»

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

Новости ТЭК..... 4

**Ядерная безопасность должна оставаться
в фокусе повышенного внимания**

По итогам 63-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ 7

В законодательство о ВИЭ внесены изменения 8

Вручены награды победителям конкурса

«Лидер энергоэффективности – 2019» 9

Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика 10

ПРИОРИТЕТЫ

Шкурко П.А., начальник отдела энергетики и газоснабжения производственно-технического управления Министерства энергетики Республики Беларусь

Отопительный сезон стартовал 13

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Баринов В.В., главный инженер проекта РУП «Белэнергосетьпроект»

Второе рождение подстанции 330 кВ «Минск-Северная» 15

Зенович-Лешкевич-Ольпинский Ю.А., директор филиала «Гомельская ТЭЦ-2» РУП «Гомельэнерго»

Перспективы внедрения регулируемого электропривода на циркуляционном насосе системы технического водоснабжения ТЭС 18

Ёч Э.И., инженер ТВН ОУКЭ РУП «Белэнергосетьпроект»,
Серемьяжко А.В., заведующий ТВН ОУКЭ РУП «Белэнергосетьпроект»,
Драко М.А., м.т.н., заведующий ЭТЛ ОУКЭ РУП «Белэнергосетьпроект»,
Мойсеенко О.А., заместитель заведующего ЭТЛ ОУКЭ
РУП «Белэнергосетьпроект»

О проблеме наведенного напряжения на отключенных линиях электропередачи. Часть 2 24

Михайлин И.В., руководитель группы наладки режимов работы ТМО ТЭС филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка»

Подготовка энергоблоков к участию в регулировании частоты и перетоков мощности и их испытания на соответствие требованиям отраслевых стандартов 27

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Кузьмина Н.Д., старший научный сотрудник ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,

Горбачева Н.В., к.т.н., ведущий научный сотрудник ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,

Кузьмин А.В., к.ф.-м.н., генеральный директор ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси,

Козел М.А., старший научный сотрудник ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

Опыт адаптации методологических подходов стратегической экологической оценки для проекта Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС 31

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

В блокнот главного энергетика

Киселев Н.Н., начальник энергогазнадзора филиала ГУ «Госэнергогазнадзор» по Гомельской области

К вопросу о необходимости ежегодной поверки средств измерений, установленных в системах теплоснабжения потребителей.. 35

Издается с января 2008 года

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Шейко Ю.А., начальник службы главного энергетика
метрологического обеспечения
и охраны окружающей среды УП «МИНГАЗ»

**Модернизация электроснабжения газораспределительных пунктов
с использованием солнечных (фотогальванических) панелей38**

Лемехова Д.Д.

**Развитие топливно-газового комплекса
Минэнерго нацелено на инновации**

*По итогам пресс-тура по объектам ГПО «Белтопгаз», посвященного
Дню работников нефтяной, газовой и топливной промышленности.....40*

СЕМИНАРЫ, ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

Выставка EnergyExpo-2019 завершила свою работу

По итогам XXIV Белорусского энергетического и экологического форума.....43

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Семейко К.В., к.т.н, докторант Института газа НАН Украины

**Исследование процесса получения водорода
пиролизом углеводородных газов в электротермическом
псевдооживленном слое45**

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Курилович И.Ф., заместитель директора филиала «Учебный центр»
РУП «Гродноэнерго»,

Гончар В.А., начальник сектора психологического обеспечения филиала
«Учебный центр» РУП «Гродноэнерго»

**Организация предсоревновательной подготовки
команд к конкурсам профессионального мастерства
в электроэнергетической отрасли49**

Высоцкая С.А., психолог филиала «Минские электрические сети»
РУП «Минскэнерго»

Хромотерапия: использование цвета в управлении персоналом54

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Анищик А.Н., начальник технического
отдела ОАО «Белсельэлектросетьстрой»

**Введены новые технические требования в сфере строительства
воздушных и кабельных линий электропередачи**

*Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.186-19,
СТП 33240.21.262-19 и Альбому материалов для проектирования58*

Национальный фонд ТНПА – энергетике60

ПРАВО

Новости законодательства (сентябрь–октябрь).....61

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

Ушел из жизни Федор Иванович Молочко64

Энергетическая безопасность**Традиционная и ядерная энергетика****Газоснабжение
и торфяная промышленность****Возобновляемая и малая энергетика****Энергоэффективность и экология****Редакция:**

Главный редактор	Федосеенко Н.В.
Зам. главного редактора	Гончар О.В.
Выпускающий редактор	Моисеева Е.Н.
Редактор	Лемехова Д.Д.
Компьютерный дизайн и верстка	Данюкова А.В.
Реклама	Тропашко С.А.

Уважаемые рекламодатели!

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

220088, г. Минск, ул. Захарова, 59
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 ГОУПП «Гродненская типография».
230025, г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4.
ЛП №02330/39 до 29.03.2019.
Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 23.10.2019 г., формат 60х90%,
тираж 1530 экз., заказ 4742.

© Информационно-издательский центр
ОАО «Экономэнерго», 2019

Фото на обложках Данюковой А.В.

НОВОСТИ ТЭК

Определены правила представления в ЕЭК информации о развитии газовой и нефтяной отраслей государств – членов ЕАЭС

2 сентября Коллегия Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) рассмотрела ряд вопросов, в том числе аспекты формирования общих рынков электроэнергии, газа, нефти и нефтепродуктов в странах Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Коллегия утвердила Порядок представления уполномоченными органами государств – членов ЕАЭС информации в электронной форме в рамках формирования общего рынка газа Евразийского экономического союза и аналогичный документ по нефти и нефтепродуктам. Документы приняты в соответствии с утвержденными главами государств программы формирования общих рынков энергоресурсов.

Планируется публиковать на портале Союза информацию об основных производственных показателях газовой и нефтяной отраслей государств-членов, оптовых ценах на газ, нефть и нефтепродукты, тарифах на их транспортировку, международных договорах, методиках формирования тарифов на услуги по транспортировке газа, нефти и нефтепродуктов и др. Предусматривается также размещение сведений о планах по модернизации и строительству объектов газотранспортных систем, развитию систем транспортировки нефти и нефтепродуктов, об инфраструктурных ограничениях при транспортировке и поставке энергоресурсов государствами Союза.

Беларусь представила в МАГАТЭ 7-й доклад о выполнении Конвенции о ядерной безопасности

В соответствии с международными обязательствами Беларусь представила в МАГАТЭ очередной (седьмой) национальный доклад о выполнении Конвенции о ядерной безопасности. Разработку доклада осуществлял Госатомнадзор в сотрудничестве с заинтересованными органами государственного управления. Представленный документ будет рассмотрен в рамках существующих процедур.

Седьмой национальный доклад иллюстрирует выполнение страновых обязательств Беларуси в 2013–2016 годах с учетом

реализации решения о строительстве в Беларуси первой АЭС и действий всех вовлеченных госорганов и организаций по его выполнению. Особое внимание уделено изменениям, которые произошли в законодательной и регулирующей основах обеспечения ядерной и радиационной безопасности при использовании атомной энергии. Отражены мероприятия по подготовке кадров, обеспечению приоритета безопасности, осуществлению радиационной защиты, организации системы аварийной готовности и реагирования, реализации принципов, содержащихся в Венском заявлении о ядерной безопасности от 9 февраля 2015 года.

Обсуждены вопросы оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии

В ходе 35-го заседания Комиссии по оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии (КОТК), которое прошло 18–19 сентября в г. Чолпон-Ата (Кыргызская Республика), состоялось обсуждение вопросов оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии. Белорусскую сторону представляли член КОТК, генеральный директор РУП «ОДУ» Д.В. Ковалев и член рабочих групп КОТК, заместитель главного инженера РУП «ОДУ» А.З. Чайковский.

Участники заседания отметили, что данные мониторинга участия энергосистем стран СНГ и Балтии в регулировании частоты и перетоков активной мощности в энергообъединении подтвердили значительные преимущества параллельной работы энергосистем в части поддержания частоты электрического тока в необходимых диапазонах.

В ходе заседания были рассмотрены аспекты внедрения в энергосистемах стран СНГ и Балтии систем мониторинга переходных режимов (СМПР) и принято решение о разработке в рамках КОТК пакета документов, определяющих подходы к оснащению энергообъектов устройствами СМПР, а также регламент обмена данными между отдельными СМПР энергосистем стран СНГ и Балтии.



Заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк отвечает на вопросы журналистов

Экспорт электроэнергии может увеличиться в два раза

По итогам года Беларусь ожидает роста экспорта электроэнергии в два раза, сообщил журналистам заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк 22 августа.

Заместитель Министра отметил, что благодаря планомерной работе по модернизации генерирующих мощностей энергосистемы белорусская электроэнергия конкурентоспособна. В 2018 году Беларусь экспортировала более 1 млрд кВт·ч электроэнергии – в 7 раз больше, чем в 2017-м. В текущем году уже преодолен рубеж экспорта в 1 млрд кВт·ч. Идет активный переговорный процесс с рядом компаний, которые выразили желание покупать у Беларуси электроэнергию. Экспорт будет осуществляться

через ГПО «Белэнерго», так как БелАЭС войдет в состав Белорусской энергосистемы.

В прошлом году Беларусь впервые в суверенной истории отказалась от импорта электроэнергии, заместив его генерацией на собственных энергоисточниках с меньшими затратами.



В ходе межсистемной противоаварийной тренировки оперативно-диспетчерского персонала Белорусской энергосистемы

Подтверждена готовность оперативно-диспетчерского персонала к работе в условиях эксплуатации БелАЭС

8 октября оперативно-диспетчерский персонал Белорусской энергосистемы провел очередную межсистемную противоаварийную тренировку. Модель тренировки впервые предусматривала наличие Белорусской АЭС в балансе энергосистемы. Целью тренировки была отработка взаимодействия всего оперативно-диспетчерского персонала Белорусской энергосистемы при реализации графиков экстренных отключений потребителей с питающих центров 6–10(35) кВ.

Межсистемная тренировка такого масштаба проведена впервые. В ней были задействованы как областные, так и районные диспетчерские службы по всей республике. В ходе мероприятия специалисты детально проработали вопросы скорости поднятия нагрузки на основных генерирующих источниках.

Задача по приведению баланса объединенной энергетической системы Беларуси в допустимые пределы в условиях работы с Белорусской АЭС была решена успешно. Тренировка также подтвердила готовность оперативно-диспетчерского персонала к действиям в аварийных ситуациях.

Возведение БелАЭС придало импульс развитию новых технологий в транспорте и строительстве

Министр энергетики Беларуси В.М. Каранкевич принял участие в международном форуме «Российская энергетическая неделя», который прошел 1–5 октября в г. Санкт-Петербурге.

Выступая на форуме, В.М. Каранкевич отметил, что строительство Белорусской атомной электростанции дало толчок развитию в республике новых технологий в транспорте, строительстве и в других сферах.

Параллельно со строительством БелАЭС в стране был реализован масштабный проект по реконструкции действующих и строительству новых высоковольтных линий электропередачи, что позволяет обеспечить поставку электроэнергии от атомной

электростанции в любой регион Беларуси. Созданы условия для расширения области применения электрической энергии в стране, в частности в автомобильном и железнодорожном транспорте. Развивается и строительство новых жилых домов с применением электроотопительного оборудования. Министр подчеркнул, что в целом это позволит повысить качество и уровень жизни в стране и окажет положительное влияние на окружающую среду во всем регионе.

Зарубежные журналисты посетили объекты пускового комплекса Белорусской АЭС

Более 50 журналистов ведущих СМИ Турции, Египта, Польши, Литвы, Узбекистана и России ознакомились с ходом строительства Белорусской АЭС. Международный пресс-тур состоялся в рамках XXIV Белорусского энергетического и экологического форума, который проходил в Минске с 8 по 11 октября.

Представителям СМИ были продемонстрированы основные объекты пускового комплекса, задействованные в выработке электроэнергии, включая машинный зал, здание КРУЭ 330 кВ и площадку брызгальных бассейнов. В информационном центре БелАЭС

журналистам рассказали об основных этапах строительства станции и ее влиянии на социально-экономическое развитие города энергетиков – Островца. Представители зарубежных СМИ впервые ознакомились с противозвушной защитой атомной электростанции и посетили пожарно-аварийную спасательную часть, где им были продемонстрированы приемы работы по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

«Формат открытого диалога со специалистами, участвующими в проекте, позволяет СМИ получать информацию о ходе строительства станции из первых рук и демонстрирует открытость процесса сооружения Белорусской АЭС», – отметила пресс-секретарь Министерства энергетики Ж.Л. Зенькевич.

Опыт Ленинградской АЭС-2 будет использован при эксплуатации БелАЭС

С 29 сентября по 2 октября проходил рабочий визит белорусской делегации под руководством первого заместителя генерального директора – главного инженера ГПО «Белэнерго» В.В. Боброва на Ленинградскую АЭС. В состав делегации вошли представители ГПО «Белэнерго», ОАО «Белэнергоремналадка» и его филиала «Белэлектроремонт». Организатором деловой встречи выступила компания АО «Русатом Сервис».

Белорусские энергетики ознакомились с организацией технического обслуживания и ремонта оборудования АЭС в Российской Федерации в период планово-предупредительных ремонтов. Делегация посетила энергоблок № 5 Ленинградской АЭС-2, где проводится средний ремонт цилиндра высокого давления и капитальный ремонт генератора, а также побывала в тренажерном учебном центре.

Планируется, что полученный опыт будет использован при эксплуатации Белорусской АЭС.

В Гомеле началось строительство электрокотельной

12 августа на территории котельной «Черниговская» Южного района тепловых сетей филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго» начаты работы по установке двух водо-

грейных электродкотлов общей мощностью 16 МВт. Проектная документация выполнена специалистами РУП «БЕЛТЭИ», генеральным подрядчиком выступает ОАО «Электроцентрмонтаж».

Проект реализуется в соответствии с Комплексным планом развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской АЭС и направлен на интеграцию атомной станции в энергосистему страны. После ввода БелАЭС в эксплуатацию электродкотлы будут участвовать в регулировании нагрузки энергосистемы.

Генеральный директор ГПО «Белтопгаз» посетил предприятия газоснабжающей отрасли

2 октября генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарэнко посетил РПУП «Гомельоблгаз» и филиал ПУ «Жлобингаз». Он ознакомился с производственной базой ПУ «Жлобингаз», работой участков и служб предприятия, ожидаемыми итогами работы РПУП «Гомельоблгаз» за 9 месяцев текущего года, пообщался с сотрудниками непосредственно на рабочих местах, а также встретился с руководством предприятия.

9 октября в рамках рабочей поездки А.И. Кушнарэнко посетил УП «Гроднооблгаз», где осмотрел производственные объекты (в частности, Щучинского района газоснабжения) и провел встречу с руководством и коллективом аппарата управления предприятия.



Генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарэнко осматривает производственную базу ПУ «Жлобингаз»

В ходе встреч с работниками и руководством предприятий обсуждались вопросы повышения качества обслуживания населения, противодействия коррупции, пути совершенствования работы в области охраны труда и другие вопросы. А.И. Кушнарэнко подчеркнул, что инновационные разработки, которые газоснабжающие организации зачастую используют для внутренних нужд, необходимо внедрять во всех субъектах отрасли, и призвал предприятия объединения к активному обмену современными технологиями.

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



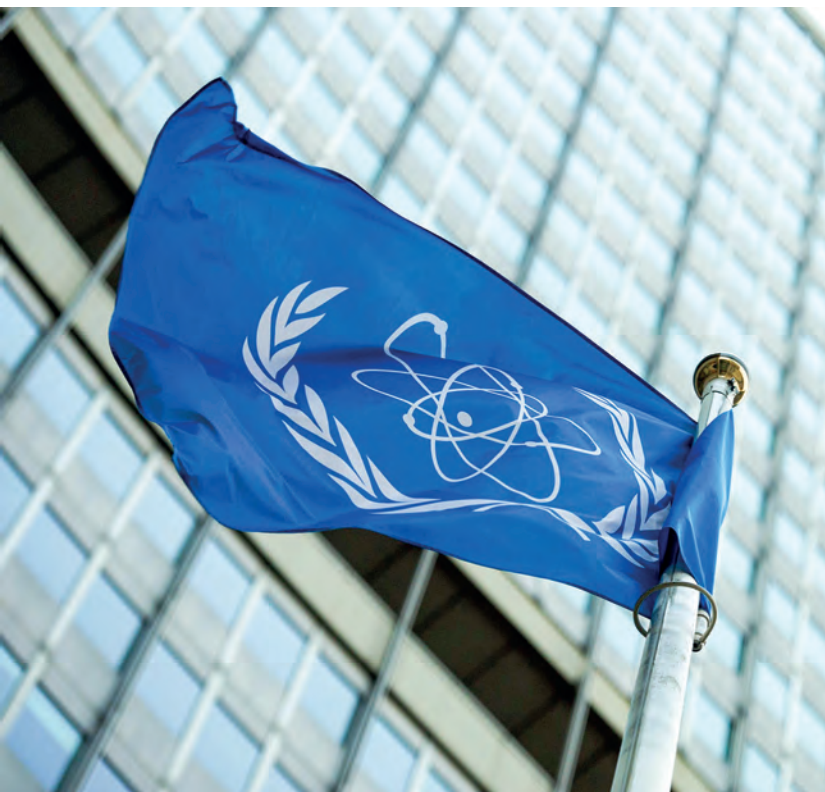
ЛУЧШИЕ СРЕДИ МОЛОДЫХ

Более 30 молодых специалистов приняли участие в молодежной научно-практической конференции специалистов-энергетиков, которая проходила 26–27 сентября в г. Логойске. Организатором мероприятия стало РУП «Белнипиэнергопром». Впервые на конференции выступили с докладами молодые специалисты из Российской Федерации – представители

ПАО «Силловые машины» и АО «Научно-технический центр Единой энергетической системы» (г. Санкт-Петербург).

В номинации «Лучший исследовательский доклад» победителями стали Э. Ёч и А. Серемяжко (РУП «Белэнерго-сетьпроект», 1-е место), А. Бобич (РУП «БЕЛТЭИ», 2-е место), А. Антипова (РУП «Белнипиэнергопром», 3-е место). В номинации «Лучший производственный доклад» призовые места заняли Н. Телюк (РУП «Белнипиэнергопром», 1-е место), Е. Пархомчик и К. Таращук (РУП «Белнипиэнергопром», 2-е место), А. Новак (РУП «Минскэнерго», 3-е место).

Автором лучшего информационного доклада признан А. Витязев (филиал «Лидские электрические сети» РУП «Гродноэнерго»), звание «Лучший юниор» удостоен М. Флерко (РУП «БЕЛТЭИ»). Награда за лучший доклад зарубежного участника присуждена А. Сульчаковой (АО «Научно-технический центр Единой энергетической системы»).



ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОЛЖНА ОСТАВАТЬСЯ В ФОКУСЕ ПОВЫШЕННОГО ВНИМАНИЯ

По итогам 63-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ

16 сентября в Венском международном центре открылась 63-я сессия Генеральной конференции МАГАТЭ. В мероприятиях конференции приняли участие представители около 170 стран. Белорусскую делегацию возглавил заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк. В ее состав вошли представители Госатомнадзора, МИД, ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси, ГП «Белорусская АЭС».

Центральной темой 63-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ стала ядерная безопасность, достижение которой является приоритетом работы Агентства. В преддверии 50-летия с момента вступления в силу Договора о нераспространении ядерного оружия эта тема представляется особенно актуальной. «Выгоды ядерных технологий будут устойчивыми лишь в том случае, если эти технологии использовать безопасно и физически защищенно», – отметил в ходе сессии исполняющий обязанности генерального директора МАГАТЭ Корнел Феруцэ.

Для Беларуси вопросы ядерной безопасности и транспарентности имеют абсолютный приоритет при реализации ядерно-энергетической программы, подчеркнул заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк, выступая на пленарном заседании сессии. Безопасности придается первостепенное значение, для ее достижения активно используются лучшие мировые практики и весь доступный зарубежный опыт.

За последний год Беларусь приняла три оценочные миссии МАГАТЭ: миссию EPREV по оценке готовности к реагированию на ядерные и радиационные аварийные ситуации, миссию ISSAS по вопросам учета и контроля ядерных материалов и миссию pre-OSART по предварительной оценке эксплуатационной безопасности строящейся АЭС. Выводы экспертов, принявших участие в миссиях, подтверждают приверженность Беларуси обеспечению самого высокого уровня ядерной безопасности.

М.И. Михадюк выразил поддержку усилиям МАГАТЭ, которое предоставляет государствам-членам эффективный инструментарий консультативного и технического содействия по широкому спектру вопросов безопасности, и подчеркнул, что ядерная безопасность должна оставаться неделимой, технически и практически обоснованной и свободной от каких-либо политических влияний, а международное сотрудничество – строиться на основе уважения суверенного права государства развивать собственную ядерную энергетику.

В рамках сессии заместитель Министра энергетики встретился с представителями Государственной корпорации по атомной

энергии «Росатом», руководством и представителями Секретариата МАГАТЭ, а также принял участие во встрече с делегацией Еврокомиссии. В ходе встречи обсуждалось выполнение рекомендаций, высказанных по результатам партнерской проверки стресс-тестов. Белорусская сторона подтвердила, что Национальный план действий по итогам проведения стресс-тестов Белорусской АЭС не является закрытым документом и находится в свободном доступе. Страна уже приступила к его реализации, о чем были проинформированы представители Еврокомиссии.

Вопросы ядерной безопасности нашли отражение и в разделах выставки, проходившей в рамках Генконференции. 44 экспозиции, представленные Канадой, Великобританией, США, Францией, Германией и другими странами, продемонстрировали достижения в ядерной отрасли, научные и технические разработки. Выставочный стенд «Республика Беларусь. Статус ядерной инфраструктуры» был посвящен развитию национальной ядерной инфраструктуры и ее готовности к эксплуатации атомной электростанции. Стенд посетили более 500 гостей и участников Генконференции.

Участие белорусской делегации в 63-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ позволило довести до государств-членов и Секретариата Агентства объективную информацию о реализации проекта строительства Белорусской АЭС и усилиях Беларуси по обеспечению ядерной безопасности, способствовало продвижению позитивного имиджа белорусской ядерно-энергетической программы и формированию благоприятного отношения мировой общественности к проекту строительства Белорусской АЭС.

**Подготовлено по материалам
Департамента по ядерной энергетике Минэнерго**

В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО О ВИЭ ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ

24 сентября подписан Указ Президента Республики Беларусь № 357 «О возобновляемых источниках энергии», которым внесены существенные изменения в законодательство, определяющее развитие возобновляемой энергетики в Республике Беларусь.

Обновление правового поля возобновляемой энергетики – актуальное и своевременное событие. Начиная с 2010 года, когда был принят Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии», это направление энергетики в Беларуси развивается стремительными темпами. Такая тенденция сохранилась и после подписания Указа Президента Республики Беларусь от 18 мая 2015 года № 209*, которым было введено квотирование строительства новых, модернизации и реконструкции действующих установок по использованию ВИЭ. Закон гарантировал инвесторам подключение установок с использованием ВИЭ к государственным электросетям и приобретение всей предложенной ими энергии по тарифам с повышающими коэффициентами.

Между тем неконтролируемый рост количества источников зеленой энергии может иметь негативные последствия для устойчивости работы Белорусской энергосистемы и стоимости электроэнергии для потребителей. Необходимо также учитывать, что в условиях эксплуатации Белорусской АЭС блок-станции, использующие ВИЭ, будут оказывать существенное влияние на режимы работы энергосистемы.

Кроме того, практика поддержки развития ВИЭ показала, что зачастую субъекты хозяйствования не обеспечивают своевременный ввод установок в эксплуатацию, а также ввозят на территорию республики устаревшее оборудование. Очевидно, что назрела необходимость в совершенствовании законодательства в сфере ВИЭ и изменении подходов к экономическому стимулированию развития данного направления.

Изменения в национальном законодательстве о возобновляемой энергетике обусловлены также такими тенденциями в мировой возобновляемой энергетике, как развитие технологий в этой области, повышение эффективности работы используемого оборудования и снижение его стоимости. Эти тенденции, безусловно, влияют на развитие ВИЭ в Беларуси.

В связи с этим Указом Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2019 года № 357 «О возобновляемых источниках энергии» предусмотрены меры по совершенствованию законодательства в сфере использования ВИЭ.

В частности, с 1 ноября создание новых, а также реконструкция и модернизация действующих установок ВИЭ в рамках распределенных с 2019 года квот будет осущест-



вляться только с использованием нового оборудования, ранее не находившегося в эксплуатации, и применением стимулирующих коэффициентов при оплате поставленной электроэнергии от установок в государственную энергетическую сеть.

Без квот и без ограничений в части использования нового оборудования юридические лица и индивидуальные предприниматели смогут создавать установки ВИЭ исключительно в целях энергетического обеспечения собственной хозяйственной деятельности. При этом энергосистема будет принимать излишки электроэнергии от таких установок (то есть электроэнергию, выработанную сверх объемов, необходимых для собственной хозяйственной деятельности) с применением стимулирующих коэффициентов.

Указом Президента Республики Беларусь также внесены изменения в части применения повышающих коэффициентов при покупке электроэнергии от установок ВИЭ, при создании которых превышен срок ввода в эксплуатацию, предусмотренный инвестиционным договором на дату его заключения. По аналогии с установками, создаваемыми в рамках квот, применение повышающих коэффициентов при реализации инвестиционных договоров уменьшается на период превышения срока ввода установок в эксплуатацию (за исключением установок, введенных в эксплуатацию до 1 ноября 2019 года).

Одним из важных нововведений является регламентация режимного взаимодействия с Белорусской энергосистемой установок ВИЭ установленной электрической мощностью 1 МВт и более, созданных в пределах квот, распределенных после 1 ноября 2019 года.

Несмотря на то что сегодня мощности зеленой энергетики в мире наращиваются, даже в наиболее развитых в этом отношении странах выработка электроэнергии базируется на топливной генерации. И такое положение дел в ближайшие годы сохранится. Общеизвестно, что использование ВИЭ максимально эффективно в случае комбинации с традиционными источниками. Возобновляемая энергетика должна дополнять традиционную, позволяя энергосистеме гибко реагировать на изменения спроса на электроэнергию.

Подготовлено по материалам Минэнерго

*Признан утратившим силу согласно Указу Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2019 года № 357 «О возобновляемых источниках энергии».



ВРУЧЕНЫ НАГРАДЫ ПОБЕДИТЕЛЯМ КОНКУРСА «ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ – 2019»

7 октября в Национальном художественном музее состоялось награждение победителей V Республиканского конкурса «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь – 2019».

Организаторами конкурса выступили Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации, РУП «БЕЛТЭИ», Институт энергетики Национальной академии наук, Центр поддержки предпринимательства «Деловые медиа». Конкурс нацелен на продвижение передового опыта использования энергоэффективных материалов, систем, решений, способствующих экономии средств, повышению технологического уровня производства и конкурентоспособности продукции и обеспечивающих экономический рост в разных отраслях народного хозяйства.

В этом году лауреатами конкурса стали 19 предприятий республики. В их числе организации системы Минэнерго, входящие в состав ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», а также отраслевые СМИ.

Победителями в номинации «Энергоэффективный продукт года» стали РУП «Гомельэнерго», отмеченное Дипломом победителя за систему дистанционного учета электроэнергии с применением GPRS-технологий, и филиал «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго», представивший на конкурс трехфазный многофункциональный счетчик электроэнергии. В номинации «Энергоэффективная технология года» победу одержало РУП «Гродноэнерго» с системой мониторинга и управления режимами теплоснабжения г. Гродно.

Восемь дипломов вручены организациям ГПО «Белтопгаз». Лидером по числу номинаций стало УП «МИНГАЗ» – экспертный совет конкурса отметил наградами четыре его проекта: «Мо-

дернизация систем телеметрии газораспределительного пункта и системы газоснабжения», «Применение системы STADTLER», «Замена котлов отопления на ГРП на энергоэффективное оборудование с функцией дистанционного управления температурным режимом», «Автоматизация технологического процесса брикетного цеха и котельной филиала ТБЗ «Сергеевичское» (номинация «Энергоэффективная технология года»). Проект предприятия «Модернизация электроснабжения газораспределительных пунктов с использованием солнечных (фотогальванических) панелей» победил в номинации «Технологии и проекты года на основе возобновляемых источников энергии».

УП «МИНГАЗ» удостоено также Почетного диплома «За комплексный подход по внедрению и популяризации принципов энергоэффективности и ресурсосбережения».

Дипломами победителей в номинации «Энергоэффективная технология года» отмечены РУП «Могилевоблгаз» за мультипрограммный комплекс «Техническое обслуживание и ремонт газорегуляторного оборудования» и ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры» – за технологию производства штампованных деталей на автоматизированной установке горячей объемной безоблойной штамповки с ЧПУ модели F 32.2LNTM (NEOTECMAN, Испания).

В специальных номинациях «Лучшие публикации по энергоэффективности» и «Лучшее корпоративное СМИ» были отмечены научно-практический журнал Минэнерго «Энергетическая стратегия» и отраслевые газеты «Энергетика Беларуси», «БЕЛТОПГАЗ. Газоснабжение и торфопереработка».

Поздравляем победителей!

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Факты. Прогнозы. Аналитика

Германия ужесточила правила строительства ветровых и солнечных электростанций

В Германии приняты новые правила в сфере возобновляемой энергетики. Теперь в стране запрещено строительство ветропарков ближе чем в 1000 м от жилых районов, что позволяет исключить негативное воздействие специфического шума от ветроустановок. Эта мера заставляет владельцев ВЭС возле жилых районов «переоборудовать» ветропарки с учетом новых требований. Кроме того, теперь половина территории ФРГ недоступна для новых проектов. Отдельные земли и муниципалитеты в Германии, рассчитывавшие на получение зеленой энергии в перспективе, разочарованы, ведь в соседних странах ЕС правила не такие жесткие: там принято строить ветропарки на расстоянии 500 м и менее от жилья.

Критики климатических правил считают, что ограничение расстояния между жильем и ветропарками не так уж необходимо. Даже Greenpeace Energy в своем исследовании отмечает, что в Германии подавляющее большинство людей, живущих рядом с ветроэлектростанциями, не испытывает дискомфорта от такого соседства. Зато налицо материальные выгоды: низкий тариф на электроэнергию, рабочие места рядом с домом, отчисления налогов в местный бюджет.

Эксперты отмечают, что «правило 1000 метров» усложняет задачу, которую поставила перед собой Германия: к 2030 году достичь 65 % возобновляемой энергии в топливно-энергетическом балансе. Вместе с тем документ предусматривает для земель и муниципалитетов возможность отказа от соблюдения правила. В ближайшее время правительство также пообещало принять меры для облегчения выдачи разрешений на сооружение энергообъектов, использующих ВИЭ: сегодня этот процесс очень замедлен и сложен.

Россия наращивает добычу угля

Россия к 2035 году намерена занять четверть мирового рынка угля. Планируется, что к 2024 году добыча этого энергоресурса вырастет на 9,3–20,7 % (до 480–530 млн т) по сравнению с уровнем 2018 года, а в 2035-м – еще на 11 %.

Между тем в Европе сейчас отказываются от ископаемого топлива в пользу других источников энергии. Согласно прогнозу Института энергетики РАН и Энергетического центра бизнес-школы «Сколково» о развитии мировой и российской энергетики до 2040 года, к тому времени доля угля в мировой электрогенерации снизится с 35 % (2015 год) до 22 %.

Как отмечает Bloomberg, давление на уголь оказывают гелио- и ветроэнергетика, а также проблемы, связанные с изменениями климата. Европейцы активно поддерживают развитие генерации, способствующей снижению выбросов CO₂ в атмосферу. Газ в этом смысле – более привлекательная альтернатива.

В частности, полностью отказаться от угля в энергетике к 2050 году планируют в Польше. Сейчас около 80 % польских генерирующих мощностей работают на угле, за что Варшаву постоянно критикуют европейские структуры и экологические организации. Пока же Польша остается одним из главных потребителей российского угля: в прошлом году его поставки в страну достигли 13,5 млн т.

В ближайшие годы спрос на этот энергоноситель будет расти, хотя и низкими темпами. Прошлым летом цены на российский уголь в Европе упали до самых низких значений за последние три года, опустившись ниже себестоимости с учетом доставки. Причинами стали теплая зима в Европе и, как следствие, избыток угля на складах, а также тренд замещения угля более



экологичным топливом, в частности СПГ. Тем не менее эксперты отмечают конкурентоспособность российского угля. Она стабильна, несмотря на высокую стоимость железнодорожных перевозок. Благодаря низким затратам на производство на момент поставки покупателю стоимость российского угля сопоставима с ценой топлива основных конкурентов (Австралии, Индонезии и Южной Африки).

Российская угольная отрасль все больше ориентируется на страны Азиатско-Тихоокеанского региона, Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока и Африки. В пятерке крупнейших импортеров – Китай, Индия, Япония, Корея и Тайвань. В Индии на ТЭС вырабатывается более половины всей электроэнергии. В среднесрочной перспективе именно Дели станет ключевым импортером угля, предсказывает Международное энергетическое агентство (МЭА).

Эксперты прогнозируют, что спрос на уголь в азиатских странах продолжит увеличиваться по мере развития их экономик. Даже если через 15 лет доля угля в энергетической структуре этих государств снизится, абсолютные показатели вырастут, поскольку увеличится общая электрогенерация. Однако в связи с экологическими проблемами в странах ОЭСР, а также решением крупнейших импортеров угля –

Китая и Индии – сокращать долю ресурса в энергетическом балансе, будущее угля остается неопределенным.

Власти США препятствуют росту ветроэнергетики

Одним из самых быстрорастущих секторов электрогенерации в США стала ветроэнергетика. Эксперты отмечают невероятные, взрывные темпы ее роста в мире, причем в США они оказались еще мощнее, чем в Европе, где ветроэнергетическая отрасль уже сформировалась.

Крупные корпорации планируют инвестировать \$ 70 млрд в прибрежные ветровые электростанции – новое для страны направление. Более того, от Калифорнии до Нью-Джерси продолжает расти количество наземных турбин. Однако инвесторов тревожит, что федеральное правительство может начать отклонять проекты ВЭС.

Так, энергокомпания Vineyard Wind на министерском уровне отказала в одобрении проекта строительства первого в США морского ветропарка. Планировалось, что в 2022 году электростанция из 84 гигантских турбин будет введена в эксплуатацию, при этом европейские партнеры уже подписали контракты на поставку электричества штату Массачусетс. Причиной отказа министерство называет малую изученность вопроса о влиянии морского ветропарка на экосистему.

Сегодня ветроустановки обеспечивают чуть больше трети валовой энергии, генерируемой на Юго-Западе и Среднем Западе США. Нью-Йорк, Нью-Джерси и другие восточные штаты уже внесли ветроэнергетическую составляющую в свою энергоматрицу, так как наличие альтернативной энергии помогает смягчить проблему пиковых нагрузок, обусловленную неравномерностью поставок нефти. Тем не менее президент США продолжает делать ставку не на чистую энергетику, а на традиционные углеводороды.

Затраты на хранение солнечной энергии упали ниже рыночных

Затраты на хранение энергии, полученной солнечными электростанциями, постепенно снижаются, отмечает энергетическая компания New Energy Update. Сегодня в Европе цена на хранение чистой энергии опустилась ниже оптовых цен на электроэнергию. Эксперты предвещают дальнейшее падение цен.

Владельцы хранилищ солнечной электроэнергии сегодня сосредоточены на максимизации прибыли. Аккумуляторы в силах компенсировать ценовой риск для торговли электроэнергией, отмечают специалисты, проведшие недавно исследование затрат на фотоэлектрические и аккумуляторные батареи в шести европейских городах. К тому же стоимость самой солнечной электроэнергии имеет тенденцию к снижению. Сбить цену помогают новые технологии, которые увеличивают установленную емкость батареи, позволяя экономить.

В докладе PVSEC EC о будущем солнечных батарей говорится, что расходы на их эксплуатацию снизятся с 4,1 €/кВт·ч в 2019 году до 2,0 €/кВт·ч в 2050 году.

Сегодня средняя скорость деградации батареи зависит от технологии и стратегии зарядки и отправки. В среднем она составляет 25 лет. Однако эксперты прогнозируют, что прогресс значительно сократит этот срок. Полная замена стационарных аккумуляторов произойдет максимум

через 15 лет. Это приблизительно 4–5 тыс. циклов зарядки на 80 %. Учитывая, что каждый день аккумулятор используется не полностью, 15 лет – это реально, но в будущем срок непременно увеличится по мере совершенствования аккумуляторных технологий.

Успехи в продлении срока службы батарей будут иметь решающее значение для сокращения эксплуатационных расходов на солнечные установки и складские помещения. Сегодня разработчики заняты вопросом продления срока службы аккумуляторной батареи до 25–30 лет.

Дания отказалась от добычи собственного газа

Дания приостановила добычу газа на крупнейшем в королевстве месторождении Тайра, решив перейти на импорт российского газа. Об этом со ссылкой на заявления официальных представителей пресс-службы министерства энергетики Дании сообщают журналисты Датского радио. Уточняется, что причиной отказа от собственной добычи является просадка грунта – в районе месторождения Тайра уровень морского дна опустился на 6 м. Вследствие этого расстояние между поверхностью воды и платформами сократилось до 15 м.

Обновление и улучшение инфраструктуры месторождения может занять до трех лет. В этот период Дания намерена импортировать российский газ через Германию.

В Иране объявили о новых правилах закупки электроэнергии ВИЭ

По сообщению иранского агентства IRIB, министерством энергетики страны объявлено о новых правилах гарантированной закупки электроэнергии у поставщиков, использующих возобновляемые источники в Иране.

На основании этих правил ведомство повысило цену на гарантированную закупку электроэнергии, произведенной установками ВИЭ, что должно способствовать строительству таких электростанций в Исламской Республике, а также повысить конкурентоспособность компаний, работающих в возобновляемой энергетике.

По информации иранской Организации по возобновляемой энергии и энергоэффективности (SATBA), для решения экологических проблем в прибрежных провинциях и мегаполисах будет удвоена базовая ставка гарантированных закупок электроэнергии от станций, работающих на биомассе. Ставка покупки электроэнергии от ВЭС в провинции Систан и Белуджистан на юго-востоке Ирана увеличится на 10 % по сравнению с цифрами, указанными в контрактах.

Электростанции, использующие ВИЭ и построенные для экспорта электроэнергии, могут по запросу продавать ее SATBA в соответствии со ст. 61 Закона о внесении изменений в модель потребления. В этом случае они обязаны аннулировать свои экспортные лицензии. Для энергообъектов, не вышедших на проектную мощность, корректировка цен будет осуществляться с момента достижения полной мощности.

Создается уникальный ветрогенератор для Арктики

Ученые России и Финляндии работают над созданием ветрогенераторной установки для Арктики. Проект международного коллектива ученых направлен на создание уникальной



автономной ВЭУ, которая сможет эффективно работать в арктических условиях, где остро стоят проблемы энергоснабжения, так как доставка органических энергоносителей в этот регион – очень дорогостоящий процесс.

Эксперты отмечают, что ресурсы ветровой энергии в Арктическом регионе велики, однако ее использование затруднено ввиду суровых климатических условий: в условиях низких температур металлы становятся хрупкими, возможно обледенение лопастей ветрогенераторов. Также возникают серьезные проблемы с изготовлением фундамента и монтажом установки из-за бездорожья и короткого летнего периода.

Ученые оценят природно-климатические характеристики и ветропотенциал Арктического региона, экстремальные факторы, которые необходимо учитывать при проектировании и конструировании ВЭУ, и выявят наиболее эффективные зоны для внедрения предлагаемых технологий. При этом рассматривается возможность расчета эффективности как наземной, так и плавучей (подводной) установки. С учетом особенностей эксплуатации Северного морского пути, больших водных пространств северных морей и озер в России и Финляндии создание таких установок открывает широкие перспективы экологического энергоснабжения удаленных арктических областей.

Российскую сторону в консорциуме представляет Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, финскую – Лаппеенрантский технологический университет. Еще один участник консорциума – ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» – занимается анализом материалов, которые могут быть использованы при изготовлении элементов конструкции и строительстве установки. Результатом проекта должен стать прототип (цифровой двойник) ветрогенератора, адаптированного к северным условиям, а также геоинформационная система, отображающая ветропотенциал, природно-климатические характеристики (в том числе экстремальные) и зоны оптимального местоположения систем энергоснабжения с ветрогенераторами арктического исполнения.

Предложена новая концепция экологически дружественных батарей

Европейские специалисты представили новую концепцию алюминиевых аккумуляторов, плотность энергии которых в два раза превышает показатели предыдущих версий. Батарея

состоит из распространенных материалов, может уменьшить производственные расходы и воздействие на окружающую среду. Исследование было проведено шведскими и словенскими учеными.

Алюминиевые аккумуляторы имеют несколько преимуществ, включая высокую теоретическую плотность энергии, наличие индустрий для их изготовления и переработки. Стоимость материалов и экологический вред при таком подходе намного ниже по сравнению с аналогами. Это делает разработку пригодной для крупномасштабного использования, например, в качестве систем хранения энергии для солнечных и ветровых электростанций.

Сейчас алюминиевые батареи в продаже отсутствуют, исследовательских прототипов немного.

Ученые пытаются выяснить, сможет ли технология заменить литий-ионные системы, наиболее распространенные в мире. Пока энергетическая плотность алюминиевых аккумуляторов составляет 50 % плотности литий-ионных. Напомним, что в 2019 году именно за разработку литий-ионной технологии Дж. Гуденафу (США), С. Уиттингему (Великобритания) и А. Иосино (Япония) была присуждена Нобелевская премия по химии.

Сверхчувствительный диод превращает микроволны в электричество

Японские специалисты объявили о создании высокочувствительного выпрямительного элемента в виде нанопроводного обращенного диода, превращающего маломощные микроволны в электричество.

Устройство разработано сотрудниками Японского научно-технологического агентства (ЯНТА), корпорации Fujitsu Limited и Токийского столичного университета. Ожидается, что новая система поможет собирать энергию радиоволн из окружающей среды, генерируя электричество от импульсов устройств вроде мобильных вышек.

Микроволны – один из примеров доступных слабых энергоресурсов. Устройства, преобразующие их в электричество, состоят из антенны, улавливающей импульсы, и выпрямительного элемента (диода). Его чувствительность к радиоволнам зависит от размера устройства и крутизны характеристик выпрямления. Исследователи улучшили параметры системы, создав обращенный диод. Выпрямление происходит при нулевом напряжении смещения в месте соединения двух типов полупроводников. При этом принцип движения тока (туннельный эффект) отличается от механизмов, лежащих в основе стандартных диодов Шотки.

Изменив соотношение компонентов полупроводниковых материалов и плотность добавляемых дефектов, ученые уменьшили размер стандартного диода, вырастив нанокристаллы диаметром 150 нм.

Новый диод в 10 раз чувствительнее аналогов и примерно в 11 раз результативнее стандартных выпрямителей. Устройство может эффективно преобразовывать в электричество маломощные импульсы класса 100 нВт.

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

ОТОПИТЕЛЬНЫЙ СЕЗОН СТАРТОВАЛ

В рамках реализации постановления Совета Министров Республики Беларусь от 4 июня 2019 года № 362 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2019/2020 года» Министерством энергетики Республики Беларусь и подведомственными ему организациями приняты соответствующие приказы, разработаны организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение устойчивого и надежного топливо- и энергоснабжения потребителей республики, а также утверждены графики проведения ремонтов основного энергетического и газового оборудования, тепловых, электрических и газовых сетей.



П.А. ШКУРКО,
начальник отдела энергетики
и газоснабжения производственно-
технического управления
Министерства энергетики
Республики Беларусь

В целях обеспечения бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами и подготовки энергоисточников к устойчивой работе в осенне-зимний период 2019/2020 года (ОЗП) в Минэнерго созданы рабочие группы для проверки готовности объектов потребителей и Белорусской энергосистемы к началу отопительного периода, а также оперативные группы по координации подготовительных и ремонтных работ, работ по созданию необходимых запасов топлива. Контроль за подготовкой подведомственных Министерству энергетики организаций к работе в условиях ОЗП 2019/2020 года осуществляет отраслевой штаб, на заседаниях которого ежемесячно обсуждается динамика работы в этой области.

Принятые меры позволили успешно и в намеченные сроки завершить подготовку электростанций, тепло- и электрогенерирующих установок, газовых, тепловых и электрических сетей к работе в период максимальных нагрузок, разработать оптимальные варианты топливоснабжения и режимов энергоснабжения потребителей в ОЗП 2019/2020 года в условиях

возможного сокращения поставок энергоносителей, в случаях возникновения аварийных ситуаций, а также значительного снижения температуры наружного воздуха.

Так, организациями, входящими в состав ГПО «Белэнерго», к началу отопительного сезона в соответствии с утвержденными графиками ремонтов теплотехнического оборудования выполнены:

- капитальные ремонты 12 энергетических котлов (60 % от годового плана), 13 турбин (72 %), 6 водогрейных (75 %) и 2 паровых котлов (67 %);
- средние ремонты 14 энергетических котлов (93 % от годового плана), 7 турбин (100 %), 10 водогрейных (91 %) и 6 паровых котлов (75 %).

Согласно графикам ремонтов электротехнического оборудования произведены капитальные ремонты 13 генера-

Таблица 1. Информация о ходе выполнения плана по замене и строительству тепловых сетей РУП-облэнерго

РУП-облэнерго	План на 01.01.2020, км	План на 20.09.2019, км	Фактически выполнено, км	% от плана на 01.01.2020	% от плана на 20.09.2019
РУП «Брестэнерго»	14,9	23,0	20,54	137,1	89,3
РУП «Витебскэнерго»	22,4	22,4	24,35	108,7	108,0
РУП «Гомельэнерго»	7,0	19,2	20,82	295,8	108,2
РУП «Гродноэнерго»	23,9	25,6	29,71	124,2	115,9
РУП «Минскэнерго»	54,1	87,2	64,78	119,7	74,2
РУП «Могилевэнерго»	12,1	21,1	23,46	193,7	111,1
ГПО «Белэнерго»	134,4	198,5	183,66	136,5	92,4

торов (72 % от годового плана), 10 высоковольтных выключателей напряжением 220–330 кВ (71 %), а также комплексный ремонт оборудования на подстанциях напряжением 35–330 кВ.

Согласно установленному Правительством Республики Беларусь заданию в ходе подготовки к ОЗП 2019/2020 года энергоснабжающим организациям Минэнерго необходимо заменить и построить 198,5 км тепловых сетей, в том числе не менее 134,4 км к 20 сентября. По состоянию на 1 октября объем выполнения данных работ составил 183,66 км, или 92,4 % от годового плана и 136,5 % – от плана на 20 сентября (см. таблицу 1).

Протяженность ВЛ 0,4–750 кВ, прошедших капитальный ремонт, составила 18 096,6 км, или 71 % от планового задания на год (см. таблицу 2).

В рамках подготовки к ОЗП 2019/2020 года реализуется ряд других мероприятий, направленных на повышение надежности работы ВЛ 10(0,4)–750 кВ. В частности, к началу отопительного сезона энергоснабжающими организациями, входящими в систему Минэнерго, выполнена расчистка просек воздушных ЛЭП на площади 11 890,6 га (89,6 % от годового плана) и реконструировано с применением защищенных (покрытых) проводов 531,7 км (73,5 %) ВЛ 10 кВ, проходящих по лесным массивам.

Организациями ГПО «Белтопгаз» к началу отопительного сезона реконструировано и отремонтировано 46 котлов (100 % от годового плана), 29 артскважин (104 %), 27 теплообменников (100 %), 33 силовых трансформатора (100 %), 8,1 км ЛЭП (103 %), 50 тепловых камер (102 %), 2,6 км тепловых сетей (101 %).

Специалистами газоснабжающих организаций проведено комплексное приборное обследование 7672,55 км подземных газопроводов (100 % от запланированного объема), а также оценка технического состояния 742,65 км подземных газопроводов со сроком службы 40 и более лет (102 %). Произведена замена 377 единиц оборудования ГРП (ШРП), находящегося в эксплуатации свыше 20 лет (87 %), и 133 867 единиц морально устаревшего бытового газового оборудования (122 %).

Запас топочного мазута в настоящее время составляет 350,6 тыс. т, или 101 % от задания, установленного на 1 октября.

Организациями торфяной промышленности по состоянию на 1 октября добыто 2470,4 тыс. т торфа, или 101,9 % к годовому заданию, произведено 751,7 тыс. т топливных

Таблица 2. Информация о ходе выполнения плана капитальных ремонтов ВЛ 0,4–750 кВ

РУП-облэнерго	План на 2019 год, км	Фактически выполнено, км	% от плана
РУП «Брестэнерго»	3327,00	2687,20	80,8
РУП «Витебскэнерго»	4159,44	3034,60	73,0
РУП «Гомельэнерго»	4285,34	2841,71	66,3
РУП «Гродноэнерго»	3702,20	2767,80	74,8
РУП «Минскэнерго»	5155,99	3245,58	62,9
РУП «Могилевэнерго»	4969,50	3519,70	70,8
ГПО «Белэнерго»	25 599,47	18 096,59	70,7

брикетов и сушенки торфяной, в том числе 725,1 тыс. т топливных брикетов, что составило 98 % объема производства к соответствующему периоду прошлого года.

В целом по республике подлежали оформлению (регистрации) в органах госэнергонадзора 28 857 паспортов готовности к работе в ОЗП 2019/2020 года потребителей тепловой энергии и 13 767 паспортов готовности ведомственных теплоисточников. По состоянию на 1 октября оформлено (зарегистрировано) 28 853 паспорта готовности потребителей тепловой энергии и 13 767 паспортов готовности ведомственных теплоисточников (соответственно 99,99 % и 100 %; см. таблицу 3).

Таким образом, к началу отопительного сезона своевременно подготовлено все технологическое оборудование, обеспечивающее энергоснабжение потребителей республики в условиях ОЗП 2019/2020 года, а также создан запас топлива в объеме, достаточном для бесперебойного энерго- и газоснабжения потребителей при прохождении зимнего максимума потребления энергии.

Таблица 3. Информация о ходе регистрации паспортов готовности потребителей тепловой энергии и ведомственных теплоисточников в разрезе областей и по г. Минску

Область, город	Паспорта готовности			
	потребители тепловой энергии		ведомственные теплоисточники	
	оформлено	% от общего количества потребителей	оформлено	% от общего количества теплоисточников
Брестская	4969	99,96	2764	100
Витебская	3212	99,94	1652	100
Гомельская	4930	100	2059	100
Гродненская	4194	100	2274	100
Минская	4724	100	2645	100
Могилевская	3789	100	1823	100
г. Минск	3035	100	550	100
Итого	28 853	99,99	13 767	100

ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ ПОДСТАНЦИИ 330 кВ «МИНСК-СЕВЕРНАЯ»

В конце сентября завершена полномасштабная реконструкция важнейшего для потребителей столицы и района электросетевого объекта – подстанции 330/110/10 кВ «Минск-Северная», непосредственно связанной двумя ячейками 330 кВ со схемой выдачи мощности Белорусской атомной электростанции. Проект «Реконструкция подстанции 330/110/10 кВ «Минск-Северная» с заходами ВЛ 110 кВ Минского района Минской области» включал в себя две очереди строительства и шесть пусковых комплексов.



В.В. БАРИНОВ,
главный инженер проекта
РУП «Белэнергосетьпроект»,
заслуженный энергетик СНГ

Подстанция «Минск-Северная» была сдана в эксплуатацию в 1968 году и предназначалась для разгрузки значительной части Минского кольца ЛЭП 110 кВ путем передачи электроэнергии с Лукомльской ГРЭС. Первую реконструкцию подстанция пережила в 1987-м: тогда были заменены все трансформаторы тока напряжением 110 кВ и отдельные – напряжением 330 кВ, построено новое здание ОПУ-2, компрессорная (с одновременной реконструкцией воздухопроводов) для обеспечения надежного срабатывания воздушных выключателей, сооружена дополнительная ячейка 330 кВ к 426-й линии, что позволило замкнуть Минское кольцо, в состав которого входят узловы подстанции 330 кВ «Минск-Северная», «Колядичи», «Минск-Восточная» и ТЭЦ-4. Одновременно были смонтированы новые щиты постоянного тока и заменены воздушные выключатели.

Долгое время, несмотря на свой «преклонный» возраст, ПС «Минск-Северная» наравне с другими подстанциями Мин-

ского кольца успешно обеспечивала передачу электроэнергии из системообразующей сети 330 кВ в сети 110 кВ для питания электропотребителей г. Минска и Минской области. Но с годами оборудование подстанции полностью выработало свой технический ресурс и потребовало замены, а сама подстанция (ее схемное решение) – реконструкции.

Проектные решения

Реконструкция ПС «Минск-Северная» с полным ее переоборудованием была запланирована давно, однако из-за отсутствия источника финансирования дальше архитектурного проекта, разработанного специалистами РУП «Белэнергосетьпроект» в 2009 году, дело не пошло.

Разработчики архитектурного проекта приняли решение о переводе ОРУ 330 кВ подстанции на полуторную схему, открывающую широкие возможности для перспективного развития ПС, в том числе с учетом будущего строительства Белорусской атомной электростанции.

По итогам конкурсных торгов в 2012 году генпроектировщиком проекта стала Северокитайская энергетическая проектно-инженерная компания при китайской электроэнергетической инженерно-консультационной корпорации (НСРЕ), уже имевшая к тому моменту опыт подобного рода деятельности в рамках реализации проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой». К этому времени в РУП «Белэнергосетьпроект» полным ходом шла разработка строительного проекта, и в 2016 году практическая реализация инвестиционного проекта по обновлению подстанции началась.

К сведению:

От распределительного устройства (ОРУ) 330 кВ ПС 330/110/10 кВ «Минск-Северная» отходят четыре ВЛ 330 кВ: на ТЭЦ-4, Лукомльскую ГРЭС, КРУЭ 330 кВ БелАЭС (до реконструкции эта ВЛ уходила на ПС «Молодечно») и ПС 330 кВ «Минск-Восточная».

К ОРУ 110 кВ ПС «Минск-Северная» подключены 13 ВЛ 110 кВ, в том числе пять ВЛ, от которых запитаны ПС 110/10 кВ Минского района «Вишневка», «Новый Двор», «Кривое Село» и др. По остальным ВЛ 110 кВ запитаны ПС 110/10 кВ северо-западной части г. Минска «Западная», «Веснянка» и др.

Реконструкция ПС «Минск-Северная» – нестандартный проект. Подстанция питает огромное количество важных потребителей столицы и района, поэтому отключения здесь ограничены по времени и трудоемки в плане организации временных схем питания электропотребителей. По сложности реализации проект значительно превосходил реконструкцию, например, действующей подстанции 330/220/110/35/10 кВ «Мирадино», где было необходимо попеременно отключать три ВЛ 330 кВ и четыре ВЛ 220 кВ с созданием временных схем. Но если в случае с «Мирадино» существовала возможность относительно «безболезненной» организации необходимых отключений ЛЭП, то при реконструкции ПС «Минск-Северная» такие варианты практически отсутствовали.

В условиях невозможности полного погашения напряжения на действующем электросетевом объекте при его реконструкции одним из способов минимизации негативных последствий отключения ВЛ для надежности электроснабжения является попарное отключение подлежащих реконструкции ячеек ПС с одновременным переключением между собой соответствующих ВЛ на концевых опорах, то есть создание так называемых временных транзитов. Это позволяет сохранить питание не только тех потребителей, которые подключены к этим ВЛ, но и присоединенных к ним отпайками. Конечно, такие решения тщательно просчитываются с точки зрения сохранения надежной работы вновь создаваемых «длинных» ЛЭП, а также исходя из потенциала их релейной защиты и противоаварийной автоматики (иногда существующие РЗА и ПА приходится временно реконструировать).

требования к отводу сельскохозяйственных земель под новое промышленное строительство, и от идеи строительства новой подстанции пришлось отказаться.

В результате был разработан проект реконструкции существующей подстанции в прежних границах с установкой дополнительного, третьего автотрансформатора 330/110/10 кВ и расширением ОРУ 110 кВ. Этот проект и был реализован.

Реализация проекта

До реконструкции два автотрансформатора подстанции мощностью по 200 МВА работали на пределе своих возможностей. Из-за физического износа их технические характеристики существенно ухудшились по сравнению с номинальными. После реконструкции на ПС были установлены три новых автотрансформатора по 200 МВА.

Монтаж АТ и остального высоковольтного оборудования ОРУ 330 кВ и 110 кВ выполнялся в чрезвычайно стесненных условиях существующей площадки – ввиду ее плотной застройки, большого количества установленного оборудования, шинных мостов, сборок, воздухопроводов, кабельных и других конструкций и непосредственной близости от оборудования соседних ячеек ОРУ 330, 110, 10 кВ, находящихся под напряжением.

Для того чтобы минимизировать количество и время отключений потребителей, питаемых со стороны ПС «Минск-Северная», ее реконструкцию разделили на четыре пусковых комплекса (ПК) – по количеству линий 330 кВ, приходящих на подстанцию.

На небольшом условно свободном от застройки участке территории ПС была построена первая новая ячейка 330 кВ (на Минскую ТЭЦ-4), а также две секции 1-й и 2-й систем шин 110 кВ с организацией семи ячеек существующих ВЛ 110 кВ (не считая резервных) 1-го ПК. При этом использовалось только современное первичное оборудование (с установкой элегазовых выключателей 330 кВ и 110 кВ и вакуумных выключателей 10 кВ в новом здании ЗРУ 10 кВ), а также новое вторичное оборудование на микропроцессорной базе – РЗА и ПА, АСУ ТП, АСКУЭ производства ABB и Siemens (вторые комплекты защит ВЛ) с использованием мультиплексорного оборудования связи тех же производителей. Здесь же был установлен и первый новый автотрансформатор мощностью 200 МВА производства КНР.

Для новой ячейки 330 кВ на ТЭЦ-4 было построено одноэтажное ОПУ, совмещенное с ЗРУ 10 кВ собственных нужд, что позволило избежать расходов на прокладку длинномерных контрольных и силовых низковольтных кабелей из существующего ОПУ-2.

После ввода в эксплуатацию 1-го ПК развернулись строительно-монтажные и пусконаладочные работы по 2-му ПК: в ячейку 330 кВ был выполнен заход ВЛ 330 кВ БелАЭС – ПС «Минск-Северная», построенной в рамках 8-го ПК проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой». Аналогичные работы выполнялись на 3-м ПК (ячейка 330 кВ на Лукомльскую ГРЭС) и 4-м ПК (ячейка 330 кВ на ПС «Минск-Восточная» и шесть ячеек 110 кВ).

Реконструкция ВЛ 330, 110, 35 кВ с заменой грозотроса на ОКГТ позволила не только восстановить самортизиро-



Подстанция 330 кВ «Минск-Северная»

Предвидя предстоящие сложности, разработчики архитектурного проекта первоначально рассматривали возможность сооружения новой подстанции на территории, прилегающей к действующей. Планировалось, что строительство будет выполняться с поэтапным перезаводом всех существующих ВЛ в ячейки новой ПС, последующим демонтажем старой и передачей ее площадки в сельхозоборот после рекультивации земель. Однако этот проект оказался более дорогим, кроме того, как раз в то время в значительной мере были ужесточены

ванную работоспособность указанных линий, но и организовать быстродействующие оптоволоконные каналы связи (ВОЛС ВЛ), обеспечивающие надежную работу РЗА и ПА.

К сведению:

Проект реконструкции ПС 330 кВ «Минск-Северная» предусматривал следующие основные работы:

1-я очередь строительства:

- демонтаж существующего оборудования, некоторых зданий и сооружений;
- строительство ОРУ 330 кВ (по полупортной схеме) и ОРУ 110 кВ с элегазовыми выключателями, ЗРУ 10 кВ с вакуумными выключателями, нового здания ОПУ-1;
- установка трех АТ по 200 МВА напряжением 330/110/10 кВ; современных щитов постоянного и переменного тока, аккумуляторных батарей; устройств РЗА и ПА, АСУ ТП ОРУ 330, 110, 10 кВ на базе цифровых терминалов, а также современных систем АСКУЭ, связи и КСБ, промышленного видеонаблюдения и охранно-периметральной сигнализации;
- реконструкция здания ОПУ-2, узла связи, контура заземления и др.

2-я очередь строительства:

- 1-й ПК: реконструкция ВЛ 110 кВ ОРУ 110 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Олеховичи» – ПС ЗСПВ – ПС «Молодечно» с последующей подвеской ОКГТ, а также реконструкция отпайки 35 кВ на ПС 35 кВ «Котельная» с подвеской оптоволоконка;
- 2-й ПК: реконструкция ВЛ 330 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Минск-Восточная» с последующей подвеской ОКГТ.

Вся подстанция была полностью переоборудована за 46 месяцев с минимальными отключениями действующих электроустановок и максимально быстрым вводом в работу вновь смонтированного оборудования. При этом технологическое расширение подстанции было выполнено без дополнительного отвода под эти цели сельхозугодий, несмотря на установку дополнительного автотрансформатора и расширение схем ОРУ 330, 110 кВ.

Надо отметить, что реализация столь сложного проекта в отведенные сроки стала возможной благодаря тому, что все строительные-монтажные и пусконаладочные работы на субподряде выполняла специализированная организация с высокопрофессиональным коллективом – ОАО «Электроцентрмонтаж», имеющее большой опыт в данной сфере деятельности. При этом все работы велись под техническим надзором РУП «Минскэнерго» и авторским надзором РУП «Белэнергопроект».

Временный транзит линий электропередачи

В ходе реализации проекта зачастую возникали ситуации, которые требовали нестандартных подходов.

В связи с отставанием от графика работ по сооружению ячеек элегазового распределительного устройства (КРУЭ) 330 кВ на атомной электростанции пришлось принимать временные проектно-технические решения, в том числе обеспечивать временные транзиты линий электропередачи 330 кВ для минимизации отключений существующих ВЛ в условиях плановых ремонтов ЛЭП, а также отключений, связанных как с реконструкцией подстанции «Минск-Северная», так и с реконструкцией и строительством ВЛ 330 кВ в рамках реализации проекта по выдаче мощности БелАЭС.

Одним из таких решений стала организация временной ВЛ 330 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Сморгонь» путем физического переключения цепей соответствующих ВЛ 330 кВ на концевых опорах вблизи БелАЭС. По сути, было выполнено объединение двух проектных ВЛ 330 кВ: БелАЭС – ПС «Минск-Северная» и БелАЭС – ПС «Сморгонь». Это позволило обеспечить проведение комплексного опробования ВЛ, соединяющей АЭС и ПС «Минск-Северная», а также значительно повысить надежность работы подстанции в период ее реконструкции.

В рамках 3-го ПК 1-й очереди строительства подстанции потребовалось одновременное отключение двух существующих ВЛ 330 кВ: ПС «Минск-Северная» – Лукомльская ГРЭС и ПС «Минск-Северная» – ПС «Минск-Восточная». Без организации транзита (в условиях отсутствия на тот момент ячейки 330 кВ на БелАЭС) такое отключение могло бы привести к недопустимому снижению надежности работы подстанции.

Временный транзит ВЛ 330 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Сморгонь» позволил также временно вывести из работы важную для Белорусской энергосистемы ВЛ 330 кВ ПС «Молодечно» – Минская ТЭЦ-4 и создать новую одноименную ВЛ в рамках 9-го ПК объекта выдачи мощности АЭС. Этот и ряд других временных транзитов позволили обеспечить надежность функционирования Белорусской энергосистемы и оптимизировать ход работ в период реализации схемы выдачи мощности БелАЭС и реконструкции ПС «Минск-Северная».

После завершения сооружения соответствующей ячейки КРУЭ на АЭС, разрезания временного транзита и перепрограммирования уставок РЗА на микропроцессорных защитах ВЛ 330 кВ БелАЭС – ПС «Минск-Северная», построенная в рамках 8-го ПК объекта выдачи мощности АЭС (в том числе с применением повышенных опор для прохождения над лесом), была включена по постоянной схеме.

Заключение

С вводом в эксплуатацию полностью переоборудованной ПС 330/110/10кВ «Минск-Северная», во-первых, качественно возросла надежность электроснабжения значительной части потребителей электроэнергии г. Минска и Минского района, а во-вторых, полностью завершилось создание схемы выдачи мощности Белорусской атомной электростанции в энергосистему с обеспечением отходящих от станции ВЛ 330 кВ надежной системой релейной защиты и противоаварийной автоматики, что является необходимым условием динамической и статической устойчивости работы АЭС.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ЦИРКУЛЯЦИОННОМ НАСОСЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТЭС

Повышение эффективности использования топлива на ТЭС – одна из важнейших задач, стоящих перед энергетикой Беларуси. Решению этой задачи способствует в том числе применение энергоэффективных технологий в системах технического водоснабжения (СТВ). Учитывая высокий уровень цен на энергоносители, основными направлениями в этой области должны стать минимизация потерь тепла и расходов электроэнергии при транспортировке и распределении охлаждающей циркуляционной воды, а также разработка производителями тепло- и электроэнергии технических и организационных мероприятий по повышению энергоэффективности СТВ. К таким мероприятиям относится внедрение регулируемого электропривода на циркуляционном насосе.



Ю.А. ЗЕНОВИЧ-ЛЕШКЕВИЧ-ОЛЬПИНСКИЙ,
директор филиала «Гомельская ТЭЦ-2» РУП «Гомельэнерго»

Внедрение регулируемого электропривода (РЭП) на циркуляционном насосе (ЦН) ТЭС принципиально отличается от аналогичной задачи для сетевых, конденсатных и прочих механизмов собственных нужд электростанции. Специфика данной задачи определяется технической сложностью объекта регулирования. Это можно рассмотреть на примере оборудования СТВ Гомельской ТЭЦ-2 (рис. 1), на одном из циркуляционных насосов которой планируется установка регулируемого электропривода.

Во-первых, контур регулирования включает четыре взаимосвязанных объекта регулирования: конденсаторы турбоагрегатов Т-180/210-130 ст. № 1–3 и привод ЦН. Во-вторых, ЦН № 1–5 работают на общий коллектор, и охлаждающая вода в зависимости от гидравлических сопротивлений трех контуров распределяется между конденсаторами турбин – то есть необходимо добиться оптимальной работы одновременно трех конденсаторов с различными параметрами. В-третьих, данная

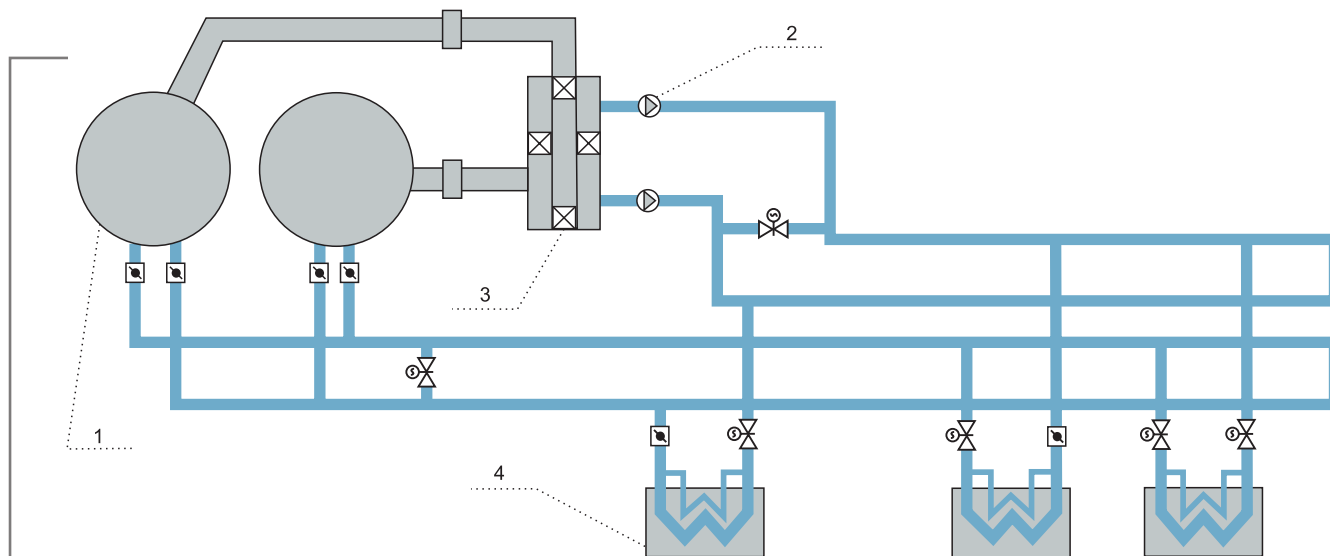


Рис. 1. Принципиальная схема системы технического водоснабжения Гомельской ТЭЦ-2: 1 – градирня; 2 – циркуляционный насос; 3 – аванкамера; 4 – конденсатор

задача является оптимизационной, причем оптимум должен достигаться между объектами (турбоагрегаты № 1–3 и группа ЦН), режимы работы которых имеют различную технологическую структуру [1].

Указанные объекты регулирования связаны между собой следующим образом.

Уменьшение расхода охлаждающей воды через конденсатор турбины ведет к снижению вакуума в конденсаторе и, как следствие, к снижению КПД турбины. Например, увеличение на 1 кПа (~1 % вакуума) давления в конденсаторе турбины с начальным давлением 13–24 МПа и перегревом пара приводит к изменению ее мощности примерно на 0,8–0,9 % от номинальной. Уменьшение давления в конденсаторе при определенной температуре воды связано с увеличением пропуска циркуляционной воды и расхода энергии на привод ЦН.

Увеличение же расхода воды всегда приводит к углублению вакуума, а при исходном вакууме ниже предельного для данной турбины – к соответствующему увеличению развиваемой турбоустановкой мощности и, следовательно, к повышению ее экономичности брутто. В то же время превышение оптимального расхода циркуляционной воды через конденсатор приведет к увеличению расхода электроэнергии на ЦН.

Экономическая целесообразность увеличения расхода охлаждающей воды зависит от изменения мощности турбоустановки нетто – то есть от соотношения прироста мощности турбоагрегата в результате углубления вакуума и дополнительных затрат мощности на привод ЦН. Увеличение расхода воды целесообразно только в том случае, если прирост мощности турбины больше увеличения затрат мощности на ЦН.

Расход охлаждающей воды, отвечающий наибольшему выигрышу мощности, является оптимальным для заданных значений паровой нагрузки конденсатора (электрической нагрузки турбоагрегата) и температуры охлаждающей воды [2].

Наиболее эффективным мероприятием, обеспечивающим оптимальный расход охлаждающей воды и, как следствие, оптимальный вакуум в конденсаторах турбин и оптимальный расход электроэнергии на ЦН при различных режимах работы основного оборудования ТЭС, является установка на одном из ЦН электропривода с регулируемой частотой вращения (ЧРЭП) [1].

ЧРЭП является многофункциональным электротехническим оборудованием и при комплексном внедрении в энергоблок позволяет:

- автоматически регулировать технологические параметры в базовых и маневренных режимах;
- экономить электроэнергию;
- увеличить ресурс и надежность работы технологического оборудования;
- диагностировать, контролировать и защищать электродвигатель насосного агрегата;
- увеличить номинальную мощность генерации при пиках нагрузки.

Наибольший экономический эффект от внедрения ЧРЭП с точки зрения энергосбережения достигается на квадратичных нагрузках (центробежные насосы, вентиляторы) при замене дросселирования частотным регулированием.

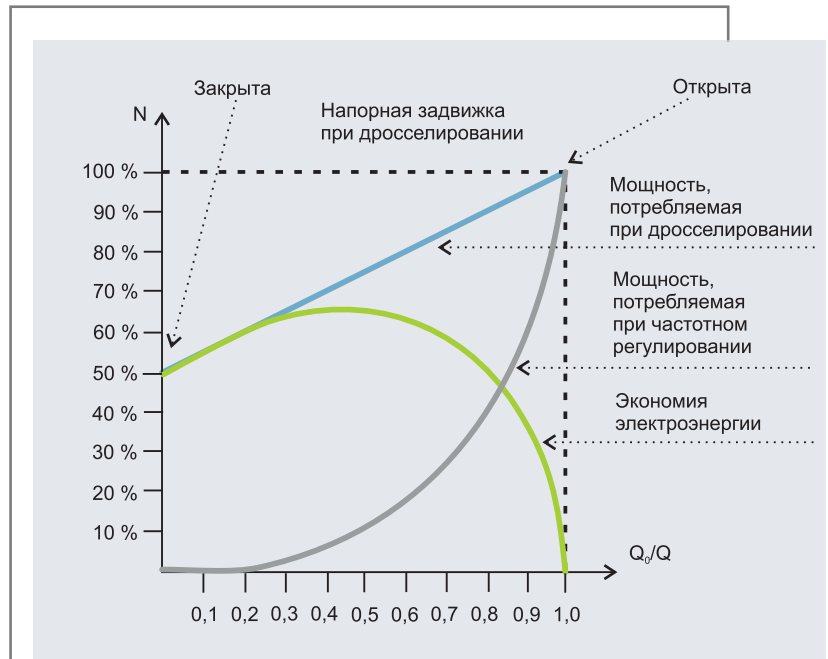


Рис. 2. Потребление мощности при различных способах регулирования скорости вращения насосов

Скорость вращения двигателя пропорциональна частоте. Изменение частоты вращения рабочего колеса ведет к изменению всех его рабочих параметров, в частности:

- расхода воды (воздуха) – пропорционально числу оборотов;
- давления – пропорционально квадрату числа оборотов;
- потребляемой мощности – пропорционально кубу числа оборотов.

Эти отношения выражаются с помощью так называемых формул приведения:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n}{n_0}, \quad \frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2, \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^3,$$

где n – номинальное число оборотов; n₀ – измененное число оборотов; Q, Q₀ – расход воды (воздуха) соответственно при номинальном и измененном числе оборотов, т/ч; H, H₀ – напор при номинальном и измененном числе оборотов, м; N, N₀ – мощность, потребляемая электродвигателем, при номинальном и измененном числе оборотов, кВт.

Указанное соотношение соблюдается лишь в том случае, если сеть характеризуется квадратичной зависимостью давления от расхода. Основные механизмы ТЭС работают с противодавлением. Для расчетов экономической эффективности системы создана математическая модель, учитывающая реальные гидравлические характеристики сети.

Характеристика энергопотребления при разных способах регулирования приведена на рисунке 2 [5].

Основной задачей при внедрении ЧРЭП является создание автоматической системы регулирования производительности группы ЦН, которая позволяет:

- поддерживать заданный расход циркуляционной воды при параллельной работе насосов;
- оптимально распределять нагрузку между насосами;

- распределять расход циркуляционной воды между конденсаторами в зависимости от режима работы турбоагрегатов.

При разработке данной системы одной из основных технических проблем является измерение производительности насосного агрегата при ее регулировании как напорной задвижкой, так и частотой вращения. Это связано с отсутствием прямых участков водоводов, необходимых для установки расходомеров, и с высокой стоимостью дополнительного оборудования.

Для решения данной задачи авторами [1] предлагается внедрить микропроцессорное устройство измерения расхода, принцип работы которого основан на использовании математической модели механизма (насоса, вентилятора, дымососа). Математическая модель разработана в программе MATLAB и учитывает следующие параметры:

- характеристики механизма (насоса);
- гидравлическую характеристику сети;
- характеристику КПД как нерегулируемого, так и регулируемого насоса в функциях производительности и частоты вращения;
- суммарную производительность группы насосов;
- количество насосов, оснащенных РЭП.

В зависимости от режимных параметров математическая модель позволяет определять:

- мощности, потребляемые насосом с РЭП и нерегулируемым насосом (рис. 3);
- частоту вращения, об/мин;
- КПД регулируемого насоса, %;
- производительность насоса, м³/ч.

Регулирование совместной работы насосов по своим показателям равноценно регулированию скорости насоса при его одиночной работе. С точки зрения экономичности процесса несколько более выгодным является одновременное изменение частоты вращения всех параллельно работающих насосов. Однако оснащение РЭП всех агрегатов связано с дополнительными капитальными затратами. Поэтому для большинства насосных станций достаточно иметь только один регулируемый аппарат и осуществлять более глубокое регулирование за счет отключения отдельных насосов [6].

Установка устройств на ЦН позволит с высокой точностью определять производительность каждого из работающих насосов и группы ЦН в режиме реального времени, а также реализовать систему автоматического поддержания оптимального режима работы насосного оборудования.

Для оценки эффективности внедрения РЭП были выполнены расчеты с использованием математической модели работы станции. Модель включает в себя математические модели (применительно к оборудованию Гомельской ТЭЦ-2):

- турбины (ММТ);
- циркуляционных насосов (ММН);

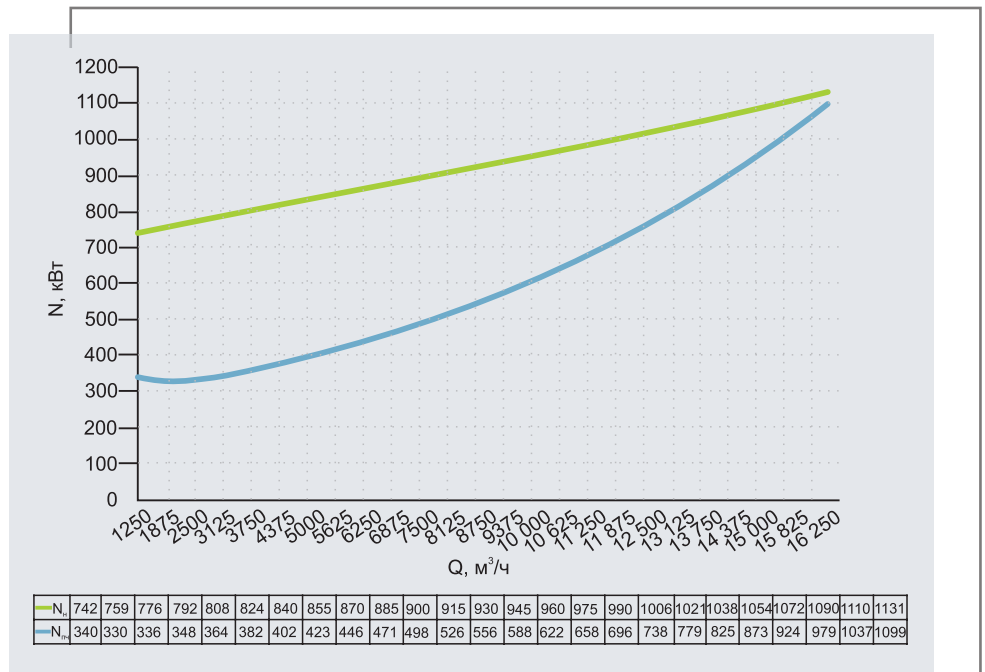


Рис. 3. Мощность, потребляемая электроприводом при регулировании производительности задвижкой ($N_{р}$) и частотой вращения ($N_{нр}$). Располагаемый напор насоса 0,17 МПа

- системы технического водоснабжения (ММСТВ);
- градирен (ММГ).

В данных моделях использовались результаты гидравлических испытаний СТВ и тепловых испытаний градирен Гомельской ТЭЦ-2.

Расчеты выполнялись по данным 2016 года для двух вариантов (при одинаковом расходе пара на турбины и одинаковой теплофикационной нагрузке):

- использование двух ЦН с нерегулируемыми приводами;
- использование на одном из двух ЦН регулируемого привода.

Изменение расхода циркуляционной воды через конденсаторы выполнялось путем изменения частоты вращения ЦН без применения регулирующей арматуры.

Результатом расчета является определение изменения расхода электроэнергии на привод ЦН и электрической нагрузки турбины при изменении расхода циркуляционной воды. Исходные данные и результаты расчета приведены в таблице.

Годовая экономия электроэнергии при оптимальном регулировании расхода циркуляционной воды с помощью РЭП с учетом изменения отпуска электроэнергии $\Delta \mathcal{E}_{отм}$ (см. таблицу) за период январь – декабрь:

$$\Delta \mathcal{E} = 293,6 + 289,8 + 320,7 + 346,0 + 469,6 + 477,2 + 428,9 + 432,0 + 343,0 + 279,4 + 261,4 + 279,0 = 4220,6 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч.}$$

Годовая экономия топлива от внедрения РЭП с учетом потерь на транспорт электроэнергии в сетях [3]:

$$\Delta B = \Delta \mathcal{E} \cdot B_0 \cdot (1 + K_{пот} / 100) = 4220,6 \cdot 0,2809 \cdot 1,0892 = 1291,3 \text{ т у.т.,}$$

где $B_0 = 0,2809 \text{ кг у.т./кВт}\cdot\text{ч}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльская ГРЭС); $K_{пот} = 8,92 \%$ – потери электроэнергии в электросетях ГПО «Белэнерго» (по данным за 2016 год).

Таблица. Результаты расчета эффективности внедрения РЭП

Параметр	Обозначения	Расчетная формула	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Исходные данные								
Средний расход пара на блоки, т/ч	D_0	Фактические данные	403,9	401	387,1	328,7	346,5	319,8
Средняя теплотехническая нагрузка блоков, Гкал/ч	$Q_{\text{теп}}$		164	168	157	119	97	69
Количество часов работы блоков, ч	$T_{\text{бп}}$		2110	1392	1508	911	744	747
Количество часов работы ЦН, ч	$T_{\text{нас}}$		1491	1349	1493	1485	1494	1531
Насосы без РЭП								
Средняя электрическая нагрузка блоков, МВт	N_{T1}	Расчет ММТ	113,33	113,38	110,25	96,43	95,43	90,34
Выработка электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{выр1}}$	$N_{T1} \cdot T_{\text{бп}}$	239 126	157 825	166 257	87 848	71 000	67 484
Давление в теплофикационном отборе, кгс/см ²	$P_{\text{то}}$	Расчет ММТ	0,80	0,60				
Температура воды на входе в конденсатор, °С	$t'_{\text{в1}}$	Расчет ММГ	14	13	15	18	19	24
Температура воды на выходе из конденсатора, °С	$t''_{\text{в2}}$	Расчет ММТ	14,6	14,0	15,5	20,3	21,5	26,5
Расход воды через конденсатор, м ³ /ч	$G_{\text{цв}}$		7833	11 750				
Давление пара в конденсаторе, кгс/см ²	P_k		0,0234	0,0221	0,0245	0,0293	0,0315	0,0400
Расход пара в конденсатор, т/ч	D_k		27,7	14,9	23	48,8	89,2	116,9
Расход электроэнергии на привод ЦН, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{цп1}}$	Расчет ММН	1371,7	1241,1	1373,6	1366,2	1352,2	1385,7
Один насос без РЭП, один – с РЭП								
Средняя электрическая нагрузка блоков, МВт	N_{T2}	Расчет ММТ	113,35	113,38	110,25	96,46	95,65	90,56
Выработка электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{выр2}}$	$N_{T2} \cdot T_{\text{бп}}$	239 126	157 825	166 257	87 875	71 164	67 648
Давление в теплофикационном отборе, кгс/см ²	$P_{\text{то}}$	Расчет ММТ	0,80	0,60				
Температура воды на входе в конденсатор, °С	$t'_{\text{в1}}$	Расчет ММГ	14	13	15	15,3	17,8	22,3
Температура воды на выходе из конденсатора, °С	$t''_{\text{в2}}$	Расчет ММТ	14,9	13,5	15,8	18,6	20,6	25,9
Расход воды через конденсатор, м ³ /ч	$G_{\text{цв}}$		6600	9759				
Давление пара в конденсаторе, кгс/см ²	P_k		0,0234	0,0220	0,0244	0,0270	0,0293	0,0376
Расход пара в конденсатор, т/ч	D_k		27,7	14,9	23	48,7	89,5	116,6
Расход электроэнергии на привод ЦН, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{цп2}}$	Расчет ММН	1078,1	951,3	1052,9	1047,2	1046,6	1072,5
Экономия электроэнергии при внедрении РЭП								
Изменение электрической нагрузки блоков, МВт	ΔN_T	$N_{T2} - N_{T1}$	0			0,03	0,22	
Изменение выработки электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\Delta \mathcal{E}_{\text{выр}}$	$\mathcal{E}_{\text{выр2}} - \mathcal{E}_{\text{выр1}}$	0			27	164	
Изменение расхода электроэнергии на ЦН, тыс. кВт·ч	$\Delta \mathcal{E}_{\text{цп}}$	$\mathcal{E}_{\text{цп2}} - \mathcal{E}_{\text{цп1}}$	-293,6	-289,8	-320,7	-319,0	-305,6	-313,2
Изменение отпуски электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\Delta \mathcal{E}_{\text{отп}}$	$\Delta \mathcal{E}_{\text{выр}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{цп}}$	293,6	289,8	320,7	346,0	469,6	477,2

Продолжение таблицы

Параметр	Обозначения	Расчетная формула	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Исходные данные								
Средний расход пара на блоки, т/ч	D_0		324,7	321,8	327,7	360,4	417,8	434,6
Средняя теплотехническая нагрузка блоков, Гкал/ч	$Q_{\text{тот}}$	Фактические данные	63	68	81	142	174	176
Количество часов работы блоков, ч	$T_{\text{оп}}$		752	744	779	1231	1440	1573
Количество часов работы ЦН, ч	$T_{\text{нас}}$		1510	1418	1418	1533	1392	1485
Насосы без РЭП								
Средняя электрическая нагрузка блоков, МВт	$N_{\text{т1}}$	Расчет ММТ	93,04	91,35	92,20	103,53	118,9	124,6
Выработка электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{выр1}}$	$N_{\text{т1}} \cdot T_{\text{оп}}$	69 966	67 964	71 824	127 445	171 216	195 996
Давление в теплофикационном отборе, кгс/см ²	$P_{\text{то}}$	Расчет ММТ	0,50					
Температура воды на входе в конденсатор, °С	$t'_{\text{в1}}$	Расчет ММГ	25	23	18	12	13	13
Температура воды на выходе из конденсатора, °С	$t''_{\text{в2}}$		27,9	25,9	20,7	12,8	13,3	14,0
Расход воды через конденсатор, м ³ /ч	$G_{\text{уб}}$	Расчет ММТ	21 700					
Давление пара в конденсаторе, кгс/см ²	p_k	Расчет ММТ	0,0427	0,0388	0,0300	0,0213	0,0221	0,0223
Расход пара в конденсатор, т/ч	D_k		129,6	119	101,8	30,4	15	21,6
Расход электроэнергии на привод ЦН, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{цн1}}$	Расчет ММН	1366,7	1283,4	796,5	1387,5	1280,6	1366,2
Один насос без РЭП, один – с РЭП								
Средняя электрическая нагрузка блоков, МВт	$N_{\text{т2}}$	Расчет ММТ	93,20	91,54	92,41	103,53	118,9	124,60
Выработка электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{выр2}}$	$N_{\text{т2}} \cdot T_{\text{оп}}$	70 086	68 106	71 987	127 445	171 216	195 996
Давление в теплофикационном отборе, кгс/см ²	$P_{\text{то}}$	Расчет ММТ	0,5					
Температура воды на входе в конденсатор, °С	$t'_{\text{в1}}$	Расчет ММГ	23,4	21,8	16,7	12	13	13
Температура воды на выходе из конденсатора, °С	$t''_{\text{в2}}$		27,4	25,5	19,9	13,1	13,5	13,7
Расход воды через конденсатор, м ³ /ч	$G_{\text{уб}}$	Расчет ММТ	17 650					
Давление пара в конденсаторе, кгс/см ²	p_k	Расчет ММТ	0,0408	0,0366	0,0280	0,0213	0,0220	0,0222
Расход пара в конденсатор, т/ч	D_k		129,4	118,7	101,5	30,4	15	21,6
Расход электроэнергии на привод ЦН, тыс. кВт·ч	$\mathcal{E}_{\text{цн2}}$	Расчет ММН	1057,8	993,4	616,5	1108,1	1019,2	1087,2
Экономия электроэнергии при внедрении РЭП								
Изменение электрической нагрузки блоков, МВт	$\Delta N_{\text{т}}$	$N_{\text{т2}} - N_{\text{т1}}$	0,16	0,19	0,21	0		
Изменение выработки электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\Delta \mathcal{E}_{\text{выр}}$	$\mathcal{E}_{\text{выр2}} - \mathcal{E}_{\text{выр1}}$	120	142	163	0		
Изменение расхода электроэнергии на ЦН, тыс. кВт·ч	$\Delta \mathcal{E}_{\text{цн}}$	$\mathcal{E}_{\text{цн2}} - \mathcal{E}_{\text{цн1}}$	-308,9	-290,0	-180,0	-279,4	-261,4	-279,0
Изменение отпусков электроэнергии, тыс. кВт·ч	$\Delta \mathcal{E}_{\text{отп}}$	$\Delta \mathcal{E}_{\text{выр}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{цн}}$	428,9	432,0	343,0	279,4	261,4	279,0

При ориентировочном определении капитальных вложений (K) стоимость электротехнических устройств и КИП составляет ориентировочно 3–5 % от стоимости РЭП, строительно-монтажных и пусконаладочных работ – соответственно 5–10 % и 3–5 % от стоимости оборудования [3].

Стоимость оборудования:

$$C_{об} = C_{рзп} + 0,05 C_{рзп} = 350\,000 + 0,05 \cdot 350\,000 = 367\,500 \$,$$

где $C_{рзп}$ – стоимость РЭП, принятая из расчета 350 \$ за 1 кВт установленной мощности ЦН ($N_{цн} = 1000$ кВт).

Стоимость капиталовложений:

$$K_{рзп} = C_{об} + 0,1 C_{об} + 0,05 C_{об} = C_{об} (1 + 0,1 + 0,05) = 367\,500 \cdot 1,15 = 422\,625 \$.$$

Стоимость сэкономленного топлива:

$$C_{топл} = \Delta B \cdot \underline{C}_{топл} = 1291,3 \cdot 170 = 219\,521 \$,$$

где $\underline{C}_{топл} = 170$ \$/т у.т. – цена топлива.

Срок окупаемости РЭП ЦН:

$$S_{ок} = K / C_{топл} = 422\,625 / 219\,521 = 1,9 \text{ года.}$$

Выводы

Произведенные расчеты свидетельствуют об эффективности РЭП, установленного на одном из ЦН, при различных режимах оборудования ТЭС. Годовая экономия электроэнергии и топлива при оптимальном регулировании расхода цирку-

ляционной воды с помощью РЭП составит соответственно 4,2 млн кВт·ч и 1291 т у.т., срок окупаемости мероприятия – 1,9 года [4]. Внедрение данной энергоэффективной технологии также позволит продлить ресурс оборудования и увеличить его межремонтные периоды.

Оценка применения РЭП в системе технического водоснабжения ТЭС может быть распространена при внедрении аналогичных решений на электростанциях Белорусской энергосистемы и ближнего зарубежья.

Список литературы

1. Зенович-Лешкевич-Ольпинский, Ю.А. Применение регулируемого электропривода на циркуляционном насосе для повышения эффективности систем технического водоснабжения тепловых электростанций / Ю.А. Зенович-Лешкевич-Ольпинский, Ю.С. Осипов, Е.Л. Телюк, А.Ю. Зенович-Лешкевич-Ольпинская, Н.В. Широглазова // Энергия и менеджмент. – 2017. – № 4 (97). – С. 11–19.
2. Методические указания по эксплуатации конденсационных установок паровых турбин электростанций. РД 34.30.501. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1996. – 102 с.
3. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск, 2017. – 109 с.
4. Зенович-Лешкевич-Ольпинский, Ю.А. Эффективность применения регулируемого электропривода на циркуляционном насосе при различных режимах работы оборудования ТЭЦ / Ю.А. Зенович-Лешкевич-Ольпинский, Ю.С. Осипов, Е.Л. Телюк, А.Ю. Зенович-Лешкевич-Ольпинская, Н.В. Широглазова // Энергия и менеджмент. – 2017. – № 5 (98). – С. 21–25.
5. Кузин, С.Ю. Применение регулируемого электропривода / С.Ю. Кузин // Электро. – 2009. – № 6. – С. 49–50.
6. Лезнов, Б.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок / Б.С. Лезнов. – М.: Машиностроение, 2013. – 176 с.

Новые издания

Стандарты ГПО «Белэнерго»:

- ✓ СТП 33240.20.186-19 «Железобетонные опоры для воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами СИП-4. Технические требования»
- ✓ СТП 33240.21.262-19 «Проведение строительно-монтажных работ по пересечению ВЛП напряжением 10 кВ инженерных сооружений с использованием центрифугированных стоек типа СТ. Технические требования»
- ✓ Альбом материалов для проектирования и рабочие чертежи № 1.105.03тм «Прокладка силовых кабелей напряжением до 10 кВ в траншеях»

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодокмент»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

- в редакции по телефонам:
+375 17 286-08-28 (многоканальный)
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04
- на сайте: www.energodoc.by

О ПРОБЛЕМЕ НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ОТКЛЮЧЕННЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

В первой части статьи [1] проанализированы факторы, влияющие на уровень наведенного напряжения, и рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасности работ на ВЛ при наведенном напряжении. Приведена классификация ВЛ по степени опасности наведенного напряжения, даны рекомендации по выбору оптимальной схемы заземления ВЛ. Во второй части статьи описываются математическая модель и программное обеспечение (ПО), разработанное для расчета наведенного напряжения на ВЛ 10 кВ и выше, а также рассматривается опыт выполнения измерений наведенного напряжения на отключенных линиях, проходящих вблизи действующих ВЛ напряжением 110 кВ и выше.

Часть 2.

Э.И. ЁЧ,
инженер ТВН ОУКЭ
РУП «Белэнергосетьпроект»

А.В. СЕРЕМЯЖКО,
заведующий ТВН ОУКЭ
РУП «Белэнергосетьпроект»

М.А. ДРАКО,
м.т.н., заведующий ЭТЛ ОУКЭ
РУП «Белэнергосетьпроект»

О.А. МОЙСЕЕНКО,
заместитель заведующего
ЭТЛ ОУКЭ РУП
«Белэнергосетьпроект»

Методика расчета значений наведенного напряжения

Предполагается, что отключенная ВЛ находится в зоне влияния электромагнитных полей, излучаемых работающими ВЛ. Для определения величины индуцированных на ней токов и напряжений необходимо разделить воздействие электромагнитного поля на электрическую и магнитную составляющие.

Данный подход является допустимым, так как расстояния между влияющими и подверженными влиянию проводами много меньше длины волны электромагнитного поля промышленной частоты [2].

Переменное электрическое поле оказывает влияние на провода, изолированные от земли и находящиеся в непосредственной близости от источника поля. Появление напряжения (емкостная составляющая) на отключенной ВЛ при этом обусловлено распределением зарядов между проводами отключенной и влияющей ВЛ. Составляющая наведенного напряжения, обусловленная переменным электрическим полем, зависит в основном от класса напряжения ВЛ, расстояний между проводами и взаимного расположения линий.

Переменное магнитное поле на отключенной ВЛ согласно закону электромагнитной индукции приводит к появлению ЭДС (индуктивная составляющая) в расположенных в данном поле контурах. Касательно наведенного напряжения источниками магнитного поля являются действующие ВЛ, а отключенная ВЛ представляет собой контуры, в которых появляется ЭДС.

Схема замещения, описывающая взаимодействие электрических и магнитных полей расчетной и влияющей ВЛ, представлена на рисунке 1. РВЛ и ВВЛ показаны в трехфазном исполнении, а при наличии на них тросов последние задаются как отдельные проводники. Сами РВЛ и ВВЛ разбиваются на элементарные однородные участки, имеющие П-образную схему замещения. Однородным участком может выступать пролет ВЛ или участок, объединяющий несколько пролетов.

Емкости, представленные на схеме замещения (рис. 1), определяются известными методами на основе уравнений Максвелла для системы проводников, в число которых входят провода и тросы РВЛ и ВВЛ. Вид формул для расчета потенциальных коэффициентов и соответствующих частичных емкостей зависит от формы проводников и их расположения в пространстве. В данном случае проводники можно считать тонкими параллельными бесконечными проводниками, так как их длина много больше радиуса.

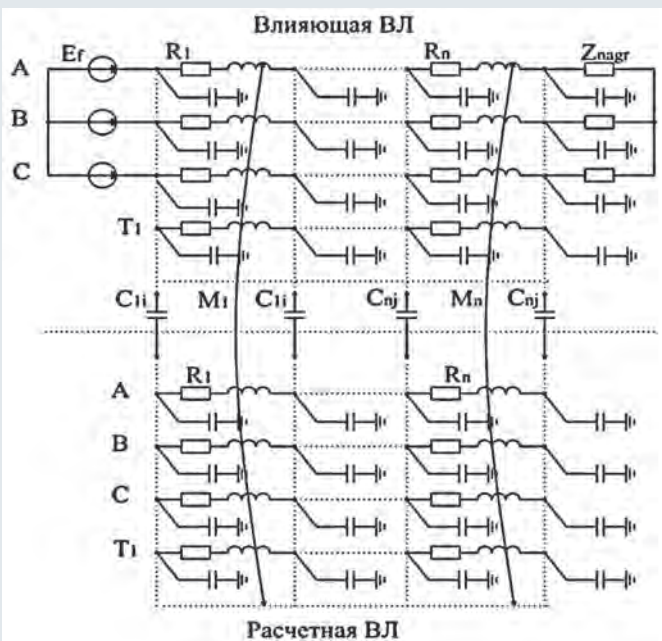


Рис. 1. Схема замещения расчетной модели: E_i – фазные ЭДС источников питания влияющих ВЛ (ВВЛ); R – активное сопротивление проводников ВВЛ и расчетной ВЛ (РВЛ); M – собственные и взаимные индуктивности проводов ВВЛ и РВЛ; C – собственные и взаимные емкости проводов ВВЛ и РВЛ; Z_{nagr} – комплексное сопротивление нагрузки

Тогда формулы для собственных и взаимных потенциальных коэффициентов можно записать в явном виде [3]:

$$\alpha_{ii} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{(X_i - X_i)^2 + (H_i + H_i)^2}{r_i}, \quad (1)$$

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{(X_i - X_j)^2 + (H_i + H_j)^2}{(X_i - X_j)^2 + (H_i - H_j)^2}, \quad (2)$$

где ϵ_0 – электрическая постоянная; X и H – векторы координат проводов относительно оси ВЛ по горизонтали и вертикали соответственно, м; d – матрица расстояний между проводами ВЛ, м; r – вектор радиусов проводов ВЛ, м.

Далее из матрицы потенциальных коэффициентов путем нахождения обратной матрицы можно получить матрицу удельной емкости ВЛ [3]:

$$C = \alpha^{-1}, \quad (3)$$

где α – матрица собственных и взаимных потенциальных коэффициентов.

Получив значение удельной емкости ВЛ (3), можно определить емкостную проводимость участка ВЛ [3] путем преобразования каждого элемента матрицы в проводимость:

$$\underline{Y}_{C_{yч}} = 0,5 \cdot j \cdot \omega \cdot l_{yч} \cdot C, \quad (4)$$

где $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица; $\omega = 2\pi f$ – круговая частота, рад/с ($f = 50$ Гц – промышленная частота переменного тока); $l_{yч}$ – длина расчетного участка ВЛ, м; C – матрица удельной емкости ВЛ.

Собственные и взаимные сопротивления, представленные на схеме замещения (рис. 1), определяются для всех однородных участков ВЛ. Для этого на каждом таком участке провода и тросы ВЛ условно заменяются подвешенными над землей бесконечно длинными проводниками, диаметры и высота подвеса которых, а также расстояния между ними принимаются равными соответствующим параметрам, используемым при электрических расчетах [4]:

$$\underline{Z}_{yч,ii} = R_{0i} \cdot l_{yч} \cdot 10^{-3} + \frac{j\omega\mu_0 l_{yч}}{2\pi} \left(\ln \frac{\sqrt{(X_i - X_i)^2 + (H_i + H_i)^2}}{r_i} + 2 \int_0^\infty \frac{R_n \cdot e^{-D_n v}}{R_n \cdot v + \sqrt{k^2 + v^2}} \cos(r_i \cdot v) dv \right), \quad (5)$$

$$\underline{Z}_{yч,ij} = \frac{j\omega\mu_0 l_{yч}}{2\pi} \left(\ln \frac{\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (H_i + H_j)^2}}{\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (H_i - H_j)^2}} + 2 \int_0^\infty \frac{R_n \cdot e^{-(H_i + H_j)v}}{R_n \cdot v + \sqrt{k^2 + v^2}} \cos(|X_i - X_j| \cdot v) dv \right), \quad (6)$$

$$k = \sqrt{j\omega\mu_0 / \rho}, \quad (7)$$

где μ_0 – магнитная постоянная; R_0 – вектор удельных сопротивлений проводов ВЛ, Ом/км; ρ – удельное сопротивление слоя земли, Ом·м; R_n – пространственная характеристика среды (для однослойной земли $R_n = 1$).

Расчет наведенных токов и напряжений по схеме замещения, представленной на рисунке 1, выполняется методом модифицированных узловых уравнений [5]. Метод предполагает формирование и расчет расширенной системы узловых уравнений, где неизвестными являются потенциалы узлов и токи ветвей. Система уравнений, реализующая данный метод, выглядит следующим образом:

$$\begin{bmatrix} \underline{Y} + \underline{K}_{uu} & \underline{K}_{ui} \\ \underline{A}^T & \underline{Z} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \underline{U} \\ \underline{I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{J} \\ \underline{E} \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где \underline{Y} – матрица узловых проводимостей; \underline{Z} – матрица собственных и взаимных сопротивлений ветвей; \underline{A}^T – транспонированная матрица графов; \underline{K}_{uu} – матрица проводимостей источников напряжения, управляемых напряжением (ИНУН); \underline{K}_{ui} – матрица коэффициентов источников напряжения управляемых током (ИНУТ); \underline{J} – вектор узловых токов; \underline{E} – вектор ЭДС ветвей; \underline{U} – вектор потенциалов узлов; \underline{I} – вектор токов ветвей.

Данная система уравнений решается известными методами.

Программное обеспечение для расчетов наведенного напряжения

Взяв за основу вышеизложенную методику, РУП «Белэнергосетьпроект» разработало программное обеспечение (ПО) Vive (от англ. valuation induced voltage) для расчетов наведенного напряжения на ВЛ 10 кВ и выше.

Одним из основных достоинств указанного ПО является возможность автоматизированного расчета наведенного напряжения для ВЛ с топологией любой сложности. Результаты расчетов выводятся в виде отчетов в формате Word (.docx) и Excel (.xlsx), что позволяет получить наглядную и удобно воспринимаемую отчетную документацию.

Тестирование программного обеспечения

На основании [6] заинтересованными организациями разработана и утверждена внутренняя методика, устанавливающая порядок выполнения измерений наведенного напряжения на отключенных ВЛ, проходящих вблизи действующих ВЛ напряжением 110 кВ и выше. Измеренные значения наведенных напряжений определяются для максимальных значений токов, протекающих по ВВЛ, путем пересчета.

Таблица 1. Погрешность ПО Vive относительно Mathcad и MATLAB

Погрешности	Погрешность Vive относительно Mathcad, %	Погрешность Vive относительно MATLAB, %
Средняя относительная погрешность по произведенным расчетам, %	4,901·10 ⁻⁵	0,028552
Максимальная относительная погрешность по произведенным расчетам, %	0,0001113	0,30776

Таблица 2. Результаты расчетов и измерений на отключенных ВЛ 110 кВ

Исследуемая ВЛ, № опоры	Влияющие ВЛ	Мощности влияющих ВЛ, МВт (Мвар)	Источник данных	U, В	ΔU, В
ВЛ 110 кВ Миоры – ММПЗ № 1, оп. № 8	1. ВЛ 110 кВ Миоры – БПС «Дисна» 2. ВЛ 110 кВ Миоры – Верхнедвинск	P ₁ = -5,31 Q ₁ = -0,7 P ₂ = 3,35 Q ₂ = 0,26	Изм.	0,551	
			Vive	0,249	0,302
		P ₁ = -15,5 Q ₁ = 1,55 P ₂ = 3,23 Q ₂ = 0,1	Изм.	1,035	
			Vive	0,614	0,421
		P ₁ = 0,25 Q ₁ = -1,55 P ₂ = -12,4 Q ₂ = 3,2	Изм.	0,201	
			Vive	0,288	-0,087
		P ₁ = 0,25 Q ₁ = -1,58 P ₂ = -12,4 Q ₂ = 3,3	Изм.	0,117	
			Vive	0,282	-0,165
ВЛ 110 кВ Миоры – ММПЗ № 2, оп. № 8	1. ВЛ 110 кВ Миоры – БПС «Дисна» 2. ВЛ 110 кВ Миоры – Верхнедвинск	P ₁ = 0,28 Q ₁ = -1,54 P ₂ = -12,4 Q ₂ = 3,7	Изм.	0,419	
			Vive	0,401	0,018
		P ₁ = -16,5 Q ₁ = 1,7 P ₂ = 3,6 Q ₂ = 0,26	Изм.	0,143	
			Vive	0,389	-0,246
		P ₁ = -5,8 Q ₁ = -0,6 P ₂ = 3,7 Q ₂ = 0,25	Изм.	0,305	
			Vive	0,206	0,099
ВЛ 110 кВ Миоры – Долгиново, оп. № 8	ВЛ 110 кВ Миоры – БПС «Дисна»	P = -13,07 Q = 1,65	Изм.	0,35	
			Vive	0,712	-0,362
			Изм.	0,72	
			Vive	0,945	-0,255
		P = -12,66 Q = 1,86	Изм.	0,554	
			Vive	0,686	-0,132
			Изм.	3,3	
			Vive	3,402	-0,102

Таблица 3. Результаты расчетов и измерений на отключенной ВЛ 330 кВ

Исследуемая ВЛ	Влияющие ВЛ	Мощности влияющих ВЛ, МВт (Мвар)	Тип	U, В	ΔU, В		
ВЛ 330 кВ № 446 Могилев-Северная – Могилев-330	1. ВЛ 330 кВ № 347 Могилев – Орша 2. ВЛ 110 кВ Могилев-330 – Мошенки 3. ВЛ 330 кВ № 336 Могилев-Северная – ГРЭС-20	P ₁ = 247 Q ₁ = 7,8 P ₂ = 4,6 Q ₂ = 0 P ₃ = 145 Q ₃ = 42	Изм.	100			
				120			
			Vive	99,45	1,55		
						115,03	4,97
						136,92	23,08
						Изм.	14
				20			
				37			
				Vive	17,07	-3,07	
				22,94	-2,94		
				47,87	-10,87		
Vive*	Максимальный разброс значений	-10,87...+23,08 В		-29,38...+14,425 %			
	Средний разброс значений	-5,62...+9,53 В		-22,00...+6,37 %			

*Знак «+» – рассчитанные значения занижены относительно измеренных, знак «-» – рассчитанные значения завышены относительно измеренных.

Корректность работы алгоритма расчета наведенного напряжения, реализованного в программе Vive, была доказана путем сравнения получаемых результатов с данными расчетов в программах Mathcad и MATLAB (таблица 1), а также натурных измерений, выполненных непосредственно на РВЛ.

Для тестирования ПО в разных электросетевых филиалах ГПО «Белэнерго» проведена серия измерений значений наведенного напряжения на отключенных ВЛ (таблицы 2, 3).

Выводы

Сравнение результатов расчетов, полученных с использованием ПО Vive и программ Mathcad и MATLAB, показало, что погрешность в среднем не превышает 0,03 %. Это свидетельствует о корректной программной реализации алгоритма расчета наведенного напряжения.

Сопоставив эти же результаты с рядом значений, измеренных непосредственно на ВЛ, можно сделать вывод, что при сравнении малых величин наведенного напряжения абсолютная погрешность не превышает 0,5 В, а относительная может быть достаточно большой.

При сравнении значений наведенного напряжения, превышающих десятки вольт, средняя погрешность в сторону завышения от измеренного значения составила 22 %, а в сторону занижения – 6,37 %.

Приведенные результаты являются достаточно приемлемыми, так как на конечный результат оказывают влияние сложно учитываемые факторы: сезонное изменение сопротивления заземляющих устройств подстанций и опор ВЛ, изменение удельного сопротивления грунта вдоль трасс ВЛ, отклонение геометрии модели от геометрии реальной ВЛ и неопределенность измерений.

Список литературы

1. Драко, М.А. О проблеме наведенного напряжения на отключенных линиях электропередачи. Часть 1 / М.А. Драко, О.А. Мойсеенко, А.В. Серебряжко, Э.И. Ёч // Энергетическая стратегия. – 2019. – № 3. – С. 20–23.
2. Мюльбаер, А.А. Особенности расчета наведенного напряжения на отключенной цепи двухцепной воздушной линии электропередачи / А.А. Мюльбаер // Научный вестник НГТУ «Энергетика». – 2016. – № 3. – С. 146–160.
3. Колецицкий, Е.С. Электромагнитное влияние высоковольтных линий электропередачи / Е.С. Колецицкий, И.В. Королев // Электричество. – 2016. – № 2. – С. 28–37.
4. Глушко, В.И. Расчет наведенного напряжения на линиях электропередачи и обеспечение безопасности работ на этих линиях / В.И. Глушко, О.Е. Ямный, Э.П. Ковалев, Н.А. Науменок // Электричество. – 1997. – № 8. – С. 13–18.
5. Анализ электронных схем модифицированным методом узловых потенциалов: методические указания к лабораторной работе по курсу «Компьютерный анализ электронных схем» / Сост. В.В. Кийко, В.Ф. Кочкина, К.А. Вдовкин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 31 с.
6. Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, находящихся вблизи действующих ВЛ. СТО 56947007-29.240.55.018-2009. – Москва: ФСК ЕЭС, 2008. – 27 с.

ПОДГОТОВКА ЭНЕРГОБЛОКОВ К УЧАСТИЮ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧАСТОТЫ И ПЕРЕТОКОВ МОЩНОСТИ И ИХ ИСПЫТАНИЯ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ОТРАСЛЕВЫХ СТАНДАРТОВ

В связи с предстоящим вводом АЭС в Белорусской энергосистеме реализуется система автоматического регулирования частоты и перетоков мощности (САРЧМ), предназначенная для недопущения отключения потребителей при ликвидации аварийной ситуации в случае отказа крупного энергоблока. В статье на примере ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС представлен опыт выполнения работ по подготовке энергоблока к участию в регулировании частоты и перетоков мощности, а также результаты его испытаний на соответствие нормам участия в нормированном первичном и автоматическом вторичном регулировании частоты и перетоков мощности.



И.В. МИХАЙЛИН,
руководитель группы наладки
режимов работы ТМО ТЭС
филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»

После ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС в энергосистеме Беларуси появится генерирующее оборудование с единичной мощностью, значительно превышающей установленную мощность наиболее крупных энергоблоков, эксплуатируемых в стране, а именно ПГУ-427 МВт Лукомльской и Березовской ГРЭС. Внезапное отключение одного блока БелАЭС мощностью 1200 МВт создало бы в энергосистеме аварийную ситуацию, для ликвидации которой потребовалось бы отключение потребителей.

Необходимым условием готовности к включению в сеть генератора первого энергоблока БелАЭС является наличие в энергосистеме блоков, работающих под управлением центрального вычислительного комплекса САРЧМ (САРЧМЦ). Данный комплекс размещается в РУП «ОДУ» и выступает основным инструментом реализации процесса автоматического вторичного регулирования частоты и перетоков мощности (АВРЧ) в Белорусской энергосистеме. Кроме того, необходимы энергоблоки, участвующие как в общем первичном регулировании частоты (ОПРЧ), так и в нормированном первичном регулировании частоты (НПРЧ).

Основные аспекты подготовки генерирующего оборудования к участию в САРЧМ

В соответствии с Перечнем генерирующего оборудования Белорусской энергосистемы для включения в систему автоматического регулирования частоты и перетоков мощности,

утвержденным ГПО «Белэнерго», а также с учетом степени готовности энергоблоков и перспективного состава генерирующего оборудования на основных электростанциях Белорусской энергосистемы для подключения к САРЧМ выделено следующее генерирующее оборудование:

1. Участие в АВРЧ и НПРЧ:

- Лукомльская ГРЭС: энергоблоки 300 МВт ст. № 1–4, ПГУ-427 МВт ст. № 9;
- Березовская ГРЭС: энергоблоки ПГУ-215 МВт ст. № 4, ПГУ-240 МВт ст. № 5, ПГУ-427 МВт ст. № 7;
- ТЭЦ-5: энергоблок ПГУ-400 МВт ст. № 2.

2. Участие только в АВРЧ:

- Гомельская ТЭЦ-2: энергоблоки 180 МВт ст. № 1–3;
- Минская ТЭЦ-4: энергоблоки 250 МВт ст. № 4–6;
- Минская ТЭЦ-3: энергоблок ПГУ-230 МВт.

Первым и на данный момент единственным в Белорусской энергосистеме энергоблоком, прошедшим подготовку к участию в НПРЧ и АВРЧ, стал блок ПГУ-427 МВт Лукомльской ГРЭС. Корректировку и наладку алгоритмов управления энергоблоком и проведение его испытаний на соответствие нормам участия в НПРЧ и АВРЧ осуществляли специалисты ОАО «Белэнергоремналадка». В связи с тем, что ранее в Беларуси аналогичные работы не проводились, к их выполнению были привлечены российские специалисты, обладающие не-

обходимыми знаниями и опытом работы с системой управления энергоблоком SPPA-T3000 Siemens.

В ходе работ было необходимо подтвердить соответствие энергоблока ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС нормам участия в НПРЧ и готовность внутренних алгоритмов управления ПГУ к работе в соответствии с требованиями предъявляемыми к энергоблокам, участвующим в АВРЧ, отраслевым стандартом (СТП 09110.01.215-15 «Система автоматического регулирования частоты и перетоков мощности в Белорусской энергосистеме. Нормы участия энергоблоков ТЭС и АЭС в нормированном первичном и автоматическом вторичном регулировании частоты»). Соответствие указанным требованиям является одним из основных условий для дальнейшего подключения блока к САРЧМЦ и оказания системных услуг по НПРЧ и АВРЧ (после достижения готовности инфраструктуры технических средств в части АВРЧ под централизованным управлением).

В рамках подготовки энергоблока ПГУ-427 МВт Лукомльской ГРЭС к участию в НПРЧ и АВРЧ были выполнены следующие работы:

- анализ проекта АСУ ТП блока, систем автоматического управления (САУ) ГТУ и ПТ в части обеспечения требований отраслевых стандартов к НПРЧ и АВРЧ;
- разработка необходимых корректировок и новых алгоритмов управления с целью обеспечения работоспособности регуляторов блока в полностью автоматическом режиме (без вмешательства персонала) и нормативных требований к участию блока в НПРЧ и АВРЧ с учетом решений архитектурного проекта РУП «БелТЭИ» «Технические требования для подключения ПГУ-427 МВт к САРЧМ»;
- разработка программ наладки и испытаний и согласование их с заказчиком (РУП «ОДУ») и производителем газовой турбины (компания Siemens);
- внесение корректировок, наладка и испытания автоматической системы регулирования (АСР) энергоблока, включая регулятор мощности блока (РМБ);
- внесение корректировок, наладка и испытания локального частотного корректора ГТУ;
- проведение предварительных испытаний для оценки готовности энергоблока ПГУ-427 МВт к участию в НПРЧ и АВРЧ и готовности РМБ к работе по обновленным алгоритмам;
- проведение основных испытаний для оценки готовности энергоблока к участию в НПРЧ и АВРЧ.

Анализ и корректировка алгоритмов регулирования энергоблока ПГУ

Наиболее сложной задачей в процессе выполнения работ являлось приведение системы управления энергоблока в соответствие с нормами участия в НПРЧ. В частности, требовалось обеспечить:

- точность измерения и поддержания задания по активной мощности в переходном режиме не хуже $1\% P_{\text{ном}}$;
- нечувствительность первичных регуляторов по частоте не более 10 мГц;
- минимальное значение «мертвой полосы» первичного регулирования ($\pm \Delta f_0$ мин) 50 ± 20 мГц;
- возможность оперативного изменения величины «мертвой полосы» с шагом ± 5 мГц;
- динамику изменения первичной мощности ПГУ при максимально требуемой первичной мощности $10\% P_{\text{ном}}$ не хуже:

- $2,5\% P_{\text{ном}}$ – за 15 с;
- $5\% P_{\text{ном}}$ – за 30 с;
- $10\% P_{\text{ном}}$ – за 120 с.

При номинальной мощности блока 427 МВт без участия в первичном регулировании ПТ такую динамику (более 42,7 МВт/мин в течение первых 30 с) можно обеспечить только при совместном участии в НПРЧ САРЧМ энергоблока, АСР локальной системы управления ГТУ и увеличения скорости ГТУ по каналу частотной коррекции до значения 50 МВт/мин и более.

При анализе исходных алгоритмов блока было выявлено несоответствие РМБ и регулятора мощности ГТУ требованиям отраслевых стандартов, а именно:

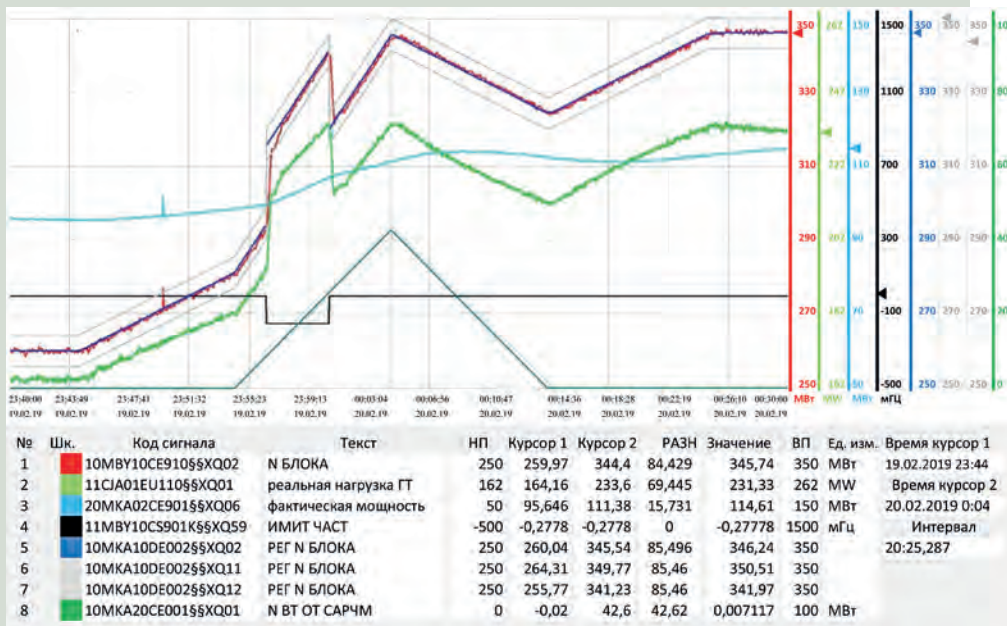
- отсутствовала возможность оперативного изменения зоны нечувствительности и статизма (должны быть задатчики на видеокдрах РМБ и САУ ГТУ);
- некорректно было выбрано значение частоты сети для частотного корректора РМБ (использовался сигнал измеренной частоты вращения вала ПТ вместо ГТ, притом что блок может работать только с ГТУ);
- не обеспечивалось первичное регулирование во всем регулировочном диапазоне энергоблока (работа частотного корректора РМБ ограничивалась отклонением частоты не более 233,33 мГц; было реализовано автоматическое отключение частотного корректора с занулением при отклонении частоты на 250 мГц и более);
- вычисление первичной мощности в РМБ выполнялось некорректно (не учитывался состав работающего основного оборудования);
- не был предусмотрен прием сигнала задания вторичного регулирования в РМБ и его обработка в задатчике вторичной мощности, то есть схема РМБ не предполагала участия энергоблока в АВРЧ;
- отсутствовали сигналы имитации частоты для РМБ и САУ ГТУ;
- локальный частотный корректор ГТУ не был введен в работу (на момент проведения анализа настройки частотного корректора ГТУ были ограничены скоростью 17 МВт/мин, чего недостаточно для НПРЧ);
- при попытках достичь максимально допустимой скорости изменения нагрузки энергоблока автоматика котла-утилизатора (регуляторы уровней в барабанах ВД, СД, НД и т.д.) не обеспечивала поддержание заданных параметров в автоматическом режиме.

Из-за большого количества отступлений от требований отраслевых стандартов, а также от сложившейся практики построения систем регулирования мощности энергоблоков ПГУ схема и алгоритмы РМБ потребовали полной замены на новые, соответствующие нормам. После внесения изменений в РМБ было обеспечено выполнение требований:

- по регулированию электрической мощности блока с учетом задания по электрической нагрузке (работа по диспетчерскому графику);
- по участию блока в НПРЧ и АВРЧ и обмену сигналами с САРЧМЦ.

Алгоритм регулятора мощности САУ ГТУ достаточно стандартен для турбин Siemens подобного класса и требовал лишь доработок, которые были выполнены и согласованы с производителем.

В рамках работ по корректировке алгоритмов блока на основании разработанной и утвержденной программы наладки и испытаний АСР АСУ ТП энергоблока ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС в ноябре 2018 года был выполнен останов



Красный – суммарная активная мощность энергоблока;
 зеленый – активная мощность ГТУ;
 голубой – активная мощность ПТУ;
 черный – выход имитатора отклонения частоты;
 синий – текущее задание мощности энергоблока;
 серый – коридор $\pm 1\% P_{ном}$
 темно-зеленый – сигнал, имитирующий задание от САРЧМ

Проверка совместного действия первичного, вторичного и третичного регулирования

блока ПГУ, произведена окончательная загрузка алгоритмов АСУ ТП блока и их активация с последующим пуском блока и наладкой реализованных алгоритмов.

По результатам испытаний в регулировочном диапазоне нагрузок 180–427 МВт энергоблок ПГУ был полностью подготовлен к работе в автоматическом режиме со скоростью 13 МВт/мин (ранее обеспечивалось 4 МВт/мин). При резком сбросе нагрузки ПТ с максимальной мощности до 0 МВт (аварийное отключение ПТ) блок остается в работе только с ГТУ и котлом-утилизатором, все регуляторы уровня в барабанах котла и БРОУ отрабатывают в автоматическом режиме. Повторный пуск ПТ после запуска пошаговой программы пуска также обеспечивается без участия персонала. Подъем давления в барабанах котла производится автоматически с заданной скоростью до набора толковых параметров (ранее эта функция не была реализована и осуществлялась персоналом в ручном режиме).

Дополнительно были внесены изменения в алгоритмы и проведены успешные испытания программы расхаживания клапанов ПТ и регулятора уровня в конденсаторе ПТ, которые изначально работали некорректно и не справлялись со своими задачами.

Кроме того, были разработаны проектные решения по определению состава необходимого дополнительного оборудования для организации обмена информацией между терминалом САРЧМ, который проектируется РУП «БЕЛТЭИ», и существующей САР энергоблока ПГУ.

Результаты испытаний энергоблока

В декабре 2018 года на основании разработанной и утвержденной программы наладки и испытаний локального частотного корректора ГТУ энергоблока ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС были проведены успешные испы-

тания локального частотного корректора ГТУ в присутствии представителей Siemens. По результатам испытаний максимальная скорость ГТУ по каналу частотной коррекции достигла 83 МВт/мин при общей скорости блока около 100 МВт/мин. При имитации отклонений частоты на ± 250 мГц и заданном статизме 5 % вверху, в середине и внизу регулировочного диапазона блок автоматически изменяет нагрузку со скоростями, требуемыми для обеспечения требований СТП по его участию в НПРЧ.

В январе 2019 года проведены успешные испытания по программе предварительных испытаний для оценки готовности энергоблока ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС к участию в НПРЧ и АВРЧ.

В феврале 2019 года в присутствии представителей РУП «ОДУ» были проведены основные испытания на соответствие энергоблока ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС нормам участия в НПЧР и готовность внутренних алгоритмов энергоблока к его участию в АВРЧ.

В качестве примера на рисунке представлены графики переходных процессов, полученные при проведении опыта по проверке совместного действия первичного, вторичного и третичного регулирования на базовой нагрузке 260 МВт. Начальные условия опыта:

- статизм первичного регулирования $S = 6\%$;
- скорость изменения задания плановой (третичной) мощности 2,135 МВт/мин;
- скорость изменения задания вторичной мощности (имитация задания мощности от центрального регулятора) 4,27 МВт/мин.

Как видно из рисунка, в опыте зафиксированы изменения фактической мощности энергоблока в соответствии с заданием плановой мощности и вторичной мощности с точностью не хуже $\pm 1\% P_{ном}$. Требуемая величина первичной мощности энергоблока выдана при двух возмущениях опыта (-150 мГц, 0 мГц) соответственно за 16,9 с, 18,2 с (менее 30 с), при этом

Оценка соответствия ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС требованиям СТП 09110.01.215-15

№ п/п СТП	Требование	Норматив	Оценка соответствия энергоблока ст. № 9 Лукомльской ГРЭС
5.1.1	Точность измерения активной мощности энергоблока	Не хуже 1 % P _{НОМ}	+
	Точность измерения частоты вращения турбины	Не хуже 0,01 Гц	+
	Нечувствительность первичных регуляторов по частоте	Не более 0,01 Гц	+
	Зона нечувствительности первичного регулирования по частоте	Не более 0,02 Гц	+
	Точность поддержания текущей мощности энергоблока	Не хуже 1 % P _{НОМ}	+
	Вид переходного процесса изменения активной мощности энергоблока при НПРЧ	Апериодический без перерегулирования	+
	Погрешность обработки задания по активной мощности в переходном режиме	Не более 1 % P _{НОМ}	+
5.1.2	Процесс первичного регулирования	Автоматический	+
	Параметры котлоагрегата в процессе первичного регулирования	В допустимых пределах	+
5.1.4	Минимальное значение «мертвой полосы» первичного регулирования	Не более 50±0,020 Гц	+
	Верхняя граница значения «мертвой полосы» первичного регулирования	Не менее 50±0,075 Гц	+
	Дискретность изменения «мертвой полосы» первичного регулирования	Не более 0,005 Гц	+
	Возможность оперативного изменения величины «мертвой полосы» первичного регулирования без потери функции регулирования частоты	–	+
5.1.6	Динамика изменения первичной мощности при скачкообразном отклонении частоты за пределы «мертвой полосы» первичного регулирования, вызывающем необходимость реализации первичной мощности величиной 5 % P _{НОМ} и менее в пределах регулировочного диапазона	Не хуже 2,5 % P _{НОМ} за 15 с	+
		Не хуже 5 % P _{НОМ} за 30 с	+
	Динамика изменения первичной мощности при скачкообразном отклонении частоты за пределы «мертвой полосы» первичного регулирования, вызывающем необходимость реализации первичной мощности величиной более 5 % P _{НОМ} и менее в пределах регулировочного диапазона	Не хуже 2,5 % P _{НОМ} за 15 с Не хуже 5 % P _{НОМ} за 30 с Не хуже 10 % P _{НОМ} за 120 с	+
5.1.8	Статизм первичного регулирования (S %)	4÷6 %	+
	Дискретность изменения статизма	Не более 0,5 %	+

ее первая половина выдана за 8,6 с, 10,1 с (менее 15 с), что подтверждает выполнение критериев согласно нормативным требованиям к участию энергоблока в НПРЧ и готовность его внутренних алгоритмов к участию в АВРЧ, а именно к совместным действиям первичного, вторичного и третичного регулирования.

В таблице приведена оценка соответствия ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС требованиям СТП 09110.01.215-15, из которой следует, что блок данному отраслевому стандарту соответствует.

Заключение

Испытаниям энергоблока ПГУ-427 МВт ст. № 9 Лукомльской ГРЭС предшествовал значительный объем работ по модернизации и испытаниям основных АСР энергоблока, блочного регулятора мощности и локального частотного корректора ГТУ, а также успешные предварительные испытания.

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что энергоблок соответствует требованиям стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.01.215-15 в части нормативных требований, предъявляемых к ПГУ для участия в НПРЧ, и готовности внутренних алгоритмов энергоблока к его участию в АВРЧ.

Участие энергоблока только в АВРЧ (без НПРЧ) может быть обеспечено в расширенном диапазоне нагрузок по результатам специальных испытаний блока на данных нагрузках и при условии его работы полностью в автоматическом режиме.

В ближайшее время аналогичным испытаниям будут подвергнуты и остальные блоки Белорусской энергосистемы, выделенные для подключения к САРЧМ. Кроме того, согласно СТП 09110.01.213-16 «Система автоматического регулирования частоты и мощности перетоков в Белорусской энергосистеме и требования к системе управления и оборудованию электростанций, участвующих в регулировании частоты и перетоков мощности» периодические испытания на соответствие нормам участия в регулировании частоты и перетоков мощности должны проводиться не реже одного раза в четыре года.

ОПЫТ АДАПТАЦИИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЛЯ ПРОЕКТА СТРАТЕГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

В статье отражен опыт адаптации методологических подходов стратегической экологической оценки применительно к разработке проекта Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС (ОЯТ БелАЭС) с целью обоснования безопасного, экологически и социально приемлемого сценария обращения с ОЯТ БелАЭС. Полученные результаты использованы при выборе стратегического направления в этой области, что нашло отражение в Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 августа 2019 года № 558.

Н.Д. КУЗЬМИНА,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

Н.В. ГОРБАЧЕВА,
к.т.н., ведущий научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

А.В. КУЗЬМИН,
к.ф.-м.н., генеральный директор
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

М.А. КОЗЕЛ,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

В международной практике стратегическая экологическая оценка (СЭО) значимых государственных планов и программ рассматривается как эффективный инструмент достижения целей устойчивого развития, поскольку предполагает рассмотрение экологических вопросов в тесной связи с социально-экономическими задачами. Основной целью СЭО является учет экологических аспектов при разработке и реализации стратегических документов на основе принципов устойчивого развития экосистем и общества в целом. Важность применения СЭО объясняется необходимостью включения экологических аспектов в процесс планирования для принятия более эффективных управленческих решений [1].

Являясь не только превентивным инструментом экологического регулирования, но также инструментом планирования и проектирования, СЭО помогает формировать стратегические решения в соответствии с экономическими, социальными и экологическими целями устойчивого развития. Это вносит элемент объективности в оценку альтернативных вариантов и способствует более открытому и прозрачному принятию решений за счет вовлечения всех заинтересованных сторон.

В странах СНГ СЭО рассматривается как новый инструмент оценки стратегических документов, поэтому в настоящее время создается инфраструктура для эффективного внедрения СЭО в практику принятия стратегически важных

решений и реализуются пилотные проекты, что позволит приобрести необходимый опыт в этой области.

Наиболее значимым законодательным актом, определяющим общие процедуры проведения СЭО, является Европейская Директива 2001/42/ЕС по оценке экологических последствий реализации отдельных планов и программ. В документе прописан регламент проведения систематической превентивной процедуры СЭО, основанной на экологической оценке проектов и открытой для участия различных заинтересованных сторон и общественности. Большое внимание в Директиве уделяется разработке экологического доклада. Положения Директивы легли в основу Протокола по СЭО к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (далее – Протокол по СЭО) [2]. В отличие от Директивы Протокол по СЭО рассматривает в качестве объектов СЭО законодательные акты, а также фокусирует внимание на оценке влияния проектов на здоровье населения, необходимости участия общественности в процессе СЭО и проведения консультаций с заинтересованными сторонами.

Универсального подхода к проведению СЭО при разработке планов и программ не существует. Каждая страна выбирает стратегию реализации СЭО в зависимости от сложившейся системы планирования и экономического потенциала. Однако очевидно, что ретроспективные СЭО, проводимые отдельно от разработки планов и программ, менее эффективны и с наи-

меньшей вероятностью могут обеспечить достаточную основу для выполнения положений Протокола по СЭО. Частичная или полная интеграция СЭО в процесс стратегического планирования и принятия решений представляет собой действенный механизм выполнения условий Протокола по СЭО. Выбор подхода зависит от политической воли и специфических условий разработки и принятия стратегически важных решений. В одних случаях больший эффект дает частичное включение, в других – полная интеграция СЭО в процесс планирования и реализации проекта.

Сформированная в Республике Беларусь нормативная база обязывает рассматривать в качестве объектов проведения СЭО в первую очередь государственные, отраслевые и региональные программы, а также схемы, прогнозы, программы и стратегии территориального развития, реализация которых может оказать воздействие на окружающую природную среду и здоровье человека, в том числе в трансграничном контексте. В соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь процедура СЭО включает [3]:

- определение сферы охвата;
- подготовку экологического доклада по СЭО;
- проведение консультаций с заинтересованными органами государственного управления;
- общественные обсуждения экологического доклада по СЭО;
- согласование экологического доклада по СЭО с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и при необходимости – с иными заинтересованными органами государственного управления.

Существует ряд методов, которые рекомендуется использовать для оценки экологических аспектов воздействия разрабатываемых стратегий и программ в рамках СЭО. При выборе методов важно отдавать предпочтение тем, которые подходят для конкретной ситуации (с учетом имеющихся исходных данных). Кроме того, выбранный подход должен обеспечивать логичную подачу информации и улучшать понимание заинтересованными сторонами результатов оценки. В этом контексте предпочтительно использовать простые и прозрачные методы оценки, а также их комбинации.

В таблице 1 представлены методы, используемые на различных этапах процедуры СЭО ядерно-энергетических программ, рекомендуемые документом [4]. Все они имеют определенные недостатки. В частности, более сложные методы, как правило, требуют значительных объемов исходных данных. Отсутствие таких данных часто ограничивает применимость метода и, следовательно, уменьшает его надежность.

Еще одна трудность, возникающая при оценке влияния разрабатываемых стратегий, программ или планов на компоненты окружающей среды, связана со степенью неопределенности исходных данных и принимаемых решений. В таких случаях необходимо найти разумные способы учета неопределенностей, к примеру, исследование возможных основных параметров в области неопределенности или выбор вариантов решений, имеющих наилучшие характеристики при наихудших значениях неопределенных переменных [5].

Методология СЭО проекта Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС

Проект Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС отражает национальные стратегические приоритеты в этой области. Документ разработан ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси с участием АО «Техснабэкспорт» (предприятие Госкорпорации «Росатом»), которое является отраслевым интегратором российских технологий по обращению с ОЯТ.

В соответствии с требованиями ст. 6 Закона Республики Беларусь от 18 июля 2016 года № 399-З «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» [3] проект Стратегии является объектом СЭО. Оценка проекта осуществлялась параллельно его разработке и основывалась на вовлечении заинтересованных в процесс принятия стратегических решений.

Таблица 1. Использование методов проведения СЭО

Методы проведения СЭО	Скрининг	Скопинг	Оценка	Отчет СЭО	Принятие решения	Мониторинг
Объекты-аналоги, обзор литературы и нормативных документов	v	v	v	v		
Чек-листы	v	v	v	v	v	v
Индикаторы	v	v	v		v	v
Матрицы	v	v	v		v	
Сети	v	v	v			
Мультикритериальный анализ			v		v	
Анализ затрат и выгод			v		v	
Оценка риска			v			
Наложение слоев и ГИС-карты			v			
Коллективная экспертная оценка	v	v	v	v	v	v
Моделирование			v			

При проведении СЭО проекта рассмотрены следующие возможные варианты обращения с ОЯТ БелАЭС:

- вариант № 1 – направление отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) Белорусской АЭС на переработку в Российскую Федерацию с учетом длительного хранения ОЯТ на территории Российской Федерации с последующим возвратом высокоактивных отходов (ВАО) и их захоронением в Республике Беларусь;
- вариант № 2 – направление ОТВС на переработку в Российскую Федерацию с учетом длительного «сухого» хранения ОЯТ на территории Республики Беларусь с последующим возвратом и захоронением ВАО в Республике Беларусь;
- вариант № 3 – длительное хранение ОТВС, в том числе с их последующим захоронением на территории Республики Беларусь (без отправки в Российскую Федерацию).

Для оценки экологических аспектов проекта Стратегии мероприятия по обращению с ОЯТ были разделены на девять фаз [6]:

- 1) накопление контейнеров с ОЯТ перед отправкой в Российскую Федерацию;
- 2) долговременное хранение ОЯТ в Республике Беларусь;
- 3) переработка ОЯТ в Российской Федерации, включая технологическое хранение;
- 4) временное хранение ВАО перед их захоронением в Республике Беларусь;
- 5) выбор площадок для захоронения радиоактивных отходов;
- 6) сооружение пункта захоронения;
- 7) эксплуатация пункта захоронения;
- 8) окончательная изоляция радиоактивных отходов;
- 9) захоронение ОЯТ в Республике Беларусь.

Поскольку все рассмотренные в проекте экологического доклада по СЭО фазы обращения с ОЯТ, которые планируется реализовать, будут осуществляться на объектах или установках, для которых еще не определены площадки и проектные решения, факторы воздействия, связанные с этими объектами или установками, оценивались и описывались в качественном выражении.

Для каждой из фаз проведена прогнозная оценка воздействия на следующие компоненты окружающей среды: атмосферный воздух; подземные и поверхностные воды; гео-

лого-экологические условия (геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические), рельеф, земли (включая почвы); растительный и животный мир; особо охраняемые природные территории, природные территории, подлежащие специальной охране. Оценены также акустические и радиационные факторы, возникающие при реализации каждой фазы.

Прогноз изменения состояния компонентов окружающей среды под воздействием фаз основывался на экспертной оценке предполагаемого уровня воздействия по отношению к соответствующему экологическому критерию. При выяв-

Таблица 2. Градация воздействий на компоненты окружающей среды

Градация воздействий	Балл
Показатели значимости изменений в компонентах окружающей среды	
Нулевое: воздействие на окружающую среду отсутствует	0
Незначительное: изменения в окружающей среде не влияют на ее общее функционирование	1
Слабое: изменения в окружающей среде влекут за собой последствия, прекращающиеся при окончании воздействия	2
Умеренное: изменения в окружающей среде приводят к нарушениям ее функционирования, требующим ограниченного вмешательства для восстановления	3
Сильное: изменения в окружающей среде приводят к значительным нарушениям, требующим вмешательства для восстановления	4
Критическое (катастрофическое): изменения в окружающей среде приводят к крайне значительным нарушениям, требующим срочного и масштабного вмешательства для возможного восстановления	5
Показатели временного масштаба воздействия	
Нулевое: воздействие в период времени не наблюдается	0
Незначительное: воздействие, наблюдаемое очень ограниченный период времени	1
Кратковременное: воздействие, наблюдаемое ограниченный период времени	2
Средней продолжительности: воздействие, наблюдаемое период времени, который больше кратковременного, но меньше долговременного	3
Долговременное: воздействие, наблюдаемое продолжительный период времени	4
Постоянное: воздействие, наблюдаемое многолетний период времени	5
Показатели масштаба воздействия	
Нулевое: воздействие на окружающую среду нулевой площади	0
Локальное: воздействие на окружающую среду на ограниченной территории, как правило, на территории строительной и промышленной площадок	1
Местное: воздействие на окружающую среду в масштабе административной единицы	2
Региональное: воздействие на окружающую среду в масштабе охвата нескольких регионов	3
Республиканское: воздействие на окружающую среду в масштабе страны	4
Трансграничное: воздействие на окружающую среду, затрагивающее территорию других стран	5

лении возможности значительного изменения компонента окружающей среды для каждого случая предлагались эффективные меры защиты.

Методика оценки воздействия на окружающую среду и обоснования выбора предпочтительного варианта проекта Стратегии основывалась на определении показателей пространственного и временного масштабов воздействия, значимости изменений в результате воздействия. С целью перевода качественных характеристик и количественных значений этих показателей в баллы разработана градация уровней воздействий. Общая оценка значимости производилась путем умножения баллов по каждому из трех показателей. Затем полученные баллы по каждому компоненту складывались. В таблице 2 приведена градация воздействия с использованием разработанных индикаторов [6].

В таблице 3 представлена сводная характеристика матрицы экологического воздействия вариантов № 1–3 на компоненты окружающей среды, необходимая для обоснования выбора рекомендуемого варианта реализации проекта Стратегии [6].

На основании рассчитанных в рамках процедуры СЭО показателей степени воздействия возможных вариантов обращения с ОЯТ БелАЭС на компоненты окружающей среды установлено, что приоритетным сценарием является переработка ОЯТ БелАЭС в Российской Федерации с возвратом в Республику Беларусь радиологически менее опасной цезиево-стронциевой фракции ВАО, включенной в стеклоподобную матрицу, с исключением долгоживущих радионуклидов (варианты № 1–2). Вариант № 3 (без переработки ОЯТ) оказывает более существенное влияние на компоненты окружающей среды и поэтому не является предпочтительным.

В случае невозможности реализации рекомендуемого варианта рассматривается отложенное решение с перспективой захоронения ОЯТ в глубокие геологические формации.

Заключение

В работе приведены результаты адаптации методологических подходов СЭО применительно к разработке проекта Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС. Приведена методика оценки экологических аспектов воздействия и обоснования выбора в рамках процедуры СЭО предпочтительного сценария обращения с ОЯТ БелАЭС. Методика основана на качественном определении показателей пространственного и временного масштабов воздействия, значимости изменений в результате воздействия и переводе качественных характеристик и их количественных значений в баллы. Определен предпочтительный (оказывающий наименьшее влияние на компоненты окружающей среды) сценарий обращения с ОЯТ БелАЭС, заключающийся в его переработке в Российской Федерации с возвратом в Респу-

Таблица 3. Результаты обоснования выбора рекомендуемого варианта обращения с ОЯТ БелАЭС

Компонент окружающей среды, фактор воздействия	Общая оценка значимости, баллы		
	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3
Атмосферный воздух	498	507	798
Подземные и поверхностные воды	181	184	445
Геолого-экологические условия (геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические), рельеф, земли (включая почвы)	512	521	794
Растительный и животный мир	394	400	590
Особо охраняемые природные территории, природные территории, подлежащие специальной охране	140	143	221
Акустическое воздействие	96	96	155
Радиационное воздействие	392	401	719
Итого	2213	2252	3722
Приоритетность варианта	1–2	1–2	3

блику Беларусь цезиево-стронциевой фракции ВАО с исключением долгоживущих радионуклидов.

Полученные результаты использованы при выборе стратегического направления Беларуси в области обращения с ОЯТ, которое было закреплено в соответствующем документе – Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 августа 2019 года № 558.

Список литературы

1. *Applying Strategic Environmental Assessment. Good practice guidance for development co-operation* [Электронный ресурс]. – OECD, 2006. – Режим доступа: <https://www.oecd.org/environment/environment-development/37353858.pdf>. – Дата доступа: 18.07.2019.
2. *Протокол по стратегической экологической оценке к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте* [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://www.unep.org/env/eia/about/sea_text_r.htm. – Дата доступа: 20.07.2019.
3. *О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду: Закон Респ. Беларусь от 18 июля 2016 г. № 399-З: Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 21.07.2016, 2/2397.*
4. *Strategic environmental assessment for nuclear power programmes: guidelines* [Электронный ресурс]. – № NG-T-3.17. – Вена: МАГАТЭ, 2018. – Режим доступа: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1815_web.pdf. – Дата доступа: 22.07.2019.
5. *Пэнтл, Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пэнтл. – Москва: Мир, 1979. – 213 с.*
6. *Экологический доклад по стратегической экологической оценке проекта Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции* [Электронный ресурс]. – Минск, 2018. – Режим доступа: http://sosny.bas-net.by/wp-content/blogs.dir/2/files/2018/12/Экологический_доклад_стратегия_ОЯТ_АЭС.pdf. – Дата доступа: 22.07.2019.

В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

В рубрике поднимается актуальный для потребителей тепловой энергии вопрос о том, необходима ли регулярная поверка метрологическими службами средств измерений (показывающих манометров и термометров), установленных в тепловых пунктах. В материале разъясняются соответствующие требования ТНПА и других официальных источников и даются рекомендации потребителям по проведению поверок СИ, не относящихся к сфере законодательной метрологии.

Приглашаем специалистов и всех заинтересованных принять участие в обсуждении проблемных вопросов эксплуатации электро- и теплотехнического оборудования, поделиться опытом их решения на страницах журнала.

Тел.: 293-46-82
e-mail: 2934682@mail.ru
www.energystrategy.by

К вопросу о необходимости ежегодной поверки средств измерений, установленных в системах теплоснабжения потребителей

При подготовке к отопительному сезону потребители тепловой энергии массово сдают в метрологические службы для поверки показывающие манометры и, как ни странно, термометры, ссылаясь при этом на требования ТКП. Давайте разберемся, является ли необходимой поверка данных приборов, установленных в тепловых пунктах систем теплоснабжения потребителей, с учетом требований действующего законодательства.

Статьей 16 Закона Республики Беларусь от 5 сентября 1995 года № 3848-XII «Об обеспечении единства измерений» (далее – Закон) определены области применения средств измерений (СИ), отнесенных к сфере законодательной метрологии (СфЗМ). Все СИ, относящиеся к СфЗМ, должны подвергаться поверке или калибровке в соответствии со сроками, указанными в постановлении Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 марта 2007 года № 17 «Об утверждении перечня областей в сфере законодательной метрологии». Установленные в теплоустановках (ТУ) показывающие манометры и термометры, как считают многие потребители, попадают в следующие области применения СИ:

- обеспечение жизни и охраны здоровья человека;
- организация охраны труда.

Какие же именно СИ относятся к области обеспечения жизни и охраны здоровья, а какие – к области охраны труда?

Согласно информационному обзору региональной метрологической организации КООМЕТ «Правила отнесения средств измерений к сфере законодательной метрологии» к первой из указанных областей относятся приборы медицинского назначения, используемые в учреждениях здравоохранения, в том числе в клиничко-диагностических лабораториях, при диагностике заболеваний и лечении человека (электрокардиографы, иммуноферментные и биохимические анализаторы, тонометры, аудиометры, термометры и др.), при условии, что они используются только специалистами медицинских учреждений.

Те же медицинские приборы и оборудование, применяемые при аттестации рабочих мест, зон, условий труда (определение качества воздуха, запыленности рабочей зоны, освещенности рабочих мест и т.д.), относятся к СИ, используемым в области обеспечения охраны труда.

Указанные приборы не могут быть отнесены к СфЗМТ в случае, если они используются для самостоятельного контроля состояния здоровья вне медицинских учреждений – на предприятиях или в быту, так как при этом велика субъективная составляющая

погрешности измерений, выполняемых лицами, не имеющими медицинского образования.

Показывающие манометры, установленные в ТУ потребителей, не подпадают ни под первую, ни под вторую категорию СИ, относящихся к СфЗМ, по ряду причин.

К сведению:

Информационный обзор КООМЕТ «Правила отнесения средств измерений к сфере законодательной метрологии» был подготовлен с участием представителей Госстандарта Республики Беларусь на основании опыта специалистов Белорусского государственного института метрологии и утвержден на заседании технического комитета ТК 2 «Законодательная метрология», прошедшем 28–29 сентября 2016 года в г. Ташкент (Узбекистан).



*Избыточное
число манометров,
установленных
в ТП медучреждения*

Во-первых, в ТУ отсутствует постоянный дежурный персонал. Согласно п. 11.44 ТКП 458.2012 (02230) «Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей» средства автоматизации и контроля должны обеспечивать работу тепловых пунктов (ТП) без постоянного обслуживающего персонала. Для этого ТП систем теплоснабжения оснащаются автоматическими регуляторами расхода, давления и температуры. Пунктом 16.3 определено, что потребитель обязан проводить осмотр оборудования ТП не реже одного раза в неделю. Поэтому в случае аварийного повышения давления в трубопроводах ТП обслуживающий персонал потребителя может не иметь информации для принятия каких-либо противоаварийных мер.

Во-вторых, показывающие манометры и термометры не имеют технологической связи с системой защиты сетей теплоснабжения – в отличие от электроконтактных манометров (ЭКМ), которые передают сигнал непосредственно на пульт управления оборудованием теплоисточника или включают в работу предохранительные устройства.

Таким образом, показывающие манометры не относятся к СфЗМ и, следовательно, не подлежат обязательной поверке органами метрологического контроля. Срок их поверки может установить сам потребитель распорядительным документом. Это также подтверждается разъяснениями КООМЕТ, согласно которым манометры, показывающие наличие давления в системах жизнеобеспечения (теплоснабжения), не относятся к СфЗМ. И срок поверки для них устанавливается распоряжением владельца.

Согласно официальному разъяснению Госстандарта по вопросу о необходимости ежегодной поверки СИ, в том числе предназначенных для внутрипроизводственных и технологических нужд, **решение об отнесении СИ к СфЗМ должно приниматься самим владельцем или (и) пользователем СИ.** Правильность категоризации СИ контролируется при проведении проверок службами государственного метрологического надзора. Это подтверждается ст. 25 Закона, согласно которой «периодичность осуществления поверки средств измерений, применяемых вне сферы законодательной метрологии, устанавливается юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и иными физическими лицами, применяющими эти средства измерений».

Некоторые потребители устанавливают в тепловых пунктах показывающие манометры в количестве, явно превышающем необходимое (см. рисунок); при этом все приборы ежегодно поверяются. Трудно объяснить, чем обоснованы подобные технические решения и как с их помощью обеспечивается защита жизни и здоровья персонала или решаются вопросы охраны труда. Дело в том, что потребитель сможет узнать об имевшем

К сведению:

Система жизнеобеспечения (СЖО) – комплекс (система) градостроительных, социально-экономических, хозяйственно-бытовых, медико-профилактических мероприятий, направленных на нейтрализацию или сглаживание негативных воздействий окружающей среды на жизнедеятельность населения и обеспечение его высокой работоспособности при сохранении высокого уровня здоровья и социального благополучия.

место нерасчетном изменении давления или температуры только из архива прибора учета тепловой энергии.

С целью исключения аварийных ситуаций, связанных с повышением давления в трубопроводах, и для защиты трубопроводов и оборудования ТП на теплоисточнике устанавливаются защитные устройства – предохранительные клапаны, гидрозатворы и т.д. Эти устройства как раз относятся к СфЗМ и подлежат обязательной поверке, калибровке или настройке.

Установленные по факту в соответствии с проектным решением манометры, установка которых не требуется (согласно ТКП-458 вместо них предусматривается врезка бобышек), распоряжением руководителя предприятия или организации могут быть переведены в разряд индикаторов.

К сведению:

Индикаторы – это средства измерений и контроля, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору и применяемые для наблюдения за изменением величин без оценки их значений с нормируемой точностью.

Нет необходимости и в ежегодной поверке показывающих термометров, также не относящихся к СфЗМ. Ведь говорить о контроле за фактической температурой теплоносителя не приходится, ввиду того что в ТКП-458, а также в ТКП 459-2012 (02230) «Правила техники безопасности при эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей» отсутствует требование о необходимости заполнения пространства между термометром и карманом под него теплопроводящей жидкостью для получения наиболее достоверных результатов. Отсутствие теплопроводящей жидкости, которую потребитель в полном соответствии

с ТНПА может и не заливать, приводит к искажению результата измерений в пределах 3–5 °С.

Обязательность ежегодной поверки СИ как одного из условий готовности к ОЗП не находит подтверждения и в ТКП 338-2012 «Правила подготовки и проведения осенне-зимнего периода энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии». Согласно п. 4.4.7 данного ТКП **потребитель должен проверить техническое состояние СИ, но не обязан выполнять их поверку**, как указано для СИ в составе коммерческого прибора учета тепловой энергии.

Завод-изготовитель, как правило, указывает в техническом паспорте и руководстве по эксплуатации СИ срок его периодической поверки. При этом изготовитель не обладает информацией, на какой объект или агрегат потребитель планирует установить данное СИ, в какую технологическую цепочку оно будет включено и будет ли связано с охраной жизни и здоровья человека или обеспечением условий охраны труда.

Аналогичная ситуация с требованием о проведении ежегодной промывки водонагревательных установок. На запрос госэнергонадзора завод-изготовитель таких установок ответил, что решение о необходимости промывки водонагревателей принимает потребитель по результатам испытаний данных установок на тепловой эффект. Только в том случае, если соотношения параметров греющей и нагреваемой сред отличаются от паспортных данных, следует проводить промывку водонагревателя.

Исходя из всего сказанного, потребителю рекомендуется в соответствии с п. 29.5 ТКП-458 и ст. 25 Закона распорядительным документом по предприятию, организации определить срок поверки СИ, установленных в ТУ (за исключением СИ в составе

прибора учета тепловой энергии, которые поверяются согласно паспорту завода-изготовителя). СИ, установленные в ТП (кроме обязательных), согласно п. 11.48 ТКП-458 следует вывести в состав индикаторов. Для проверки при необходимости гидравлического или температурного режима работы системы теплоснабжения рекомендуется иметь одно-два поверенных СИ.

К сведению:

Согласно ст. 25 Закона СИ считается поверенным при условии наличия клейма на нем, а также свидетельства о поверке, которое должно быть выдано потребителю органом государственной метрологической службы (центром стандартизации, метрологии и сертификации – ЦСМС).

Выполнение приведенных рекомендаций в рамках требований Закона позволит потребителям исключить дополнительные производственные и финансовые затраты, связанные с ежегодной поверкой показывающих манометров и термометров, установленных в ТУ потребителей, а также с промывкой водоподогревателей, необязательной при положительных результатах испытаний.

Н.Н. Киселев, начальник энергогазинспекции филиала ГУ «Госэнергонадзор» по Гомельской области



II Международная специализированная выставка
низковольтной электротехники и электроники

**ELECTRO
INSTALL
2019**

Ноябрь 5–7



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Украина, г. Киев, Броварской пр-т, 15

тел.: (044) 201-11-57, 206-87-96, e-mail: lyudmila@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ (ФОТОГАЛЬВАНИЧЕСКИХ) ПАНЕЛЕЙ

Излучение солнца относится к экологически безопасным возобновляемым источникам энергии, не загрязняющим окружающую среду. Поэтому развитие гелиоэнергетики является одним из значимых направлений государственной энергетической политики в европейских странах, в том числе в Республике Беларусь. Фотоэлектрические системы с аккумуляторами давно и успешно применяются в разных отраслях экономики для обеспечения автономного электропитания. В статье представлен опыт внедрения данной технологии на газораспределительных пунктах УП «МИНГАЗ».



Ю.А. ШЕЙКО,
начальник службы главного энергетика метрологического обеспечения и охраны окружающей среды УП «МИНГАЗ»

Солнечная батарея – это набор модулей, воспринимающих солнечную энергию и преобразующих ее в электрическую и тепловую. Модули способны генерировать энергию постоянно или накапливать ее для дальнейшего использования. В качестве накопителей электроэнергии используются аккумуляторные батареи.

Достоинства солнечных батарей – максимальная простота конструкции, легкость монтажа, минимальные требования к об-

служиванию, безопасность, большой срок работы. Основное условие их эффективной эксплуатации – не затенять батареи в течение длительного времени и регулярно удалять пыль и атмосферные осадки (снег и т.п.) с рабочей поверхности. Современные солнечные батареи способны сохранять работоспособность десятилетиями – они вырабатывают энергию в течение всего светового дня, даже в пасмурную погоду.

В отдаленных пунктах надежным источником электропитания оборудования может служить фотоэлектрическая система с аккумулятором, который заряжается от солнечного генератора и делает ее доступной в любое время дня и ночи даже в самых неблагоприятных условиях.

В 2016 году УП «МИНГАЗ» инициировало устройство систем автономного питания с использованием солнечных (фотогальванических) панелей на 10 действующих газораспределительных пунктах (ГРП) в г. Минске и Минском районе, не имеющих источника электроснабжения. В условиях отсутствия либо значительной удаленности точек подключения к электросетям и невозможности в отдельных случаях обеспечить затратное строительство ЛЭП и КТП 10/0,4 кВ, создание гелиоустановок позволяет обеспечить надежное и бесперебойное электроснабжение электрооборудования ГРП (в частности, систем телемеханизации, пожарной сигнализации и освещения), что отвечает требованиям Правил по обеспе-



Фотоэлектрические модули, установленные на ГРП-2

чению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь.

Согласно представленным УП «МИНГАЗ» техническим заданиям ООО «Белгипрогаз» в 2016 году разработало проекты модернизации ГРП с устройством телемеханики с использованием 10 фотогальванических панелей в качестве источников электрической энергии. Проектно-сметная документация включала разделы ЭМ (силовое электрооборудование), ТЛМ (телемеханика), ПС (пожарная сигнализация), КЖ (конструкции железобетонные), пояснительную записку и сметный расчет.

Состав основного оборудования для оснащения одного ГРП приведен в таблице.

Основное оборудование для оснащения одного ГРП

№ п/п	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка	Количество, шт.
1	Монокристаллический фотоэлектрический модуль 330 Вт	SunForte PM096B00	2
2	Аккумуляторная батарея 12 В, 200 А·ч	Challenger G12-200H GEL	4
3	Контроллер солнечного заряда MPPT, 60 А, 12/24/36/48 В в комплекте с термодатчиком RTS	iTracer IT6415ND	1
4	Инвертор 12/220 В	ИСЗ-12-600	1

Модернизация системы телеметрии предусматривает введение функции автоматизированного контроля за режимами функционирования ГРП и получение телеизмерений и телесигнализации при отклонении параметров на объекте от заданных пределов с использованием датчиков ГСП по GSM-каналу. Телеметрия построена на базе системы сбора телеметрической информации ИНДЕЛ, для индикации СН-4 используется взрывозащищенный датчик «Дозор-М2» производства РУП «Белгазтехника». В качестве средств пожарной безопасности предусмотрено оборудование, вошедшее в перечень средств противопожарной защиты, разрешенных для применения на территории Республики Беларусь, в частности:

- прибор приемно-контрольный пожарный «Сигнал-20М»;
- блок искрозащитный охранно-пожарный БиОП;
- система оповещения людей о пожаре СО-1.

Для освещения используются светодиодные светильники.

Принцип действия системы следующий.

Основным источником питания электропотребителей ГРП в период наибольшей солнечной активности являются монокристаллические фотоэлектрические модули, установленные на отдельно стоящей опоре возле ГРП и ориентированные на юг или юго-восток.

При нормальных условиях работы электропотребители получают питание от солнечных батарей, одновременно с этим осуществляется зарядка аккумуляторов. В случае низкой солнечной активности либо ее отсутствии в частности в зимнее время года и в ночные часы контроллер производит переключение на питание электропотребителей от аккумуляторных батарей.

Суммарная емкость батарей определялась исходя из гарантированного запаса электрической энергии для наихудших 14 суток. Таким образом, осуществляется бесперебойное электрообеспечение электрооборудования ГРП в течение всего календарного года.

К положительным эффектам от реализации мероприятий по модернизации электроснабжения ГРП с использованием солнечных (фотогальванических) панелей следует отнести:

- автономность системы электроснабжения;
- отсутствие затрат на оплату потребленной электроэнергии;
- увеличение доли возобновляемых источников энергии в общем балансе энергоресурсов предприятия;
- повышение надежности работы системы газоснабжения.

В настоящее время работа по модернизации систем электроснабжения ГРП УП «МИНГАЗ» продолжается, необходимые для этого финансовые средства предусмотрены инвестиционной программой предприятия.

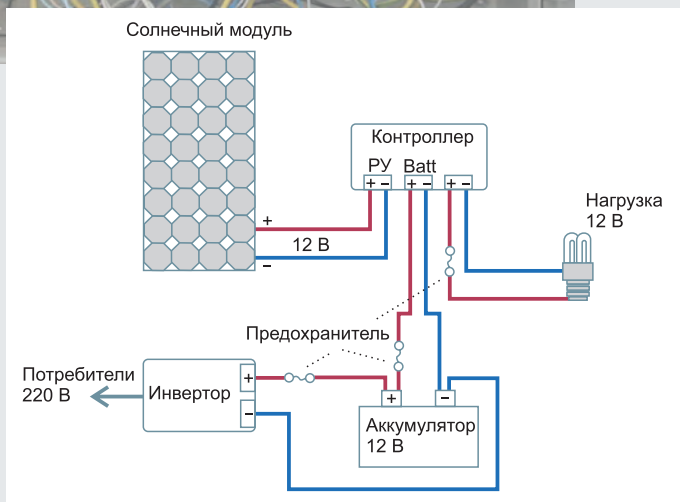


Схема фотоэлектрической установки на ГРП-2



РАЗВИТИЕ ТОПЛИВНО-ГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА МИНЭНЕРГО НАЦЕЛЕНО НА ИННОВАЦИИ

По итогам пресс-тура по объектам ГПО «Белтопгаз», посвященного Дню работников нефтяной, газовой и топливной промышленности

Свой профессиональный праздник белорусские газовщики и торфяники традиционно отметили в первое воскресенье сентября. Накануне этой даты, 29 августа, состоялся пресс-тур по объектам ГПО «Белтопгаз», в котором приняли участие более 20 представителей СМИ. Журналисты ознакомились с работой служб УП «МИНГАЗ», ходом строительства участка газопровода высокого давления, технологией добычи торфа фрезерным способом и процессом производства торфяных брикетов на ТБЗ «Сергеевичское». Мероприятие завершилось круглым столом с участием руководства объединения.

Обращаясь к журналистам, Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич подчеркнул, что газовая и торфяная отрасли являются стратегически важными для экономики страны. Министр отметил работу объединения по модернизации производства, внедрению современных технологий, повышению качества обслуживания населения и промышленных потребителей, а также положительную динамику увеличения объемов и расширения перечня продукции, выпускаемой на экспорт.

Сегодня ГПО «Белтопгаз» представляет собой единую многоотраслевую структуру хозяйствования с замкнутым циклом производства. В 2018 году объединение отметило две знаменательные даты: столетие торфяной промышленности Беларуси и 60 лет с начала полномасштабной газификации республики. По словам генерального директора ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко, преимущество системы в том, что в объединении «Белтопгаз» сконцентрированы силы и средства, направленные на весь комплекс работ как в сфере газификации и эксплуатации систем газоснабжения, так и в торфяной отрасли. Результатом являются высокие показатели страны в этих областях: общий уровень газификации трубопроводным и сжиженным газом в респуб-

лике составляет порядка 97 %, а по объемам добычи торфа Беларусь занимает пятое место в мире – после Финляндии, Ирландии, Швеции и Германии.

Инновации в газоснабжении

В рамках пресс-тура журналисты ознакомились с современными технологиями и инновационными подходами в деятельности служб УП «МИНГАЗ».

Среди освоенных предприятием перспективных технологий – бестраншейная прокладка газопроводов путем протягивания гибкого полимерного рукава в существующую трубу. Применение данного метода значительно ускоряет темпы восстановления сетей и в разы увеличивает производительность труда. Бестраншейная прокладка в три раза снижает стоимость реконструкции по сравнению с традиционным способом, позволяет сохранить смежные коммуникации и лишь незначительно влияет на ограничение дорожного движения. Время производства работ по сравнению с традиционной перекладкой газопровода сокращается в четыре раза, при этом срок его службы после реконструкции продлевается на 50 лет.

В 2010 году на предприятии впервые в республике была использована стоп-система нового поколения, позволяющая минимизировать сбросы газа в атмосферу и не отключать потребителей от системы газоснабжения в ходе ремонтных

К сведению:

Общая протяженность газотранспортной системы Беларуси – около 62 тыс. км, в том числе более 32 тыс. км газопроводов из полиэтиленовых труб. Ежегодно газовые сети прирастают на 2000 км, количество абонентов – на 30 тыс., со сжиженного на природный газ переводится 10 тыс. абонентов.

работ. Внедрение системы позволяет экономить за год порядка 0,5 млн м³ газа. После доработки ее можно использовать в системах тепло- и водоснабжения, на нефтепроводах и т.д.

В УП «МИНГАЗ» эксплуатируется 477 установок активной защиты газопровода двух типов (катодной поляризации и протекторные). Ключевой показатель эффективности работы установок – отсутствие коррозионных зон на поверхности газопровода. Для их бесконтактного обнаружения используется поисково-диагностический комплекс «Прогресс ФК-01», позволяющий определить места контакта «труба – земля». Приборный комплекс также позволяет по GPS-связи автоматически передавать на пост оператора координаты обнаруженных и предполагаемых мест контактов для дальнейшего отображения на карте газопровода, анализа повреждения с сохранением в базе данных предприятия для принятия решения по характеру ремонтных работ.

Совместно с ООО «МАЗ-Купава» в УП «МИНГАЗ» разработано несколько вариантов специализированных автомобилей, в том числе полностью автономный инфомобиль («офис на колесах») для оперативного оказания услуг потребителям, передвижная ремонтная лаборатория для обслуживания установок защиты газопроводов, спецмашины для обеспечения безаварийной работы ГРП, проведения ремонтно-восстановительных работ.

Все предприятия газового хозяйства оснащены высокоточными бесконтактными лазерными течеискателями для обнаружения утечек метана с помощью инфракрасного лазерного луча. Современными средствами телеметрии контролируются параметры всех ГРП, завершается оснащение такими системами ШРП и СКЗ. Внедрение собственных рационализаторских решений, в частности прибора для проверки параметров срабатывания предохранительно-запорной арматуры, позволяет сократить время на обслуживание ГРП. Широко используются переносные комплексы технического диагностирования.



Демонстрация устройства и принципа действия стоп-системы

Во всех газоснабжающих организациях внедрено специализированное ПО – мультипрограммный комплекс «Панорама», который обеспечивает визуализацию всей информации о состоянии газораспределительной системы, позволяет повысить оперативность и эффективность работы всех служб объединения.

Строительный сектор

В 2019 году отрасль работает в условиях реорганизации структуры ее управления, которая осуществляется по поручению Главы государства. В частности, в объединении создан строительный холдинг под управлением ОАО «Белгазстрой» с целью повышения конкурентоспособности сектора на внутреннем и зарубежном рынках.

В рамках пресс-тура журналисты посетили один из важнейших по объему инвестиций и значимости для развития столицы объектов – строительство участка газопровода высокого давления 1-й категории от ГРС «Восточная» до действующего кольцевого газопровода в районе Партизанского проспекта. Генеральным подрядчиком объекта выступает «Белгазстрой». Реализацию объекта планируется завершить в декабре. В ходе работ используются высокоточные средства геодезии и навигации, которые позволяют построить электронный профиль газопровода. На площадке строительства белорусскими специалистами впервые в республике применяются полуавтоматические сварочные аппараты.

К сведению:
Строительными организациями объединения в текущем году освоено подрядных работ в объеме 12,7 млн руб. (118,7 % от предусмотренного задания). Темпы роста объема подрядных работ к тому же периоду 2018 года составили 110,2 %.



Работы по укладке газопровода высокого давления

Уникальность объекта в том, что его проектирование велось с использованием *bim*-технологии, пояснил директор НИИ «Белгипротопгаз» Д.Р. Мороз. Он отметил, что создание математической модели будущего газопровода в значительной степени повышает точность и скорость разработки проектно-сметной документации, исключая возможность механических и человеческих ошибок в процессе проектирования. Применение данной технологии дает возможность за счет оптимизации проектных решений сокращать сроки строительства и в последующем снижать издержки на эксплуатацию объекта.

Развитие и перспективы торфяной промышленности

Ежегодно всеми организациями отрасли добывается около 2,5 млн т торфа, из которых производится 1,1 млн т топливных брикетов и сушенки, 100 тыс. т грунтов, верхового кипованного торфа. Сложившийся на сегодня внутренний рынок сбыта – цементные заводы, организации, занимающиеся топливоснабжением, а также благоустройством населенных пунктов. 13 % белорусского топлива на основе торфа идет на экспорт. Одним из основных его потребителей является Швеция, которая сама входит в тройку мировых лидеров по добыче торфа. Белорусская торфопродукция востребована в Финляндии, Польше, Литве и Латвии. В текущем году на внешних рынках реализовано порядка 106 тыс. т торфяной продукции на сумму \$ 5,7 млн. Торфобрикеты, субстраты, грунты, кипованный торф поставляются в 25 стран (в частности, производится около 100 тыс. т кипованного торфа, из них 75 % отправляется на экспорт).

После модернизации торфобрикетных производств, проведенной в рамках госпрограммы «Торф» на 2008–2010 годы и на период до 2020 года, отрасль располагает мощным потенциалом, который обеспечивает производство до 1,4 млн т торфяных брикетов в год. Особенностью развития торфяной отрасли в Беларуси является то, что практически вся техника для добычи торфа и программное обеспечение для автоматизации производства являются отечественными разработками.

Участники пресс-тура побывали на полях добычи и на производственной базе филиала «ТБЗ «Сергеевичское» УП «МИНГАЗ».

К сведению:

Сырьевая база ТБЗ «Сергеевичское» – месторождение Гала-Ковалевское, дающее торф высокого качества с большой теплотворной способностью (2400–2680 ккал/кг). Сегодня филиал добывает порядка 150 тыс. т фрезерного торфа. Планируется, что в 2020 году предприятие выйдет на стопроцентную проектную мощность – свыше 80 тыс. т брикетов.

Предприятие является градообразующим для пос. Правдинского Пуховичского района. В ходе реконструкции торфобрикетного завода, которая началась в 2012 году, было заменено практически все основное технологическое оборудование, силами специалистов предприятия разработана и внедрена первая в республике автоматизированная система управления производством торфяных брикетов, построенная на контроле влажности конечного продукта. Автоматизация позволила минимизировать участие человека в технологических процессах, практически исключить травматизм и повысить эффективность производства. Теперь мастер смены может с пульта управления не только контролировать технологический процесс, но и следить за всеми его этапами через видеокамеры.

После модернизации себестоимость производства уменьшилась на 27 %. Это позволило нарастить поставки продукции как на внутренний, так и на внешние рынки.

В ходе круглого стола генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко отметил, что продолжающаяся активными темпами газификация безусловно влияет на «выбывание» торфобрикета из топливного баланса. Поэтому необходимо разрабатывать новые виды продукции, в том числе с участием НАН Беларуси. Торф можно использовать как сырье для лечебных грязей, лекарств, кормовых добавок, гранулированных продуктов. В частности, проведены эксперименты, подтверждающие высокие потребительские качества активированного угля на основе торфа, продумывается опытная промышленная установка для его производства.

Заключение

Сегодня предприятия отрасли участвуют в реализации госпрограммы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы, отраслевой программы повышения надежности систем газоснабжения Республики Беларусь на 2018–2020 годы.

Техническая политика организаций ГПО «Белтопгаз» нацелена в первую очередь на внедрение и использование современных стандартов и систем управления, новых технологий, стимулирующих развитие, качественную и безаварийную эксплуатацию систем распределения и транспорта газа, развитие промышленного производства, строительства и проектирования, технологических процессов добычи и переработки торфа, обеспечивающих экономическую эффективность и экологическую безопасность.

Подготовила Дарья ЛЕМЕХОВА



На полях добычи торфа филиала «ТБЗ «Сергеевичское» УП «МИНГАЗ»

ВЫСТАВКА ENERGYEXPO-2019 ЗАВЕРШИЛА СВОЮ РАБОТУ

По итогам XXIV Белорусского энергетического и экологического форума

8–11 октября в Минске в 24-й раз прошел Белорусский энергетический и экологический форум, выставка и конгресс «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро». Организатором масштабного события традиционно выступило Министерство энергетики Республики Беларусь. В мероприятиях форума приняли участие более 300 организаций из 18 стран мира.



Выставка EnergyExpo с 1995 года собирает ведущих белорусских и мировых производителей энергетического оборудования, материалов и технологий в области энергетики, электротехники, энергосбережения, экологии. Форум стал одной из самых представительных площадок для установления бизнес-контактов, обмена опытом и продвижения инноваций в энергетической сфере стран СНГ и Балтии. В рамках мероприятия проходят специализированные выставки «Атомэкспо-Беларусь», «Oil & Gas Technologies», «ЭкспоСВЕТ», «Водные и воздушные технологии», «ЭкспоГОРОД».

В этом году форум вновь расширил свою географию, приняв участников из 18 стран (Австрия, Азербайджан, Беларусь, Германия, Дания, Италия, КНР, Литва, Польша, Россия, США, Турция, Украина, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Эстония). Экспоненты представили свыше 140 научно-технических разработок. Освещение события в белорусских и зарубежных СМИ обеспечивали 17 печатных изданий и интернет-порталов, в том числе отраслевой научно-практический журнал «Энергетическая стратегия», который является генеральным информационным партнером EnergyExpo.



Выступая на торжественном открытии форума Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич отметил, что интерес к выставке и демонстрируемым на ней достижениям является подтверждением успешной системной работы в области энергетики, энергосбережения и экологии. «Основные ориентиры Республики Беларусь в этой сфере – энергетическая самостоятельность, диверсификация поставщиков и видов энергоресурсов, повышение эффективности их использования и снижение нагрузки на окружающую среду», – подчеркнул Министр. Он также обозначил в качестве приоритетных тем форума реализацию национального ядерно-энергетического проекта, автоматизацию и цифровизацию отрасли. В.М. Каранкевич пожелал

всем участникам эффективной и плодотворной работы, содержательных и открытых дискуссий и новых направлений для взаимовыгодного сотрудничества.

В экспозиции приняли участие основные ведомства республики. Среди них Министерство энергетики, Министерство промышленности, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерство жилищно-коммунального хозяйства, Государственный комитет по науке и технологиям, Государственный комитет по стандартизации, Департамент по энергоэффективности, Белорусский государственный концерн по нефти и химии, НАН Беларуси и др.

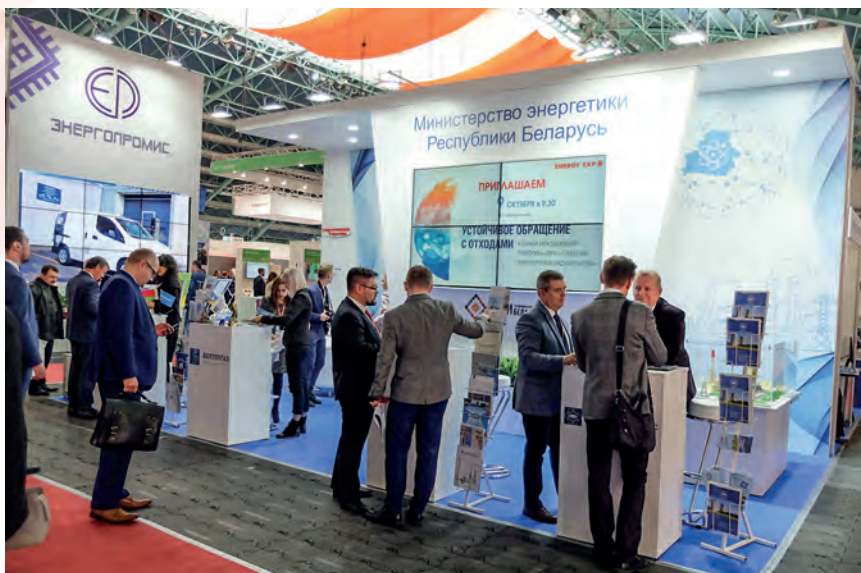
Стенд Министерства энергетики, разработанный Информационно-издательским центром ОАО «Экономэнерго», объединил экспозиции ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», РУП «Белорусская атомная электростанция», ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор» и журнала «Энергетическая стратегия». В основе концептуального решения стенда – открытость, инновационная и экологическая направленность современной белорусской энергетики в соответствии с Целями устойчивого развития.

Свою продукцию и новейшие разработки на выставке представили такие мировые бренды, как Госкорпорация «Росатом», Schneider Electric, Siemens, Filter, Sick, Honeywell, «Таврида Электрик», Eaton, Bertsch и др. В числе ведущих белорусских экспонентов – отраслевые предприятия ОАО «Белэнергоремналадка», ОАО «Белэлектромонтажналадка», РУП «Белгазтехника», ОДО «Белэлектроспецкомплект», ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры», ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», НИИ «Белгипротопгаз» и др.

Четырехдневная программа форума включала более 20 тематических мероприятий, посвященных реализации стратегии устойчивого развития, цифровой трансформации энергетического и нефтехимического комплекса, созданию умных городов, развитию ядерной энергетики и другим приоритетным направлениям.

Большое число участников собрала конференция «Международный опыт реализации стратегии устойчивого развития», на которой выступили заместитель Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Закревский с докладом «О международной кооперации Республики Беларусь в сфере электроэнергетики», директор Департамента по энергетике Евразийской экономической комиссии Л.В. Шенец, рассказавший о значении общих рынков энергоресурсов для повышения энергетической безопасности государств – членов ЕАЭС, представители других отечественных и зарубежных ведомств.

В рамках EnergyExpo состоялись III Итало-Белорусский форум по зеленой экономике и II заседание Немецко-Белорусской рабочей группы «Комплексная оптимизация энергетической системы». В заседании рабочей группы под председательством заместителя Министра энергетики О.Ф. Прудниковой приняли участие представители Министерства энергетики, ГПО «Белэнерго», РУП «ОДУ», проектных и изыскательских институтов Беларуси, а также эксперты Немецкого энергетического агентства dena.



Круглый стол «Об общественном контроле в атомной энергетике на примере Белорусской АЭС: «нулевой замер» и международная экспертиза материалов», прошедший в формате экспертной дискуссии под председательством заместителя директора Департамента по ядерной энергетике Л.В. Дулинец, собрал аудиторию специалистов самого широкого спектра. Организатором мероприятия выступило Министерство энергетики Республики Беларусь в партнерстве с Фондом «Ассоциация территорий расположения атомных электростанций». В обсуждении темы приняли участие представители Минэнерго Беларуси, РУП «Белорусская АЭС», белорусских и зарубежных природоохранных и общественных экологических организаций.

Площадкой обсуждения различных аспектов цифровой трансформации отрасли стал SMART ENERGY FORUM. Модератором тематического заседания «Умная энергетика для промышленных производств, жилых зданий и городов» выступил первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» В.В. Бобров. В ходе заседания специалисты белорусских энергоснабжающих организаций и зарубежных компаний представили опыт внедрения технологии «Цифровая подстанция», инновационных решений в области автоматизации, диспетчеризации, сбора и учета данных, технического обслуживания и модернизации энергетического оборудования, контроля за выбросами и др.

К проведению выставки был приурочен отраслевой этап ежегодного конкурса инновационных проектов «Belarus ICT StartUp Award: Energy & Ecology». Целью конкурса, проводимого под патронажем Минэнерго, Минсвязи, ГКНТ и НАН Беларуси, является поддержка белорусских разработок и решений на базе ИКТ, их дальнейшее применение и масштабирование в реальном секторе экономики страны.

Форум в очередной раз подтвердил свой высокий международный статус. Он неизменно остается уникальным местом встреч энергетиков, экологов, предпринимателей, ученых и представителей СМИ, способствуя расширению сотрудничества, обмену передовыми разработками и проектами и дальнейшему инновационному развитию топливно-энергетического комплекса республики.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ПИРОЛИЗОМ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОМ ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

Аннотация

В статье описаны исследования Института газа НАН Украины по получению водорода высокотемпературным пиролизом углеводородных газов в электротермическом псевдоожигенном слое. В результате серии экспериментов получена зависимость выхода водорода от температуры, состава твердой фазы псевдоожигенного слоя и углеводородного газа, а также конструкции реактора. Результаты исследований открывают перспективу создания энергоэффективной технологии получения водорода и ценных углеродных материалов.



К.В. СЕМЕЙКО,
к.т.н., докторант
Института газа НАН Украины

Annotation

The article describes the studies of the Gas Institute of National Academy of Sciences of Ukraine on the production of hydrogen by high-temperature pyrolysis of hydrocarbon gases in an electrothermal fluidized bed. As a result of the series of experiments, the hydrogen dependence on the temperature, composition of the solid phase of the fluidized bed, hydrocarbon gas and on the design of the reactor, has been calculated. The research results offer the prospect of creating an energy efficient technology for obtaining hydrogen and valuable carbon materials.

Статья поступила в редакцию 2 сентября 2019 года

Особенности производства водорода

Водород обладает высокой теплотой сгорания (примерно в три раза большей, чем углеводородные горючие, в пересчете на массу топлива) и не загрязняет окружающую среду вредными продуктами сгорания, то есть является экологически чистым энергоносителем. Это выгодно отличает его от органических топлив, потребление которых сопровождается выбросами в атмосферу больших объемов оксидов углерода, азота, серы и других вредных веществ [1]. Водород также находит применение в химическом синтезе, термической обработке металлов, стекольной промышленности, электронике, системах охлаждения в энергетике, производстве растительных масел и других областях.

В настоящее время стремительно растет потребление водорода в транспортном секторе – в 2016 году суммарная мощность отгруженных топливных элементов в мире составила 500 МВт [2]. В Великобритании реализуется план поддержки транспортных средств на водородных топливных элементах, что позволяет местным властям, органам здравоохранения, полиции, пожарным подразделениям и частным компаниям подавать заявки на финансирование внедрения технологии FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) в их транспортный парк [3]. Возможности использования водорода в электрогенерации, химическом производстве также оцениваются экспертами как весьма значительные.

Вместе с тем получение водорода связано с немалыми затратами, ведь в природе этот газ в чистом виде не встреча-

ется. Его нужно синтезировать из воды или углеводородов, причем экономически оправданным способом, чтобы стоимость его энергетического эквивалента могла сравниться со стоимостью как традиционных видов топлива, так и того энергоносителя, который использовался для производства водорода.

Основным способом получения водорода и водородсодержащих газов является паровая каталитическая конверсия углеводородного сырья (природный газ, газовый конденсат, легкие нефтяные фракции). Данный процесс осуществляется в трубчатых реакторах, заполненных катализатором с активным компонентом на основе соединений никеля, с внешним подводом тепла для обогрева поверхности реакционных труб. Это требует значительного расхода природного газа, сжигаемого в горелочных устройствах. К дополнительным энергетическим затратам можно отнести расходы на генерацию пара.

Этот способ получения водорода, широко распространенный в промышленности, имеет ограничения с точки зрения его применения в высокотемпературных процессах, где необходимо использовать водород с температурой выше 1173 К.

При получении водорода электролизом воды с использованием традиционных источников энергии будет потрачено больше энергии, чем может быть выработано при сжигании этого водорода [4]. Следует отметить, что процесс электролиза пытаются усовершенствовать в основном путем увеличения КПД самого процесса и/или реактора [5–7], использования различных источников исходной воды [8], а также разработки новых типов катализаторов [9–10].

Промышленное производство водорода с высокой эффективностью возможно также при создании адекватного по температурным возможностям ядерного энергоисточника, обеспечивающего нагрев теплоносителя до 1223–1273 К [11]. Однако при внедрении атомных технологий разработчики сталкиваются с рядом сложностей, в том числе на законодательном уровне. Например, в Украине необходимо утвердить тип ядерной установки и пройти целый ряд процедур бюрократического и общественного контроля, что может затянуть процесс внедрения на десятилетия.

Рост спроса на водород как на экологичное топливо, широкая сфера его использования делают исследования по созданию энергоэффективной технологии получения водорода актуальными.

Новые подходы к реализации высокотемпературного пиролиза углеводородных газов

Одним из перспективных методов получения водорода является высокотемпературный пиролиз углеводородных газов. При современном уровне развития техники производство водорода этим методом сопровождается выбросом 11 кг CO₂ на 1 кг H₂, в то время как пиролиз природного газа дает 5 кг CO₂ на 1 кг H₂ [12]. С экономической точки зрения этот способ становится оправданным, когда побочный углеродный продукт пиролиза является ценным.

Однако процессы, оптимизированные для получения водорода, не всегда сопровождаются выделением ценных углеродных продуктов напрямую.

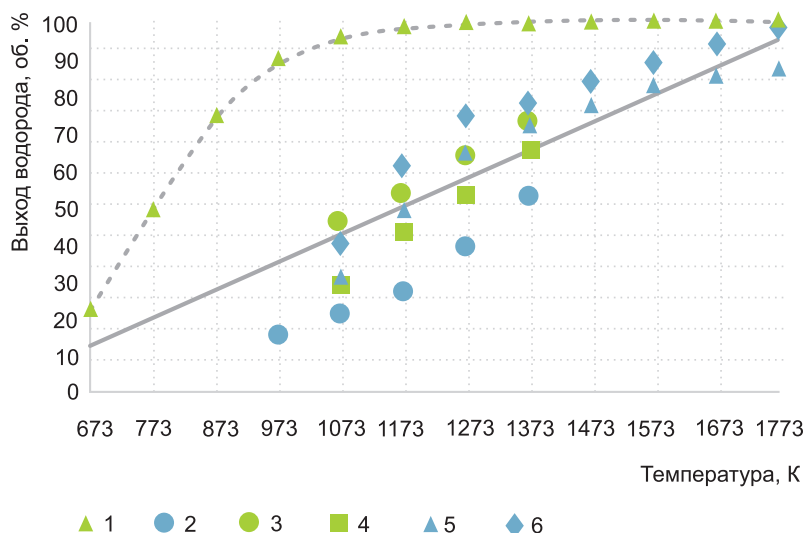
Кроме того, оптимизация данных процессов сама по себе является весьма сложной задачей. Важно признать, что при получении водорода из метана в энергетическом масштабе объемы совместно производимого углерода будут очень большими. Например, выработка водорода, необходимого для генерации 293 млн МВт·ч, будет сопровождаться выбросом более чем 22 млн т углерода [13].

В Институте газа НАН Украины предложено проводить процесс пиролиза углеводородных газов в реакторе с электротермическим псевдооживленным слоем (ЭТПС) [14]. Это позволит максимально эффективно преобразовывать электрическую энергию в тепловую с достижением высоких температур, а также получать ценные углеродные материалы, такие как пироуглерод и пирографит.

Целью исследований, описанных в статье, является определение оптимальной конструкции установок с ЭТПС и технологических параметров пиролиза углеводородных газов.

Технологические параметры установок с ЭТПС для проведения высокотемпературного пиролиза углеводородных газов

Параметр	Ед. изм.	Лабораторная установка с классическим ЭТПС [15]	Лабораторная установка с кольцевым ЭТПС (внешний нагрев) [17]	Пилотная установка с классическим ЭТПС [20]
Объем загрузки ТФПС	л	0,5–1,0 (электродный графит)	кольцевой слой: 2,0–3,0 (электродный графит); фонтанирующий слой: 0,5–1,5 (кварцевый песок)	20,0–30,0 (кварцевый песок)
Размер частиц ТФПС (фракционный состав)	мм	0,070–0,140, 0,140–0,250 (электродный графит)	кольцевой слой: 0,140–0,250 (электродный графит); фонтанирующий слой: ≤0,315 (кварцевый песок)	≤0,315 (кварцевый песок)
Сила тока	А	0–250	0–300	0–400
Напряжение	В	40–90	40–95	50–120
Диапазон температуры процесса пиролиза	К	1073–1773	973–1373	1073–1373
Расход азота	м ³ /ч	0,02–0,05	кольцевой слой: 0,50–0,80; фонтанирующий слой: 0,02–0,05	0,10–0,30
Расход углеводородного газа	м ³ /ч	0,02–0,15	фонтанирующий слой: 0,10–0,20	11,0–20,0



Зависимость выхода водорода от температуры, твердой фазы псевдооживленного слоя, состава углеводородного газа и конструкции реактора с ЭТПС:

- 1 – расчетные данные;
- 2 – лабораторная установка с внешним нагревом (ГФПС – метан, ТФПС – кварцевый песок);
- 3 – лабораторная установка с внешним нагревом (ГФПС – пропан-бутановая смесь, ТФПС – кварцевый песок);
- 4 – пилотная установка (ГФПС – метан, ТФПС – кварцевый песок);
- 5 – лабораторная установка с классическим ЭТПС (ГФПС – метан, ТФПС – графит фракцией 0,14–0,25 мм);
- 6 – лабораторная установка с классическим ЭТПС (ГФПС – метан, ТФПС – графит фракцией 0,07–0,14 мм)

Исследования основываются на экспериментальном проведении пиролиза углеводородных газов в реакторах с ЭТПС разной конструкции, а также с разным составом твердой фазы псевдооживленного слоя (ТФПС). Термодинамические расчеты процесса (штрихпунктирная линия на рисунке) проводились с использованием компьютерной программы TERRA.

В состав установок, созданных специально для исследований, входят:

- лабораторная установка с классическим ЭТПС (верхний электрод установлен в слой ТФПС) [15];
- лабораторная установка с кольцевым ЭТПС (внешний нагрев) [16, 17];
- пилотная установка с классическим ЭТПС [18–20].

Значения технологических параметров работы установок приведены в таблице.

Методика эксперимента

В реакторах с ЭТПС в качестве газовой фазы псевдооживленного слоя (ГФПС) использовались углеводородные газы, которые в результате высокотемпературного нагрева распадались на водород и углерод. Углерод осаждался на ТФПС, а водородсодержащий газ на выходе из реактора анализировался хроматографами Agilent 6890 N и «Газохром-3101». В ходе исследования фиксировались значения температуры, силы тока, напряжения, расхода углеводородных газов и азота.

В качестве ТФПС в лабораторной установке с классическим ЭТПС использовался измельченный искусственный электродный графит марки ГЭ производства ПАО «Укрграфит», в фонтанирующем слое лабораторной установки с кольцевым ЭТПС и в пилотной установке – кварцевый песок марки ООВС-0151 производства ЗАО «Новоселковский горно-обоганительный комбинат».

В результате серии экспериментов получена зависимость выхода водорода от температуры, вида ТФПС, состава ГФПС и конструкции реактора с ЭТПС (см. рисунок).

Приведенный график свидетельствует о том, что при повышении температуры выход водорода стремится к расчетным значениям термодинамического равновесия пиролиза. Это можно объяснить тем, что более высокая температура процесса компенсирует недостаточное время контакта «углеводородный газ – нагревательная зона». Наиболее эффективно пиролиз происходит в установке с классическим ЭТПС при использовании графита фракцией 0,07–0,14 мм. Более низкий выход водорода в этой же установке при использовании графита фракцией 0,14–0,25 мм объясняется меньшей поверхностью контакта, а также меньшим временем реакции.

Более высокий выход водорода при использовании пропан-бутановой смеси по сравнению с пиролизом метана в реакторе с внешним нагревом можно объяснить большим содержанием водорода в молекулах исходной смеси. Углерод, который выделяется во время пиролиза, осаждается на частицах ТФПС и электродах в виде пироуглерода и пирографита. Другая его часть выносится газом из слоя в виде мелкодисперсной сажи. С ТФПС, на которую были осаждены пироуглерод и пирографит, проведен ряд исследований по различным направлениям [21–23].

Температура водородсодержащего газа на выходе из реактора приблизительно на 150–200 К меньше температуры реакционной зоны, что открывает перспективу использования данной технологии в некоторых высокотемпературных процессах. Например, применение водорода при температурах порядка 973–1973 К необходимо при литье металлических и керамических изделий из мелкодисперсных порошковых композиций с полимерными связующими, металлизации, закаливании, обжиге керамики, спекании и удалении связующего в атмосфере H_2 . К области широкого применения высокотемпературного водорода относятся также различные лабораторные исследования.

Выводы

Экспериментально установлено, что наибольший выход водорода (98 об. %) во время пиролиза метана достигается

при температуре 1773 К в реакторе с классическим ЭТПС, ТФПС которого состоит из дробленого искусственного графита фракцией 0,07–0,14 мм.

Результаты исследований открывают перспективу создания энергоэффективной технологии получения водорода, а также пироуглерода и пирографита. Высокая температура получаемого водородсодержащего газа дает возможность использования его в различных высокотемпературных процессах с участием водорода.

Список литературы

1. Гамбург, Д.Ю. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: справ. изд. / Д.Ю. Гамбург [и др.]; под ред. Д.Ю. Гамбурга, Н.Ф. Дубовкина. – М.: Химия, 1989. – 672 с.
2. Curtin, S., Gangi, J. Fuel Cell Technologies Market Report 2016 // Fuel Cell and Hydrogen Energy Association. – Washington, D.C., 2017. – 55 p.
3. Government launches £2 million competition to promote roll-out of hydrogen-fuelled fleet vehicles (2016) / Department for Transport of United Kingdom [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.gov.uk/government/news/government-launches-2-million-competition-to-promote-roll-out-of-hydrogen-fuelled-fleet-vehicles>
4. Берзан, В.П. О физико-энергетических процессах при электролитическом разложении воды / В.П. Берзан, В.К. Анисимов // Проблемы региональной энергетики. – 2006. – № 1. – С. 87–97.
5. Кулешов, Н.В. Разработка новой элементной базы для щелочных электролизеров воды / Н.В. Кулешов [и др.] // Естественные и технические науки. – 2011. – № 6. – С. 75–79.
6. Спосіб підвищення ефективності електролізу: пат. 35677 Україна, МПК: С25В 1/00 / С.А. Русаков; заявник і патентовласник: ВАТ «Хартрон». – № u201807114; заявл. 22.05.2009; опубл. 25.09.2009 // Бюл. № 18.
7. Электролизер для получения водорода и кислорода из воды: пат. 2501890С1 РФ, МПК Y02E60366 / В.В. Баранников, К.Г. Большаков, Д.Г. Кондратьев, А.В. Потанин, Е.Г. Шихов; заявитель и собственник: ОАО «Уральский электрохимический комбинат». – № 2012119503А; заявл. 11.05.2012; опубл. 20.12.2013.
8. Tufa, R.A., Hnáta, J., Němeček, M., Kodýma, R., Curciobc, E., Bouzeka, K. Hydrogen production from industrial wastewaters: an integrated reverse electrodialysis. – Water electrolysis energy system. Journal of Cleaner Production. – 2018. – V. 203. – P. 418–426.
9. Кулешов, Н.В. Разработка новых электрокатализаторов для низкотемпературного электролиза воды / Н.В. Кулешов // Энергохимическая энергетика. – 2012. – Т. 12. – № 2 (21). – С. 51–58.
10. Haotian Wang, Hyun-Wook Lee, Yong Deng, Zhiyi Lu, Po-Chun Hsu, Yayuan Liu, Dingchang Lin, Yi Cui. Bifunctional non-noble metal oxide nanoparticle electrocatalysts through lithium-induced conversion for overall water splitting. – Nature communications. – Macmillan Publishers Limited, 2015. – 8 p.
11. Xing L. Yan, Ryutaro Hino. Nuclear Hydrogen Production Handbook. – Taylor & Francis Group, LLC, 2011. – 433 p.
12. Abánades, A. The challenge of Hydrogen production for the transition to a CO2-free economy // Biosystem Engineering Special Issue 1. – 2012. – P. 11–16.
13. Behabtu, N., Yong, C.C., Tsentelovich, D., Kleinerman, O. Strong, light, multifunctional fibers of carbon nanotubes with ultrahigh conductivity // Science. – 2013. – V. 339. – P. 182–186.
14. Спосіб одержання водню: пат. 134616 Україна, МПК (2019.01) С01В 3/00, С01В 2/06 (2006.01). / К.В. Семейко, Б.І. Бондаренко, О.П. Кожан, В.М. Дмитрієв, В.С. Рябчук, М.А. Сидоренко, Я.О. Івачкін, О.В. Марасін; заявник і патентовласник: Інститут газу НАН України. – № u201812786; заявл. 22.12.2018; опубл. 25.04.2019 // Бюл. № 10.
15. Кожан, А.П. Исследование процесса получения водорода пиролизом углеводородов в аппарате с электротермическим псевдооживленным слоем / А.П. Кожан [и др.] // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2012. – № 2. – С. 27–31.
16. Семейко, К.В. Использование электротермического псевдооживленного слоя в качестве внешнего нагревательного элемента реактора / К.В. Семейко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2015. – № 1. – С. 58–64.
17. Реактор для високотемпературних процесів: пат. 86131 Україна, МПК (2013.01) В01J 8/18(2006.01), В01J 12/00 / В.О. Богомолов, Б.І. Бондаренко, О.П. Кожан, К.В. Семейко; заявник і патентовласник: Інститут газу НАН України. – № u201309320; заявл. 25.07.2013; опубл. 10.12.2013 // Бюл. № 23.
18. Богомолов, В.А. Капсулирование кварцевого песка пироуглеродом в электротермическом псевдооживленном слое / В.А. Богомолов [и др.] // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2013. – № 5. – С. 36–40.
19. Семейко, К.В. Микроплазменная технология получения капсулированного пироуглеродом кварцевого песка пиролизом метана / К.В. Семейко // Энергетика и ТЭК. – 2013. – № 10. – С. 14–15.
20. Реактор для піролізу газоподібних вуглеводнів: пат. 83147 Україна, МПК С10G 9/32 (2006.01) / В.О. Богомолов, Б.І. Бондаренко, О.П. Кожан, К.В. Семейко; заявник і патентовласник: Інститут газу НАН України. – № u201303318; заявл. 18.03.2013; опубл. 27.08.2013 // Бюл. № 16.
21. Семейко, К.В. Исследование характеристик и свойств пироуглеродных покрытий / К.В. Семейко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2018. – № 1. – С. 37–43.
22. Bondarenko, B. Development of technological foundations for pure silicon production by carbothermic reduction / B. Bondarenko, V. Bogomolov, A. Kozhan, A. Khovavko, V. Nazarenko, K. Simeiko // International Journal of Energy for a Clean Environment. – № 14(2–3). – 2013. – P. 183–189.
23. Семейко, К.В. Дослідження можливості карботермічного відновлення кремнію / К.В. Семейко // Відновлювальна енергетика. – 2014. – № 1. – С. 44–47.

Новое издание

ИНСТРУКЦИЯ

О ПОРЯДКЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОРГАНОМ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ГАЗОВОГО НАДЗОРА МЕРОПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО (ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО, ПОВЕРОЧНОГО) ХАРАКТЕРА

Утверждена постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь 28.06.2019 № 24

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документом можно
в ЭИС «Энергодокument»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

• в редакции по телефонам:
+375 17 286-08-28 (многоканальный)
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04
• на сайте: www.energodoc.by

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КОМАНД К КОНКУРСАМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Непрерывное профессиональное обучение работников и их психологическая подготовка – важнейшая задача энергопредприятий. Одной из форм профессионального обучения являются соревнования профессионального мастерства, позволяющие представить современные технологии и оборудование, безопасные приемы и методы выполнения работ, обменяться передовым опытом и отработать командное взаимодействие. В статье рассматриваются несколько направлений работы, входящих в систему подготовки команд к соревнованиям профмастерства, реализуемую Учебным центром РУП «Гродноэнерго».

Энергетическая отрасль становится все более технологичной и цифровизированной. Тем не менее на производстве человеческий фактор продолжает играть важную роль. Знания и опыт людей, которым доверена эксплуатация оборудования, их профессионализм и умение безошибочно действовать в любой ситуации остаются важными составляющими понятия «надежность».

Предсоревновательная подготовка команд к конкурсам профессионального мастерства

В Гродненской энергосистеме районные, а затем областные соревнования за звание «Лучший по профессии» проводятся среди бригад по ремонту и обслуживанию распределительных электрических сетей 0,4–10 кВ, ремонту и обслуживанию ВЛ 110 кВ и выше, ремонту и обслуживанию электрооборудования подстанций, оперативного персонала (диспетчеры и бригады ОВБ), персонала электростанций, персонала по функции сбыта энергии.

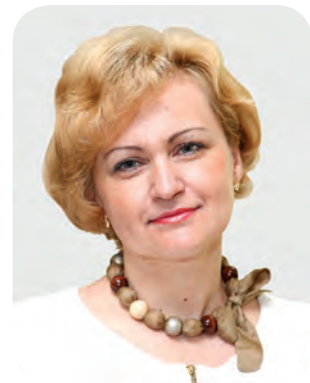
При подготовке к соревнованиям персонал углубленно изучает нормативно-инструктивные материалы, технологию производства работ. Особое внимание уделяется вопросам безопасности при проведении работ, охране труда.

Команда РУП «Гродноэнерго» неоднократно завоевывала первое место в республиканских соревнованиях «Лучший по профессии» среди бригад по ремонту и обслуживанию распределительных электрических сетей 0,4–10 кВ, представляла белорусскую энергетику на Международных соревно-

ваниях энергетиков стран – участниц СНГ. Наш персонал демонстрировал достойные результаты на этих ответственных состязаниях профессионалов: 3-е место в 2010 году (г. Талдыкорган, Казахстан), 2-е место в 2014 и 2017 годах (г. Санкт-Петербург, г. Пенза, Россия), 1-е место в сентябре 2019 года (г. Кызылорда, Казахстан).



И.Ф. КУРИЛОВИЧ,
заместитель директора филиала
«Учебный центр»
РУП «Гродноэнерго»



В.А. ГОНЧАР,
начальник сектора
психологического обеспечения
филиала «Учебный центр»
РУП «Гродноэнерго»

Начиная с 2010 года в Учебном центре проводится предсоревновательная подготовка команды к конкурсу профессионального мастерства в рамках образовательной программы обучающего курса. В учебную программу включены вопросы профессиональной подготовки, а также психологическая подготовка.

Профессиональная подготовка проходит в рамках теоретического и практического обучения, отработки заданий предстоящих этапов, углубленного изучения нормативных технических документов. В процессе задействованы высококвалифицированные и опытные специалисты Гродненской энергосистемы. Учебные занятия проводятся в специализированных классах и на учебно-тренировочном полигоне.

Психолого-педагогическое воздействие на членов команды с целью формирования и совершенствования свойств личности и психологических качеств, необходимых для успешного прохождения тренировок, является важной составляющей сопровождения участников на протяжении всех этапов подготовки к соревнованиям и выступления на них.

Психологическая подготовка команды проводится в Учебном центре в виде тренингов (рис. 1).

В подготовке также используется деловая игра «Формирование профессионального самосознания», направленная на самосовершенствование в профессии с помощью моделирования и проигрывания разнообразных условий профессиональной деятельности.

Команда – автономный самоуправляемый коллектив профессионалов, способный оперативно и качественно решать поставленные перед ним задачи. Поэтому при подготовке к соревнованиям каждая команда должна уделить внимание повышению уровня сплоченности и эффективности командного взаимодействия:

- выявить основные трудности при работе в команде и обсудить возможные алгоритмы действий по их разрешению;
- осознать значимость командной работы для повышения эффективности выполнения поставленных задач;
- отработать персональную и командную ответственность за результат, навыки совместного решения поставленных задач;



Психолог Учебного центра Н.Ю. Жегздрин и команда РУП «Гродноэнерго» на международных соревнованиях в г. Санкт-Петербурге в 2014 году

- повысить эффективность делового взаимодействия, улучшить коммуникации внутри команды.

С учетом предыдущего опыта участия в международных соревнованиях в группу сопровождения команды белорусских энергетиков в 2014 году была включена психолог Учебного центра РУП «Гродноэнерго» Н.Ю. Жегздрин. Присутствие психолога на соревнованиях в Санкт-Петербурге, по словам руководителей команды, сыграло немаловажную роль. Напряженная атмосфера состязаний, стрессовые ситуации, а порой и предвзятое отношение судей – все это отрицательно сказывалось на работоспособности и эмоциональном состоянии участников. Психолог внимательно наблюдала за происходящим и своевременно организовывала соответствующую психологическую работу. Это дало положительный результат, настроив команду на дальнейшее эффективное участие в соревнованиях.



Рис. 1. Тренинги, проводимые в рамках психологической подготовки к соревнованиям профмастерства

Практика разработки этапов соревнований, включающих оценку психологических профессионально важных качеств персонала

Развитие эмоциональной устойчивости, уверенности в себе и своих силах, умения конструктивно взаимодействовать в команде – важный компонент подготовки участников соревнований профессионального мастерства.

В РУП «Гродноэнерго» с 2017 года в рамках областных соревнований «Лучший по профессии» успешно проводятся этапы, включающие оценку и развитие психологических профессионально важных качеств персонала (ППВК). Эффективной формой обучения является имитация наиболее часто встречающихся в реальной практике аварийных ситуаций с последующим анализом действий персонала в этих условиях. Один из вариантов такого подхода может быть применен на соревнованиях профмастерства, и, как показывает наша практика, весьма эффективно.

По инициативе заместителя главного инженера РУП «Гродноэнерго» В.М. Соболевского в 2017 году впервые в Белорусской энергосистеме в областные соревнования профессионального мастерства «Лучший по профессии» среди бригад распределительных сетей 0,4–10 кВ был включен психологический этап «Оценка уровня сплоченности и эффективности командного взаимодействия», который проводился в виде ролевой игры.

Содержание и оценочная шкала данного этапа были разработаны психологами Учебного центра РУП «Гродноэнерго». Команда должна была рассмотреть заданную ситуацию и, используя конструктивное межличностное взаимодействие, оперативно найти эффективное решение для нештатной ситуации. Нововведение прошло успешно, поэтому в 2018 году было решено включить психологический этап в областные соревнования по функции сбыта энергии.

Работа персонала сбытовых подразделений связана с постоянным общением с потребителями, поэтому помимо



Психологический этап областных соревнований РУП «Гродноэнерго» «Лучший по профессии» среди персонала по функции сбыта энергии в 2018 году

профессиональных знаний, умений работник должен обладать хорошими социальными и коммуникативными навыками, должным уровнем эмоциональной компетентности, которая важна для социально-психологической адаптации. Неумение договориться, понять другого человека может говорить о профессиональной некомпетентности работника. Понимание собеседника и правильное реагирование в условиях совместной деятельности – неотъемлемая часть профессионального успеха.

Один из этапов областных и республиканских соревнований «Лучший по профессии» среди персонала по функции сбыта энергии – «Оценка уровня психологических профессионально важных качеств» – был также разработан психологами Учебного центра РУП «Гродноэнерго». Этап включал оценку уровня внимательности, общительности, уверенности контролеров энергоснабжающих организаций. Участнику предлагалось смоделировать схему общения



с бытовым абонентом, исходя из полученного задания. При этом судьями оценивались объем профессиональной информации, использование словесных и речевых средств коммуникации, демонстрация уверенного поведения. Данный этап проходил в обстановке, максимально приближенной к реалиям ежедневной работы контролера, в виде диалога между судьями и участником соревнований. Несмотря на то что подготовиться к данному этапу было практически невозможно, участники показали положительные результаты.

Психологи отметили хорошую профессиональную подготовку каждого участника, уверенное владение как вербальными, так и невербальными аспектами коммуникации, а также умение находить выход из нестандартных ситуаций, которые могут возникать в их повседневной деятельности.

Опыт РУП «Гродноэнерго» в данном направлении был применен в 2019 году в рамках республиканских соревнований «Лучший по профессии» среди бригад по ремонту и обслуживанию распределительных электрических сетей 0,4–10 кВ. Подэтап «Оценка уровня сплоченности и эффективности командного взаимодействия» проводился в виде деловой имитационной игры «Нештатная ситуация», имитирующей реальную производственную задачу. Подэтап, включающий оценку уровня профессиональных знаний и психологических важных для работы качеств персонала, стал одним из новшеств соревнований республиканского уровня.

Сценарий нештатной ситуации судьи озвучивали команде непосредственно в момент начала подэтапа. Команды должны были рассмотреть предложенную производственную ситуацию и, используя конструктивное командное взаимодействие, за ограниченное время представить правильный порядок действий для выполнения поставленной задачи. Последовательность действий участники выстраивали с помощью предложенных им вариантов ответов на карточках. Для успешного выполнения задания участникам требовались глубокие знания технологии работы и требований по охране труда, а также личные психологические качества и компетенции. После определения бригадой порядка действий в сложившейся ситуации мастер должен был озвучить принятые решения и действия бригады в заданной ситуации, например, в виде инструктажа бригады. В общей оценке командного взаимодействия учитывались пять критериев эффективности выполнения задания:

- правильность алгоритма профессиональных действий при выполнении заданной производственной нештатной ситуации (качество и объем профессиональных знаний и навыков);
- соблюдение правил охраны труда при выполнении заданной производственной нештатной ситуации (качество и объем знаний в области ОТ);
- взаимодействие (сплоченность, включенность каждого члена бригады в работу, инициативность, ответственность за результат);
- стрессоустойчивость (уравновешенность, выдержка, самообладание, уверенность при работе в нештатной ситуации в условиях ограничения времени на выполнение задания);

- руководящие компетенции мастера (лидерские качества, демонстрация уверенного поведения, использование средств коммуникации).

Судьи этапа отметили, что члены всех команд активно, заинтересованно и продуктивно участвовали в новом для них испытании и в целом смогли противостоять конкурсному волнению, проявить профессиональную готовность к реализации максимально возможного результата. Психологи дали рекомендации по улучшению командного взаимодействия даже тем, кто набрал максимальное количество баллов.

Цели и задачи психолога в ходе предсоревновательной подготовки персонала

Способы решения психологических проблем, возникающих при подготовке участников к соревнованиям, могут быть разными: от групповых обсуждений, деловых игр, тренинговых занятий до индивидуальных консультаций. Выбор активных форм проведения групповой работы неслучаен. Именно они позволяют, во-первых, наиболее полно осуществить психологическое сопровождение тренировочного процесса, а во-вторых, в ходе таких занятий эффективнее усваивается новая информация и вырабатываются навыки конструктивного взаимодействия, командной работы и правильного реагирования на непредсказуемые (нештатные) ситуации. Участники обучаются также способам профилактики и преодоления эмоционального напряжения. Задачи психолога по подготовке к соревнованиям являются многоплановыми (рис. 2).

Стоит отметить, что подготовка команды к соревнованиям профмастерства имеет свою специфику: необходимо не только учитывать индивидуальные и личностные особенности отдельно взятых участников, но и анализировать процессы, происходящие внутри команды, в целом.



Рис. 2. Задачи психолога при подготовке команды

Как правило, складывающиеся в коллективе межличностные отношения могут проявляться на трех уровнях: когнитивном, эмоциональном и поведенческом. Следовательно, психологическая работа должна быть составлена с учетом воздействия на каждый из перечисленных уровней. На *когнитивном уровне* у членов команды необходимо формировать новые знания, позволяющие им принимать адекватные решения в складывающихся соревновательных ситуациях на каждом из этапов. На *поведенческом уровне* вырабатываются необходимые «движения» и схемы взаимодействия в команде. Воздействуя на *эмоциональный уровень*, мы должны достичь оптимизации общего эмоционального фона в команде и гармонизации межличностных отношений участников соревнований.

Уровень мотивации персонала, участвующего в соревнованиях, высок, однако столь же высоким является и «давление» на участников. Если одни работники воспринимают соревнования как своеобразный вызов, то другие расценивают их как опасную стрессовую ситуацию. Участники соревнований постоянно соизмеряют требования, предъявляемые ситуацией, и свою способность справиться с ними. Если требования превышают имеющиеся ресурсы, работник оказывается в стрессовой ситуации, что может привести к целому ряду отрицательных физических и психологических последствий.

Приведем случаи из практики, иллюстрирующие воздействие стресса на участников соревнований, и рекомендации по его преодолению.

Пример физического влияния стресса.

26-летний электромонтер жаловался на значительное усиление нервозности перед соревнованиями, которое проявлялось неприятным ощущением в области желудка и мышечным напряжением. Симптомы усиливались по ночам, мешая уснуть, а также накануне каждого этапа.

Если некоторая степень возбуждения необходима, чтобы показать максимальный результат, то чрезмерное возбуждение может привести к провалу. Чтобы помочь участникам соревнований расслабиться, можно использовать ряд методов.

Глубокое дыхание. Сидя в расслабленном положении, сделайте медленный глубокий вдох в течение 5 с, задержите дыхание и сделайте выдох в течение 5 с. Очень важно, чтобы при этом растягивались мышцы живота. При выполнении этого упражнения внимание должно быть сконцентрировано на пупке.

Прогрессивное мышечное расслабление. Можно использовать два вида расслабления: активное, которое легче выполнять работникам, не практиковавшим данное упражнение, и пассивное.

Активное прогрессивное мышечное расслабление:

1. Сядьте/лягте, чтобы вам было удобно.
2. Дышите глубоко (как в предыдущем упражнении).
3. Сокращайте мышцы и удерживайте напряжение на счет 2–3.

4. Расслабьтесь.

5. Повторите этапы 3, 4, включая различные части тела (голень, бедро, туловище, руки, шея, мышцы лица).

6. Встаньте, встряхните руки, ноги и стопы.

7. Сконцентрируйтесь на ощущении расслабленности.

При пассивном мышечном расслаблении этап 3 (напряжение) исключается, выполняется только поочередное расслабление разных частей тела.

Медитация. Медитация представляет собой пассивный метод, сочетающий дыхание и мышечное расслабление с произнесением ключевого слова, или «мантры». Участник соревнований в положении лежа или сидя выполняет дыхательное упражнение (как описано выше) и, пассивно расслабляясь, повторяет ключевое слово или фразу.

Пример психологического влияния стресса.

У 32-летнего мастера отмечались нерациональные мысли и ощущение неуверенности в себе. Он понимал, что должен хорошо выступить на соревнованиях и защитить честь предприятия, но очень беспокоился, что его может постигнуть неудача.

В этой ситуации могут помочь следующие методы.

Перефокусировка. Стресс можно уменьшить, если «перефокусироваться» на более рациональную задачу. Например, участник соревнований должен осознать, что готовность никогда не определяется по какому-то отдельному моменту, результату и достичь абсолютного совершенства невозможно. Поэтому единственное, что от него требуется, – постараться показать себя с наилучшей стороны.

Определение ближайшей цели. Работнику следует сконцентрироваться на задачах и целях, находящихся в пределах его контроля. Например, мастер может поставить цель «отработать допуск бригады к одному из этапов соревнований». Он может также определить для себя когнитивную задачу, например: «каждый день я буду записывать три приема, которые хорошо выполнял на этапах соревнований». Это поможет отвлечь внимание от нерациональных мыслей.

Заключение

Высокий уровень профессионального мастерства персонала электроэнергетической отрасли обеспечивается постоянными тренировками и непрерывным обучением, в том числе в рамках соревнований профессионального мастерства, проведение которых традиционно является одной из наиболее эффективных форм профессиональной подготовки работников на предприятиях электроэнергетики.

Психолого-педагогическое сопровождение персонала на всех этапах соревнований способствует формированию и совершенствованию свойств личности и психологических качеств, необходимых для успешного выполнения как тренировочной, так и производственной деятельности.

ХРОМОТЕРАПИЯ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ

Покажи мне свой любимый цвет – и я скажу тебе, кто ты.
М. Люшер

Влияние цвета на жизнь и работоспособность человека давно доказано наукой. Цвет помогает сконцентрироваться или, наоборот, рассеивает внимание, повышает или понижает артериальное давление, влияет на принятие решения или полностью меняет реакцию на ситуацию. Способность того или иного цвета воздействовать на психику и физическое состояние человека используют не только в искусстве и медицине, но и в маркетинге и управлении персоналом.



С.А. ВЫСОЦКАЯ,
психолог филиала
«Минские электрические сети»
РУП «Минскэнерго»

Цвета различаются между собой длиной электромагнитной волны, которую воспринимает человеческий глаз. Цвета *длинноволнового спектра* – красный, оранжевый, желтый – способствуют повышению артериального давления, уровня сахара в крови, увеличивают теплоотдачу. Цвета *коротковолнового спектра* – голубой, синий, фиолетовый – активизируют иммунную систему, пищеварение, успокаивают нервную систему. Зеленый цвет функционирует самостоятельно, также оказывая выраженное влияние на состояние человека.

Основное восприятие цвета происходит через зрение, однако неосознанно мы впитываем его всем организмом. Проникая в наше сознание, цвет вызывает определенные реакции.

К сведению:
Хромотерапия (цветотерапия) – это целенаправленное воздействие на психоэмоциональное состояние человека с помощью цветового спектра.

Элементы хромотерапии издавна использовались в медицине. Знаменитые врачи прошлого считали цвет одним из важнейших факторов в процессе излечения. Так, Цельс для заживления ран использовал черный, зеленый, красный или белый пластырь – в зависимости от типа травмы. Авиценна ставил диагноз по оттенку кожи. Для снятия сильного возбуждения пациента помещали в комнату с синими стенами (освещением). А с суицидами боролись, перекрашивая «темные» здания с частыми случаями самоубийств в зеленый цвет.

Сегодня цвету придается большое значение в связи с возросшим значением дизайна, рекламы, медиа. Благодаря многочисленным исследованиям наши знания о влиянии цвета на человека расширились и приобрели более точный характер.

Особенности воздействия цвета руководитель может использовать в своей работе – как для повышения эффективности собственной деятельности, так и для улучшения показателей работы персонала.

Воздействие цвета на человека

Красный. Это цвет решительности, предприимчивости, цвет бойца, который окружающие могут воспринимать как вызов.

Красный повышает работоспособность, побуждает к физической активности. Различные оттенки красного оказывают благотворное действие при пониженном артериальном давлении, анемии, простудных заболеваниях. Однако рекомендуется ограничивать использование этого цвета на рабочем месте, так как его длительное воздействие приводит к утомлению.

Когда только начали применяться светофоры, пешеходы с трудом останавливались на запрещающий сигнал, потому что на психологическом уровне красный означает «иди», а зеленый – «стой». Также было выявлено, что если лестницы в рабочих помещениях окрашивать в красные тона, то персонал реже останавливается, чтобы поговорить.

Оранжевый. Этот цвет стимулирует бодрое настроение, снимает напряжение в общении, является отличным средством против депрессии. Его используют для увеличения работоспособности при эмоциональных и значительных интеллектуальных нагрузках, при ведении стрессовых переговоров. По своему воздействию оранжевый цвет сходен с красным, но меньше утомляет.

Отмечено благоприятное воздействие оранжевого цвета на работу легких, сердца, селезенки, поджелудочной и щитовидной желез.

Желтый. Помогает поддерживать приподнятое настроение и побуждает к творческой деятельности. При воздействии на человека желтого цвета наблюдается увеличение работоспособности, но не настолько выраженное, как при использовании красного и оранжевого.

Этот цвет обладает укрепляющим, тонизирующим действием, положительно влияет на печень и органы пищеварения. Насыщенный желтый способствует усилению аппетита.

В умеренных количествах оттенки желтого рекомендуют использовать в приемной руководителя.

Зеленый. Относится к нейтральной гамме цветов, он мягкий, успокаивающий. В хромотерапии зеленый цвет показал свое благотворное влияние на зрение, он способствует снятию умственного и физического перенапряжения. Насыщенные оттенки зеленого (например, сине-зеленый) рекомендуются руководителям, которые стремятся контролировать свои действия и желания, хотят быть более уверенными и устойчивыми.

Зеленый цвет влияет на регенерацию клеток организма, облегчает сердечно-сосудистые недомогания, снимает головную боль, стабилизирует давление, поэтому он подходит для умственной работы – вспомним традиционные зеленые абажуры ламп в библиотеках.

Синий. Снижает работоспособность, рассеивает внимание, сглаживает сильные эмоции. В некоторых случаях может вызывать раздражение.

Отмечено положительное влияние данного цвета на органы дыхания, носоглотку, зрение и слух. Синий цвет способствует уменьшению боли, заживлению ран, а также снижает аппетит.

Голубой – оттенок синего, обладающий ярко выраженным успокаивающим эффектом. Он вызывает сонливость, понижает эмоциональное напряжение. К лечебным эффектам голубого цвета можно отнести его благоприятное влияние на нервную систему, на течение заболеваний горла.

Фиолетовый. Оказывает тормозящее и угнетающее действие на интеллект, снижает работоспособность. Фиолетовый цвет замедляет пульс, вызывает сонливость, утомление, но также, например, уменьшает боли при артрите. Стоит избегать долгого воздействия фиолетового цвета, поскольку это грозит появлением чувства постоянной усталости.

Белый. С точки зрения психологии, создает условную защиту – помогает скрыть эмоции, не принимать информацию близко к сердцу. Поэтому при общении с эмоциональными людьми руководителю рекомендуется в гардероб добавлять именно этот цвет.

Черный. Успокаивает эмоционально взвинченных руководителей. Его часто носят для того, чтобы подавить или защитить эмоции. Однако избыток черного способен вызвать депрессию. Поэтому не рекомендуется постоянно одеваться во все черное, этот цвет нужно «разбавлять» другими. Наиболее благоприятно сочетание черного с белым. Эта гамма помогает управленцу держать контроль над своим поведением, словами, правильно оценивать сложившуюся ситуацию.

Коричневый. Это цвет спокойствия и сдержанности. Воздействие коричневого цвета характеризуется ощущением тепла, созданием мягкого и спокойного настроения. Он рекомендован тем руководителям, которые много думают, рассуждают.

Использование цвета в профессиональной деятельности

Цвет одежды. Прежде чем подобрать цвет одежды, подумайте, какое впечатление вы хотите произвести на других (подчиненных, коллег, клиентов и т.д.). Например, проводить совещания лучше в одежде синих тонов. Если ожидается тяжелый день с большой эмоциональной отдачей, то лучше в гардеробе сделать «теплый» акцент: надеть костюм с рубашкой соответствующего оттенка. Хотите сохранить интригу – подойдет сочетание черного с белым. Если нужно быть незамечным – станьте «серым».

Каждый руководитель обладает внутренним чувством, которое подсказывает ему цвет одежды на день. При выборе цветовой гаммы учитывайте ваше самочувствие и, разумеется, соответствие месту и характеру деятельности (дресс-код).

К сведению:
Теплые и холодные цвета связаны с атрибутами времен года. Холодными называют оттенки, присущие зиме, а теплыми – лету.

Понимая значение того или иного цвета и его связь с состоянием человека, руководитель может «считывать» информацию о персонале. Для этого достаточно определить доминирующий цвет в гардеробе работника.

Так, любители *белого* цвета выражают свою уверенность, не боятся «запачкаться». *Розовый* выбирают, как правило, впечатлительные, эмоциональные женщины, в работе для них важен комфорт. Почитатели *красного* цвета – люди властолюбивые, всю жизнь стремящиеся к лидерству. Они редко страдают от угрызений совести, будучи самоуверенными и амбициозными. Проблема таких людей – агрессия. *Голубой* цвет предпочитают люди, чья работа связана с интеллектуальными нагрузками, они легко впадают в уныние в минуты неудач. *Синий* – цвет рассудительных и уверенных в себе людей, однако им присуща некоторая ранимость, восприимчивость к критическим замечаниям. А вот тем, кто не переносит синий цвет, противопоказана монотонная работа. Предпочтение, отдаваемое коричневому цвету, говорит об уравновешенности. Как правило, таких работников отличают строгость и бережливость. *Коричневый* – цвет зрелого возраста и продуманных решений. К *серым* тонам нередко тяготеют творческие натуры – так они стремятся сохранить внутренний покой. *Зеленый* выбирают люди, склонные уходить в себя, трудолюбивые, отзывчивые, по большей части ответственные работники. При этом любители *темно-зеленого* цвета упрямы и настойчивы. Поклонники *желтого* – натуры позитивные, стремящиеся к самореализации. А вот *фиолетовый* цвет выбирают люди с нестандартным типом мышления, их оригинальность проявляется и в профессии.

Цвет в интерьере играет немаловажную роль для самочувствия руководителя и персонала. Обстановка в кабинетах должна вызывать чувство комфорта и спокойствия, поэтому в них нужно использовать мягкие тона. Помещения для работы

и отдыха не терпят резких и агрессивных расцветок, ведь это может стать причиной головных болей и раздражительности сотрудников. В помещениях для приема пищи, наоборот, приветствуются яркие краски – они повышают аппетит и настроение.

Психологи советуют при оформлении интерьера ориентироваться на рациональность. Для начала достаточно сделать нейтральную основу – стены, мебель, пол. С деталями (жалюзи, картины, статуэтки и т.д.) – то есть с тем, что можно часто менять в соответствии с настроением и состоянием здоровья, – можно экспериментировать. Иногда достаточно повесить картину или поставить небольшой декоративный предмет, чтобы «зарядиться» и снять напряжение.

Функционал цвета настолько широк, что с его помощью можно даже «изменить» температуру в помещении. Например, синие или сине-зеленые стены создают ощущение ее снижения на 3–4 градуса по сравнению с красными, оранжевыми или желтыми в тех же условиях. Теплые тона в помещении располагают к установлению дружеских контактов, а холодные – в лучшем случае способствуют сдержанности между людьми, но могут и провоцировать конфликты. Осторожнее нужно быть и с контрастами: например, огненно-красный на ярко-зеленом фоне у некоторых людей может даже вызвать судороги. Сочетание оранжевого с ярко-синим или зеленовато-синим, желтого с ультрамарином (глубокий синий) вызывает эмоциональное напряжение.

Если вы почувствуете потребность в определенном цвете, то не стоит сразу же кардинально менять свой гардероб, ин-

терьер. Достаточно взять лист бумаги нужного цвета, повесить его на уровне глаз и смотреть на листок в течение 10 минут. Если цветной бумаги нет, замените ее картинкой (открыткой) соответствующих тонов, которая вызывает приятные ощущения. За это время мозг получит нужный сигнал и передаст его в центральную нервную систему – цвет начнет работать.

Заключение

Выбирая цвет в качестве управленческого инструмента, следует помнить, что это вспомогательная техника. Она не устраняет проблемы и не позволяет получать точную информацию о человеке. Выбирая этот метод, руководитель должен объективно оценивать ситуацию и уместность применения элементов хромотерапии.

Помните, что цвет обладает достаточно мощным воздействием и способен изменять как психологическое, так и физическое самочувствие.

В заключение предлагаем пройти цветовой тест, основанный на подходе, который был разработан швейцарским психологом Максом Люшером. Цветовая диагностика Люшера позволяет определить психофизиологическое состояние человека, его стрессоустойчивость, активность и коммуникативные способности, а также определить причины психологического стресса, который может привести к появлению физиологических симптомов.

Цветовой тест Люшера

Представьте себе цвета: синий, красный, желтый, зеленый. Выберите из них тот, который вам наиболее импонирует, вызывает приятные ощущения.

Если вы – «синий»

«Синий» тип – это, как правило, довольно скрытные люди. Большое значение для них имеют деловые качества и ясный, объективный образ мышления. В обращении с конфликтными личностями очень терпеливы. Чувства и мысли у человека «синего» типа всегда серьезные и глубокие, он борец за правду. Мистические и туманные идеи ему чужды и, как правило, им отвергаются. Со стороны эти люди кажутся холодными и даже бесчувственными. Причина в том, что человек «синего» типа неохотно показывает свои эмоции на людях, предпочитая их прятать.

Если вы – «красный»

«Красные» – это сильные, доминирующие натуры. Нередко такие люди очень эмоциональны, их стиль руководства обычно авторитарный. Решения, принятые «красным» руководителем, как правило, не подлежат обсуждению. «Красные» зачастую любят быть в центре происходящего. Они честны и прямолинейны в общении с другими. Красный – это цвет холериков; люди этого типа всегда находятся в движении и имеют талант убеждать других, обладают сильной волей. Состояние спокойствия для них непереносимо. Девиз «красных»: в жизни, как и в работе, можно достичь всего – стоит только захотеть. Они стремятся к идеалу, чего требуют и от окружающих, включая коллег.

Если вы – «желтый»

«Желтый» тип оптимистично настроен, такие люди жизнерадостны и общительны, у них много разнообразных интересов. «Желтые» адекватно реагируют на проблемы и очень терпимы к окружающим. Они думают и совершают поступки быстро, что дает им преимущество во времени, хотя со стороны это нередко воспринимается как ненужная спешка. Они активно самоутверждаются в социуме, легко адаптируются в новом коллективе. Отличительными чертами «желтых» можно назвать яркий интеллект, хорошее чувство юмора, острый язык. Они проявляют смекалку в финансовых делах и нередко с легкостью обогащаются.

Если вы – «зеленый»

Для «зеленых» типична сосредоточенность на карьере, стремление к признанию, их основная цель – рост в своей профессии. Большое значение для них имеют также финансовая стабильность и материальные ценности. Основные характеристики людей этого типа – консервативность, надежность и настойчивость, а также ярко выраженное честолюбие. Они обладают сильной волей, твердым характером и с упорством добиваются своей цели. «Зеленые» умеют внушать к себе симпатию, окружающие охотно доверяются им, так как они хорошие слушатели, часто склонны к сентиментальности. Люди этого типа обладают внутренним спокойствием, сильны духовно и стабильны эмоционально. Хотя есть черта, которая делает их уязвимыми, – это желание держать все под контролем.

РЕНТАБЕЛЬНО ЭФФЕКТИВНО НАДЁЖНО



Новейшее поколение насосов KSB для СТОЧНЫХ ВОД

УНП 191759977

Идеальное сочетание незасоряемых рабочих колес и высокоэффективных двигателей KSB позволяет насосам серий Amarex KRT и Sewatec добиться максимальной эффективности.

► Наши технологии. Ваш успех.

Насосы • Арматура • Сервис

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

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



ВВЕДЕНЫ НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.186-19, СТП 33240.21.262-19 и Альбому материалов для проектирования

С 1 октября введены в действие стандарты ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.186-19 «Железобетонные опоры для воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами марки СИП-4. Технические требования», СТП 33240.21.262-19 «Проведение строительно-монтажных работ по пересечению ВЛП напряжением 10 кВ инженерных сооружений с использованием центрифугированных стоек типа СТ. Технические требования», а также Альбом материалов для проектирования и рабочие чертежи № 1.105.03тм «Прокладка силовых кабелей напряжением до 10 кВ в траншеях».



А.Н. АНИЩИК,
начальник технического отдела
ОАО «Белсельэлектросетьстрой»

Актуализированный стандарт СТП 33240.20.186-19 «Железобетонные опоры для воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами марки СИП-4. Технические требования» разработан в соответствии с требованиями ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных жилых зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний» с изменениями и дополнениями. В стандарте также нашли отражение отдельные предложения РУП-облэнерго и ведущих проектных институтов.

Предшественником СТП 33240.20.186-19 был стандарт СТП 09110.20.186-09 «Железобетонные опоры для воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами марки СИП-4и. Технические требования», введенный в действие 24 декабря 2008 года. До этого строительство, проектирование и эксплуатация ВЛ выполнялись с использованием Проекта повторного применения «Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами» (Арх. № 1.103.99 тм).

С увеличением объемов строительства и реконструкции ВЛ подходы к обеспечению безопасности строительного и эксплуатационного персонала постоянно совершенствовались. Актуальность разработки и корректировки этапов и технологии строительства воздушных и кабельных линий электропередачи

возросла с появлением новых ТНПА, содержащих требования к материалам, из которых изготавливается электротехническая продукция, и к самим изделиям, а также с внедрением новых видов продукции и оборудования.

Так, начиная с 1999 года на смену неизолированным проводам пришли провода с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена. Вначале это были провода типа САСПсш с неизолированным несущим проводом, выполняющим одновременно функцию нулевого проводника. Затем появились провода типа СИП-4 (СИП-4и), в которых несущую функцию выполняют одновременно провода трех фаз и нулевой провод. Это, в свою очередь, привело к разработке и внедрению линейной арматуры, позволяющей работать с проводами типа СИП-4 и обеспечивающей более высокую надежность монтажа магистральных линий, ответвлений к потребителям, а также защиту персонала от случайного поражения электрическим током при работе на ВЛ 0,4 кВ.

Появление проводов с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена и линейной арматуры герметичного исполнения позволило также значительно сократить количество случаев хищения электроэнергии путем наброса проводов на провода неизолированных ВЛ.

В обновленный стандарт внесены следующие изменения:

- изменены таблицы расчетных пролетов для одно-, двух- и трехцепных ВЛ 0,38 кВ в зависимости от районов по ветровому давлению, гололеду;

- откорректированы схемы ответвлений к зданиям;
- приведена таблица с указанием пролетов ответвлений для застроенной и незастроенной местности;
- раздел «Опоры» дополнен информацией о новом типе усиленных стоек СТ 108.6-3.3 и СТ 108.7-4.3. Они могут проектироваться и применяться в случаях, когда невозможна установка опоры анкерного типа либо угловой промежуточной опоры на стойках СВ-95, СВ-110 (при недостаточной ширине улиц, наличии большого числа подземных коммуникаций). Угол поворота магистрали на усиленных стойках составляет до 40°, однако устанавливать их разрешается только по согласованию с заказчиком.

Актуализированный СТП 33240.20.186-19 позволит проектным организациям уменьшить количество сложных опор при строительстве и реконструкции ВЛ и в целом реализовывать более широкий круг решений при выполнении задач, поставленных заказчиком.

С 1 октября также введены в действие **Альбом материалов для проектирования и рабочие чертежи № 1.105.03тм «Прокладка силовых кабелей напряжением до 10 кВ в траншеях»**. В данном документе реализованы положения ТКП 611-2017 «Силовые кабельные линии напряжением 6–110 кВ. Нормы проектирования по прокладке кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена пероксидной сшивки», введенным в действие 2 октября 2017 года.

Альбом устанавливает требования к прокладке кабельных линий (КЛ) напряжением 0,4–10 кВ, выполненных кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена или с бумажно-пропитанной изоляцией. Рассмотрены варианты защиты КЛ от механических повреждений, приведены требования к траншеям в зависимости от количества КЛ и типов грунтов, а также к материалу труб при выполнении проколов и пересечении различных подземных коммуникаций.

Актуализированный документ сохранил прежнюю структуру. В частности, он регламентирует:

- расстояния КЛ от различных инженерных сооружений (автомобильных дорог, железнодорожных путей, опор ЛЭП напряжением 110 кВ и выше, тепловых сетей), а также от элементов растительного мира;
- расположение кабельных муфт в траншеях;
- прохождение КЛ через стены.

В Альбом вошли обязательные дополнения, содержащие требования, которые необходимо выполнять при монтаже кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена.

СТП 33240.21.262-19 «Проведение строительно-монтажных работ по пересечению ВЛП напряжением 10 кВ инженерных сооружений с использованием центрифугированных стоек типа СТ. Технические требования» введен впервые. Стандарт взаимосвязан с ТКП 339-2011, при его разработке учтены положения ПУЭ (6-е издание), других нормативно-технических документов, а также отечественная и зарубежная научно-техническая документация, содержащая современные требования к проектированию и строительству ВЛ 10 кВ с проводами, покрытыми полимерным материалом.

Новый стандарт регламентирует применение железобетонных центрифугированных стоек при выполнении пересечений воздушными линиями 10 кВ инженерных сооружений, а также при строительстве в стесненных условиях.

СТП 33240.21.262-19 включает семь разделов. В стандарте приведены:

- требования к железобетонным элементам и стойкам, сцепной и линейной арматуре, проводам, изоляторам и устройствам грозозащиты;
- величины расчетных пролетов, таблицы монтажных стрел провеса;
- конструкции одноцепных железобетонных опор;
- габаритные размеры оголовков и траверс.

Кроме того, в стандарт вошли обязательное и рекомендуемое приложения. В них более подробно рассмотрены различные модификации устройства грозозащиты.

В обсуждении проекта документа активное участие принимали специалисты РУП-облэнерго, ведущих проектных институтов, чем оказали значительную помощь разработчику стандарта и способствовали повышению качества требований СТП. Более того, работниками ОАО «Белсельэлектросетьстрой» совместно с РУП «Белэнергосеть-проект» был разработан и реализован пилотный проект строительства участка ВЛ 10 кВ с использованием центрифугированных железобетонных стоек в аг. Бенякони и выполнен переход через овраг в г. Мозыре с соблюдением требований СТП 33240.21.262-19 (см. рисунок).



Объекты в аг. Бенякони (слева) и г. Мозыре, реализованные в соответствии с новыми техническими требованиями

Введение в действие новых технических требований позволит проектным, строительно-монтажным и эксплуатационным организациям применять более широкий спектр решений при проектировании воздушных и кабельных линий электропередачи, снизить затраты времени и труда при их сооружении, а также улучшить качество выполняемых работ.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 января 2020 года вводится в действие **ГОСТ IEC 62310-1-2018 «Статические системы переключения (STS). Часть 1. Общие требования и требования безопасности»**. В стандарте приведены общие положения и требования безопасности, направленные на снижение рисков возникновения пожара, поражения электрическим током или получения травм персоналом, которые могут возникнуть в процессе установки, эксплуатации и технического обслуживания оборудования.

ГОСТ IEC 62310-1-2018 устанавливает требования для коммутационных элементов и управления ими, а также для элементов защиты, если таковые предусмотрены. Документ содержит информацию относительно полной интеграции STS и их вспомогательных устройств в систему распределения питания переменного тока.

Требования стандарта распространяются на STS с напряжением не выше 1000 В переменного тока включительно, предназначенные для использования в одно-, двух- и трехфазных линиях.

ГОСТ IEC 62310-3-2018 «Статические системы переключения (STS). Часть 3. Метод установления эксплуатационных характеристик и требования к испытаниям» также начнет действовать **с 1 января 2020 года**. Данный стандарт распространяется на STS переменного тока, предназначенные для обеспечения непрерывной подачи электропитания от двух или нескольких независимых источников посредством автоматического или ручного управления переключением с прерыванием или без прерывания. Он устанавливает методы определения характеристик данных систем и требования к их испытаниям, в том числе на безопасность.

Требования стандарта распространяются на одно-, двух- и трехфазные статические переключения в системах переменного тока с напряжением не выше 1000 В включительно и являются приоритетными в отношении всех аспектов общих нормированных характеристик. Требования соответствуют уровням совместимости для низкочастотных кондуктивных помех и передачи сигналов в общественных низковольтных системах электроснабжения (см. IEC 61000-2-2), а также обеспечивают соответствующий уровень характеристик при применении STS в различных ситуациях с критической нагрузкой.

При разработке стандарта приняты во внимание различные условия проведения испытаний, охватывающие диапазон физических размеров и номинальных характеристик мощностей STS. ГОСТ IEC 62310-3-2018 распространяется на STS как на автономный продукт, представленный в виде блока или комплектного устройства.

С 1 февраля 2020 года начнет действовать **ГОСТ 21558-2018 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов. Общие технические условия»**. Стандарт распространяется на системы возбуждения, предназначенные для возбуждения автоматически регулируемым постоянным током в нормальных и аварийных режимах синхронных турбогенераторов, синхронных гидрогенераторов и генераторов-двигателей и синхронных компенсаторов, изготавливаемых по ГОСТ IEC 60034-1, ГОСТ IEC 60034-3, ГОСТ 609 и ГОСТ 5616.

Требования ГОСТ 21558-2018 следует учитывать при строительстве, реконструкции и модернизации систем возбуждения, АРВ генерирующего оборудования электростанций. Данный документ также может быть использован для сертификации.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):

IEC 61400-21-1:2019 «Системы производства ветровой энергии. Часть 21-1. Измерение и оценка электрических характеристик. Ветровые установки» (принят 20.05.2019);

IEC 61400-26-1:2019 «Системы производства ветровой энергии. Часть 26-1. Эксплуатационная готовность систем производства ветровой энергии» (принят 29.05.2019);

IEC TR 63127:2019 «Руководство по проектированию систем преобразовательных подстанций постоянного тока высокого

напряжения с преобразователями с линейной коммутацией» (принят 26.06.2019);

IEC/IEEE 60214-2:2019 «Переключатели ответвлений. Часть 2. Руководство по применению» (принят 14.06.2019);

IEC 60099-6:2019 «Разрядники. Часть 6. Разрядники, содержащие последовательные и параллельные конструкции искровых промежутков. Напряжение сети 52 кВ и менее».

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

Телефон «горячей линии» Национального фонда ТНПА – (017) 269-68-74

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 24.09.2019 г. № 357

«О возобновляемых источниках энергии»

Указом внесены изменения в законодательство в сфере возобновляемой энергетики. В целях совершенствования государственной политики в сфере использования возобновляемых источников энергии документом установлено следующее:

– создание, модернизация и реконструкция действующих установок по использованию ВИЭ осуществляются в пределах квот на создание таких установок;

– в пределах квот, распределенных после 1 ноября 2019 года, создание установок по использованию ВИЭ осуществляется с использованием оборудования, ранее не находившегося в эксплуатации;

– установки, созданные в пределах квот, распределенных после 1 ноября 2019 года, установленной электрической мощностью 1 МВт и более привлекаются с 1 января 2021 года к участию в регулировании суточного графика покрытия электрической нагрузки Белорусской энергетической системы;

– электрическая энергия, произведенная установками, создание которых осуществляется (осуществлено) в пределах квот, распределенных до 1 ноября 2019 года, приобретает с применением повышающих коэффициентов, а в пределах квот, распределенных после этой даты, – с применением коэффициентов, стимулирующих использование ВИЭ;

– при эксплуатации юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями установок, созданных вне квот, исключительно в целях энергетического обеспечения своей хозяйственной деятельности приобретение электрической энергии, произведенной сверх объемов, необходимых для указанных целей, осуществляется с применением коэффициентов, стимулирующих использование ВИЭ;

– юридические лица и индивидуальные предприниматели, в собственности (хозяйственном ведении, оперативном управлении) которых находятся установки, имеют право осуществлять передачу электрической энергии через сети энергоснабжающих организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», в порядке, определяемом Советом Министров Республики Беларусь, с оплатой услуг по передаче и распределению электрической энергии.

Признан утратившим силу Указ Президента Республики Беларусь от 18.05.2015 № 209 «Об использовании возобновляемых источников энергии».

Указ вступает в силу с 1 ноября 2019 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.09.2019 г. № 609

«О вопросах в области теплоснабжения»

Утверждены Правила теплоснабжения, которыми определяется порядок:

– взаимоотношений потребителей тепловой энергии с энергоснабжающими организациями по заключению, исполнению, изменению, продлению и прекращению договоров теплоснабжения;

– присоединения систем теплоснабжения к тепловым сетям;

– составления и применения графиков ограничения и аварийного отключения потребителей тепловой энергии и мощности;

– организации учета тепловой энергии и теплоносителя, а также расчетов за тепловую энергию и теплоноситель.

Правила не распространяются на порядок оказания жилищно-коммунальных услуг по теплоснабжению и горячему водоснабжению.

Признано утратившим силу постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.11.1998 № 1753 «О порядке разработки и утверждения правил пользования тепловой энергией, природным и сжиженным газом, продуктами нефтепереработки».

Постановление вступает в силу через 3 месяца после его официального опубликования.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.09.2019 г. № 638

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 10 октября 2018 г. № 731 «Об утверждении Программы создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей»

Изложен в новой редакции перечень мест размещения и тип планируемых к установке электрочарядных станций (ЭЗС) на первом этапе создания государственной зарядной сети (приложение 3 к Программе создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10.10.2018 № 731).

Постановление вступило в силу с 25 сентября 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26.09.2019 г. № 659

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1932»

Установлены следующие ставки вывозных таможенных пошлин на товары, вывозимые с территории Республики Беларусь за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза (за 1000 кг):

- нефть сырая – \$ 87,2;
- прямогонный бензин – \$ 47,9;
- бензины товарные – \$ 26,1;
- тримеры и тетрамеры пропилена – \$ 5,6;
- легкие дистилляты, средние дистилляты – \$ 26,1;
- дизельное топливо – \$ 26,1;
- бензол – \$ 26,1;
- толуол – \$ 26,1;
- ксилолы – \$ 26,1;
- масла смазочные – \$ 26,1;
- мазут – \$ 87,2;
- отработанные нефтепродукты – \$ 87,2;

– вазелин и парафин – \$ 87,2;
 – кокс нефтяной некальцинированный – \$ 5,6;
 – битум нефтяной – \$ 87,2.
 Постановление вступило в силу с 1 октября 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.10.2019 г. № 682

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24 апреля 2018 г. № 314»](#)

Внесены изменения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24.04.2018 № 314 «Об определении услуг, предоставляемых трудоспособным гражданам, не занятым в экономике, по ценам (тарифам), обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат на их оказание, и об условиях их предоставления».

Установлено, что указанные граждане с 1 мая 2020 года оплачивают по ценам (тарифам), обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат:

- газоснабжение при наличии индивидуальных газовых отопительных приборов;
- теплоснабжение.

Постановление вступило в силу с 1 октября 2019 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 октября 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.10.2019 г. № 692

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 4 февраля 2015 г. № 72»](#)

Продукция ОАО «Белэлектромонтажналадка» (электрораспределительная и регулирующая аппаратура, коммуникационное и прочее электрооборудование) включена в перечень организаций и товаров, произведенных в Республике Беларусь, на приобретение (финансирование приобретения) которых в зарубежных странах выдаются банковские кредиты, открываются аккредитивы, или являющихся предметом договоров финансовой аренды (лизинга), утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 04.02.2015 № 72.

Постановление вступило в силу с 13 октября 2019 года.

Распоряжение Премьер-министра Республики Беларусь от 10.10.2019 г. № 460р

[«О создании рабочей группы»](#)

Создана рабочая группа по разработке долгосрочного прогноза топливно-энергетического баланса. Ее руководителем назначен заместитель Премьер-министра Республики Беларусь И.В. Ляшенко.

Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 28.06.2019 г. № 24

[«О порядке осуществления государственного энергетического и газового надзора»](#)

Утверждена Инструкция о порядке осуществления органом государственного энергетического и газового надзора мероприятий технического (технологического, поверочного) характера.

Согласно Инструкции соответствующие мероприятия проводятся должностными лицами госучреждения «Государственный энергетический и газовый надзор» – старшими государственными и (или) государственными инспекторами по энергетическому и газовому надзору в отношении объектов юридических и физических лиц, в том числе ИП, на основании решения о проведении мероприятия по установленной форме.

Продолжительность проведения мероприятия не должна превышать 15 рабочих дней. В обоснованных случаях срок может быть продлен, но не более чем на 15 рабочих дней.

При проведении мероприятия должностные лица госэнергонадзора должны:

- предъявить субъекту или его представителю служебное удостоверение и ознакомить с решением о проведении мероприятия;

- проводить мероприятие в рабочее время субъекта, если это мероприятие проводится в отношении объектов юридических лиц и ИП;

- соблюдать законодательство, права и законные интересы субъекта;

- соблюдать служебную этику;

- ознакомить субъекта или его представителя с результатами мероприятия;

- осуществлять иные полномочия, предусмотренные актами законодательства.

Документ вступил в силу после официального опубликования.

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 28.06.2019 г. № 25

[«Об изменении постановлений Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 января 2016 г. № 2 и от 29 января 2016 г. № 5»](#)

Внесены изменения в следующие постановления Министерства энергетики Республики Беларусь:

1) от 26.01.2016 № 2 «О некоторых вопросах осмотра электроустановок»;

2) от 29.01.2016 № 5 «Об утверждении Инструкции о порядке перерасчетов (расчетов) за потребленную (потребляемую) электрическую энергию (мощность) в случаях ее самовольного (бездоговорного), безучетного потребления и при иных нарушениях в работе средств расчетного учета электрической энергии и мощности».

Постановление вступило в силу с 28 августа 2019 года.

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь

Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 25.07.2019 г. № 43

[«Изменение № 7 в Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание»](#)

Внесены изменения в ТКП 45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание», утвержденный и введенный в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 27.03.2014 № 85.

Постановление вступило в силу с 1 октября 2019 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли от 26.08.2019 г. № 70

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 3 сентября 2018 г. № 73](#)

[«О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии»](#)

Установлены коэффициенты к тарифам на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии. В частности, предусмотрено установление коэффициентов для установок по использованию ВИЭ, вводимых в эксплуатацию с 1 января 2020 года по 31 декабря 2022 года.

Размеры коэффициентов к тарифам на энергию в рамках выделенных в 2019 году квот сохранились на уровне установленных коэффициентов по квотам, распределенным в 2018 году.

В Беларуси цены на электроэнергию, производимую юридическими лицами, не входящими в состав ГПО «Белэнерго», и индивидуальными предпринимателями и отпускаемую энергообеспечивающим организациям данного объединения, регулируются МАРТ.

Постановление вступило в силу с 6 сентября 2019 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 18.09.2019 № 76

[«О ценах на природный газ»](#)

Установлена отпускная цена на природный газ без НДС при расчетной теплоте сгорания 7900 ккал/м³ при курсе белорусского рубля по отношению к доллару США 2,159 8:1 газоснабжающим организациям, входящим в состав ГПО «Белтопгаз», при поставке через систему газоснабжающих организаций (перепродавцов) юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, основным видом экономической деятельности которых является производство сахара, в размере 388,76 руб. за 1000 м³ при потребленном объеме природного газа до 600 млн м³ в 2018 году.

Установлена формула для пересчета цены на природный газ при отклонении фактической среднемесячной теплоты сгорания от расчетной.

Постановление вступило в силу с 21 сентября 2019 года, распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 сентября 2019 года, и действует до 31 декабря 2019 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 30.09.2019 г. № 82

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 13 июня 2018 г. № 47»](#)

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 13.06.2018 № 47 «Об определении порядка индексации цен на природный газ и тарифов на электрическую и тепловую энергию» дополнено формулой, по которой осуществляется индексация тарифов на электрическую энергию, отпускаемую энергообеспечивающими организациями юридическим лицам, в части использования электрической энергии в стационарных электрических котлах, установленных в котельных, организациям, осуществляющим эксплуатацию жилищного фонда и (или)

предоставляющим жилищно-коммунальные услуги, организациям застройщиков, товариществам собственников, организациям, имеющим в собственности, на праве хозяйственного ведения или оперативного управления жилые помещения, в части использования электрической энергии в электрических котлах (электронагревательных устройствах) для оказания услуг отопления и горячего водоснабжения в отдельном жилом многоквартирном или блокированном доме (его части, подъезде), применяемых при оплате (определении стоимости отпуска потребителю) электрической энергии.

Постановление вступило в силу с 10 октября 2019 года.

Совместные постановления республиканских органов государственного управления

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 30.09.2019 г. № 81/32

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 27 февраля 2017 г. № 15/6»](#)

Внесены изменения в Инструкцию по определению групп потребителей электрической и тепловой энергии, по которым могут дифференцироваться тарифы на электрическую и тепловую энергию, утвержденную постановлением Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 27.02.2017 № 15/6.

Из Инструкции исключена тарифная группа «Организации, осуществляющие эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющие жилищно-коммунальные услуги, организации застройщиков, товарищества собственников, а также организации, имеющие в собственности, на праве хозяйственного ведения или оперативного управления жилые помещения, в части использования электрической энергии в электронагревательных установках для оказания услуг отопления и горячего водоснабжения в многоквартирных жилых домах».

Тарифная группа «Электрическая энергия, используемая промышленными электрическими котлами» переименована в тарифную группу «Электрическая энергия, используемая стационарными электрическими котлами, электронагревательными устройствами».

К указанной тарифной группе относятся потребители, использующие электрическую энергию в электронагревательных устройствах для целей отопления и горячего водоснабжения, в части использования электрической энергии в стационарных электрических котлах, установленных в котельных, а также являющиеся организациями, осуществляющими эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющими жилищно-коммунальные услуги, организациями застройщиков, товариществами собственников, организациями, имеющими в собственности, на праве хозяйственного ведения или оперативного управления жилые помещения, в части использования электрической энергии в электрических котлах (электронагревательных устройствах) для оказания услуг отопления и горячего водоснабжения в отдельном жилом многоквартирном или блокированном доме (его части, подъезде) при наличии отдельного учета потребления электрической энергии данными котлами (электронагревательными устройствами).

Постановление вступило в силу с 10 октября 2019 года.

УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ

ФЕДОР ИВАНОВИЧ МОЛОЧКО

(23.08.1939 – 02.10.2019)

2 октября ушел из жизни Федор Иванович Молочко – талантливый ученый и исследователь, умелый организатор и природный руководитель, человек светлой и открытой души. «Ищите в людях хорошее» – так назвал Федор Иванович главу, написанную им для книги об институте, которому он посвятил большую часть своей профессиональной деятельности. Это правило было его жизненным принципом. Может, поэтому о его уходе многие скорбят не по обязанности, а по велению души.

Федор Иванович Молочко родился 23 августа 1939 года в д. Кривичи Солигорского района. После окончания школы по комсомольской путевке уехал в Архангельскую область на лесозаготовки. Затем отслужил три года в армии и поступил в Белорусский политехнический институт на энергетический факультет (специальность «Промышленная теплоэнергетика»).

Ему предлагали остаться преподавателем на кафедре, но по распределению Ф.И. Молочко был направлен в Белорусский филиал ЭНИН им. Г.М. Кржижановского, где работал в секторе энергобалансов и энергоресурсов сначала инженером, старшим инженером, затем руководителем группы и заведующим лабораторией. Это был насыщенный и интересный этап жизни. Параллельно с основной работой Федор Иванович читал лекции и вел практические занятия для студентов кафедры экономики энергетики БПИ, что позволило ему хорошо освоить экономику, организацию и планирование. К этому времени относится первая разработка Ф.И. Молочко – автоматизированная система оперативного учета движения топлива, которая была внедрена во многих энергосистемах бывшего Союза. В 1979 году он защитил кандидатскую диссертацию.

В 1986 году Федор Иванович был назначен директором РУП «БЕЛТЭИ» – тогда Западного филиала ВТИ им. Ф.Э. Дзержинского. Начались частые командировки на энергетические объекты Советского Союза, много времени отнимали бумажные дела. Но все это время Федор Иванович не прекращал научной деятельности. Участвовал в разработке энергетических программ, прогнозов и работ по оптимизации развития энергетики республики, проводил экспериментальные и аналитические исследования. Им были разработаны Республиканская программа энергосбережения на 2001–2005 годы, Основные направления энергетической политики Республики Беларусь на период до 2020 года, концепция развития теплоснабжения в республике до 2020 года, ряд других важных для энергетики программных документов. Он стал автором 15 изобретений и более чем 70 печатных работ.



За 20 лет руководства институтом Федор Иванович по своей инициативе не наказал ни одного сотрудника. Он считал, что доверие лучше влияет на работоспособность и ответственность, чем постоянный контроль. Сотрудники института были для него прежде всего коллегами, а не подчиненными. Во многом благодаря этому авторитет Ф.И. Молочко как руководителя был очень высок.

В 2006 году он ушел с руководящей должности и смог снова заняться любимым делом в качестве ведущего специалиста отдела общей энергетики РУП «БЕЛТЭИ». В этот период Федор Иванович получил три патента на изобретение и создал ряд разработок, которые успешно применяются на энергообъектах Белорусской энергосистемы.

Профессиональные и научные успехи Федора Ивановича отмечены правительственными наградами и почетными званиями. Он являлся кавалером ордена «Знак почета», был награжден медалями «За доблестный труд», «За трудовую доблесть», «За трудовые заслуги», удостоен Почетной грамоты Верховного Совета БССР, званий «Заслуженный энергетик СНГ», «Почетный энергетик Казахстана» и «Почетный энергетик Республики Беларусь».

Светлая память!

Новое издание

ПРАВИЛА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Утверждены постановлением Совета Министров
Республики Беларусь 11.09.2019 № 609

11 сентября постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 609 утверждены Правила теплоснабжения. Документом регламентированы:

- взаимоотношения потребителей с энергоснабжающими организациями по заключению, исполнению, изменению, продлению и прекращению договоров теплоснабжения;
- порядок присоединения систем теплоснабжения потребителей к тепловым сетям энергоснабжающих организаций;
- требования по организации учета тепловой энергии и теплоносителя, ответственность потребителей тепловой энергии и энергоснабжающих организаций за эксплуатацию и техническое состояние приборов учета тепловой энергии;
- порядок расчетов за тепловую энергию и теплоноситель и др.



ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документом можно
в ЭИС «Энергодokument»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

- в редакции по телефонам:
+375 17 286-08-28 (многоканальный)
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04
- на сайте: www.energodoc.by

Актуальные издания

- ✓ **«ПРАВИЛА по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов»**
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 22.12.2018 № 66
- ✓ **«ПРАВИЛА по охране труда при выполнении строительных работ»**
Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь 31.05.2019 № 24/33
- ✓ **«МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ ПРАВИЛА по охране труда при эксплуатации мобильных подъемных рабочих платформ»**
Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 25.06.2004 № 78 в редакции постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 31.05.2011 № 38

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодokument»
www.energodoc.by

ЗАКАЗАТЬ

- в редакции по телефонам:
+375 17 286-08-28 (многоканальный)
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04
- на сайте: www.energodoc.by



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

21–23 АПРЕЛЯ 2020

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

Реклама 12+



www.renwex.ru

При поддержке:



Под патронатом:



Организатор:

