

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 2 (98) март–апрель 2024



28 АПРЕЛЯ – ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ ОХРАНЫ ТРУДА

12 стр. Руководитель среднего звена – основной проводник идей безопасности

47 стр. Изменился порядок подготовки жилищного фонда к работе в осенне-зимний период

29 стр. Вибромониторинг турбоагрегатов в ОЭС Беларуси. Итоги и перспективы

60 стр. Развитие профессиональных компетенций мастера. Новые подходы

ISSN 2310 - 6735



9 772310 673007

- Готовые типовые комплекты разъединителей на 35 кВ и 110 кВ всегда в наличии, отгрузка в течение 14 дней
- Универсальность конструкции: возможна установка разъединителя РГ-СВЭЛ в любом компоновочном решении без изменения проекта

Какие еще плюсы РГ-СВЭЛ отмечают заказчики?
Читайте на стр. 36



Группа СВЭЛ (Екатеринбург) – один из ведущих российских производителей энергооборудования. Разъединители РГ-СВЭЛ поставляются на объекты:

- «Россетей»
- «Башкирэнерго»
- «Юнигрин Инжиниринг»
- холдинга УГМК
- ресурсодобывающих предприятий

По вопросам поставок в Республику Беларусь:

Кулыгин Владислав
+7 963 050 43 45
kulygin@svel.ru

Партнерское взаимодействие (семинары, обучение):

Лаптева Екатерина
+7 967 856 82 45
lapteva@svel.ru



ИНН 6674330951

БУСТЕРБЕЛ

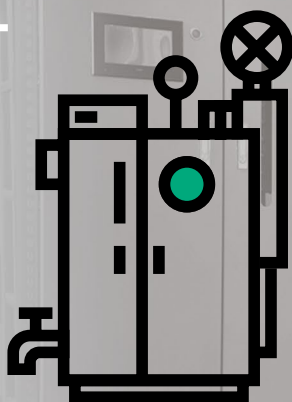
ПРОМЫШЛЕННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ



WWW.BOOSTER.BY

+375 (17) 388-75-05 +375 (29) 388-75-05

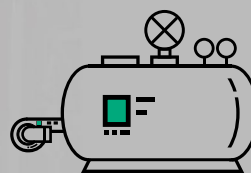
Г. МИНСК, 1-Й ТВЕРДЫЙ ПЕРЕУЛОК, 7/1, КАБИНЕТ 11



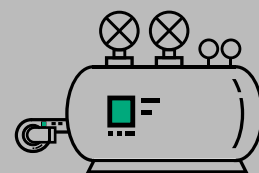
**ГАЗОВЫЕ
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ**

BSS - 1500
Booster Steam System

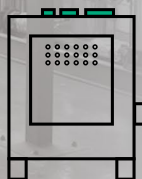
BOOSTER



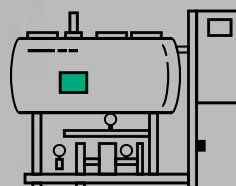
**ПАРОВЫЕ
КОТЛЫ**



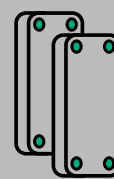
**ВОДОГРЕЙНЫЕ
КОТЛЫ**



**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ**



**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ
КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



**ТЕПЛООБМЕННЫЕ
АППАРАТЫ**

ТЭО

ПОСТАВКА

МОНТАЖ

ПНР

ТО



Учредитель
**МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

- Мороз Д.Р.**, к.т.н., доцент, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
- Реевтович С.В.**, заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (заместитель председателя)
- Бондарь А.М.**, первый заместитель генерального директора – главный инженер атомной электростанции республиканского унитарного предприятия «Белорусская атомная электростанция»
- Грунтович Н.В.**, д.т.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика и эффективное использование ТЭР» УО «ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»
- Дрозд П.В.**, генеральный директор ГПО «Белэнерго»
- Жемжуров М.Л.**, д.т.н., доцент, заведующий лабораторией ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси
- Закревский В.А.**, к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии
- Карницкий Н.Б.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
- Ковалев Д.В.**, заместитель генерального директора по оперативной работе – главный диспетчер ГПО «Белэнерго»
- Кушнаренко А.И.**, генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
- Майоров В.В.**, генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
- Пенязьков О.Г.**, д.ф.-м.н., академик НАН Беларуси, директор Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси
- Прищепов М.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
- Рыков А.Н.**, к.т.н., заместитель главного инженера по тепломеханической части РУП «Белнипиэнергопром»
- Седнин В.А.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

Издатель: открытое акционерное общество
«Экономэнерго»

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., Яценко О.А.
Дизайн обложки	Кошель М.В.
Реклама	Тропашко С.А.

По вопросам размещения рекламы
обращайтесь по тел.:

+375 17 2860828, +375 29 3991104, +375 33 3191104

Адрес редакции: 220088, г. Минск, ул. Захарова, 59.
Т/ф: +375 17 2860828, +375 17 2934682, +375 29 3991104,
+375 33 3191104
e-mail: oao@economenergo.datacenter.by, 2934682@mail.ru
www.energystrategy.by

Цена свободная. Свидетельство о регистрации журнала № 931
от 27.08.2010.

Отпечатано ООО «НАВИТЕХ». ТМ «ГРАДИЕНТ».
Свидетельство о ГРИИРПИ №2/194 от 23.02.2017г.
Республика Беларусь, 220024, г. Минск, ул. Бабушкина, 6А, к. 204.
Подписано в печать 22.04.2024 г., формат 60х90/4,
тираж 1380 экз., заказ № 2705.

© ОАО «Экономэнерго», 2024



НОВОСТИ

- 2 Государство и общество
- 3 ТЭК Беларуси
- 6 Создавая будущее вместе
По итогам XIII Международного форума
«Атомэкспо-2024»
- 9 Мировая энергетика

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

- 12 Руководитель среднего звена –
основной проводник идей
безопасности
Д.Р. Мороз
- 15 Роль человеческого фактора
в обеспечении безопасности
В.А. Гончар

ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- 18 Основополагающие принципы
обеспечения ядерной и
радиационной безопасности
О.М. Луговская
- 22 Культура физической ядерной
безопасности
О.Б. Гурко, Т.Н. Корбут, М.А. Козел,
Л.Г. Лукашевич, И.А. Рымарчик

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 26 Брестская энергосистема: 70 лет
на службе энергобезопасности
- 29 Вибромониторинг
турбоагрегатов в ОЭС Беларуси.
Итоги и перспективы
Е.А. Пантелей, А.М. Таращук,
В.Н. Лапатин

- 33 Повышение надежности
распределительных
электросетей в сельской
местности. Технические решения
С.А. Посохов, Л.Г. Изюмко,
В.М. Станкевич

- 36 Разъединитель РГ(Н)-СВЭЛ-110:
особенности конструкции

МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА

- 40 Перспективные направления
белорусско-российского
научного сотрудничества
в энергетике, экологии
и экономике
Э.Р. Зверева, А.Н. Тугов,
Над.Вл. Грунтович, Ник.Вас. Грунтович,
Г.Е. Марьин

К СВЕДЕНИЮ

- 43 Изменились нормы расхода
запасных частей для устройств
РЗА
Н.П. Пашкович, В.В. Назаров

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

- 44 Госэнергогазнадзор: пять лет
плодотворной деятельности
Интервью генерального директора
Госэнергогазнадзора А.А. Озерца
- 47 Изменился порядок подготовки
жилищного фонда к работе в
осенне-зимний период
Н.С. Кочергин

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 50 Обеспечение водородной
взрывозащиты на Белорусской
АЭС при тяжелых авариях.
Часть 3
П.К. Нагула, Д.Л. Третинников,
А.В. Дойникова
- 54 Прогнозирование остаточного
ресурса битумных покрытий
газопроводов по изменению их
механических характеристик при
термоокислительном старении
А.П. Крень, С.Ф. Гориченко,
А.В. Никифоров, М.Н. Делендик,
О.В. Мацулевич

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- 60 Развитие профессиональных
компетенций мастера. Новые
подходы
Ю.А. Шмаков, И.Ф. Курилович

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ПРАВО

- 64 Новости законодательства
(март–апрель)
- 66 Национальный фонд ТНПА –
энергетике

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

- 67 Его запомнят как человека,
беззаветно преданного делу
Памяти Андрея Михайловича Зорича

ГОСУДАРСТВО И ОБЩЕСТВО

30 лет Конституции Республики Беларусь

15 марта наша страна отметила один из главных государственных праздников – День Конституции Республики Беларусь. В этом году Основному закону, принятому 15 марта 1994 года, исполнилось 30 лет.

По итогам республиканских референдумов 24 ноября 1996-го, 17 октября 2004-го и 27 февраля 2022 года Конституция изменялась и дополнялась. Последний референдум был проведен по инициативе Президента Республики Беларусь. В 83 статьи были внесены изменения, текст дополнен 11 новыми статьями и главой о Всебелорусском народном собрании. Глава государства назвал новую редакцию Основного закона страны Конституцией будущего.

Память о Хатынской трагедии – часть национального самосознания белорусов



22 марта исполнился 81 год со дня, когда нацистские оккупанты и их наемники сожгли деревню Хатынь вместе с жителями. Традиционно в День памяти жертв Хатынской трагедии вспоминают и тысячи других белорусских деревень, разделивших судьбу Хатыни.

В рамках проведения мероприятий, посвященных скорбной дате, делегация Министерства энергетики во главе с В.М. Каранкевичем посетила мемориальный комплекс «Хатынь». Представители Минэнерго, ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз» и Госэнергонадзора возложили цветы к монументу «Непокоренный человек» и венки к Вечному огню, почтили жертв войны минутой молчания.

Министр энергетики подчеркнул, что Хатынь стала символом памяти и скорби для каждой белорусской семьи, напоминанием о событиях военных

лет и об огромных потерях, которые понесла наша страна. «Прошло уже много лет, но мы бережно храним память о Хатынской трагедии. Она объединяет миллионы белорусов и является важной частью нашего национального самосознания», – заключил В.М. Каранкевич.

Беларусь и Россия укрепляют единство

2 апреля Беларусь и Россия отметили День единения народов. Эта дата стала символом общности исторических судеб и многовекового братства белорусов и россиян.

В этот день в 1997 году был заключен Договор о Союзе Беларуси и России. Основные цели Союза – повышение уровня жизни двух народов, укрепление дружбы и сотрудничества между странами в политической, экономической, социальной и других областях. 8 декабря 1999 года подписан Договор о создании Союзного государства. Одним из основных и наиболее успешных направлений его деятельности является проведение согласованной внешней политики.

Космический прорыв Беларуси

11 апреля во Дворце независимости состоялась торжественная церемония чествования белорусских космонавтов. Глава государства вручил высокие награды участникам и организаторам полета на Международную космическую станцию первой белоруски, которая стала и первым космонавтом в истории суверенной Беларуси. Полет продлился с 23 марта до 6 апреля. За мужество, проявленное при его осуществлении, и значительный личный вклад в освоение космоса звание Героя Беларуси присвоено Марине Василевской.

Глава государства отметил, что полет в космос – это величайшая победа нашей страны. Он стал возможен в том числе благодаря наличию отечественных наработок и технологий в космической сфере. А.Г. Лукашенко также подчеркнул, что полет Марины Василевской вывел Беларусь на новый уровень участия в международных космических программах и новый уровень союзных отношений с Россией.



ТЭК БЕЛАРУСИ

Рассмотрены актуальные направления взаимодействия стран ЕАЭС

13 марта Коллегия Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) определила перспективные направления развития промышленного сотрудничества стран ЕАЭС в сфере возобновляемой энергетики. Речь шла о малой гидро-, ветро-, гелио- и геотермальной энергетике, приливных электростанциях, производстве биотоплива.



Коллегия ЕЭК рекомендовала стимулировать развитие производства конкурентоспособного основного и вспомогательного генерирующего оборудования для систем на основе ВИЭ, содействовать участию их производителей в кооперационных и технологических цепочках по организации выпуска такого оборудования (в том числе принципиально новых энергоустановок) с максимально возможной локализацией производства.

29 марта Совет руководителей уполномоченных органов государств – членов ЕАЭС в сфере энергетики рассмотрел актуальные вопросы создания общих энергорынков, а также основные принципы и направления обеспечения энергетической безопасности Союза. Участие в мероприятии принял Министр энергетики Беларуси В.М. Каранкевич.

Стороны обсудили отдельные аспекты и ход подготовки международных договоров о формировании общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов Союза и подтвердили нацеленность на достижение взаимоприемлемых решений по чувствительным вопросам функционирования общих энергорынков.

Создана госкомиссия по выбору приоритетной площадки для ПЗРО

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 марта 2024 года № 158 создана госкомиссия по выбору приоритетной площадки для сооружения пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО). В состав комиссии вошли представители Минэнерго, БелРАО, РУП «Белнипиэнергопром», МЧС, Минприроды, НАН Беларуси и др. Возглавил комиссию заместитель Премьер-министра Республики Беларусь П.А. Пархомчик.

Основные задачи комиссии – изучение материалов, подготовленных по результатам проведения научно-исследовательских работ по выбору площадки ПЗРО, рассмотрение альтернативных предложений о его размещении, выбор приоритетной площадки и внесение в Правительство предложений для принятия решения с учетом этого выбора.

В Минэнерго прошло заседание комиссии по профилактике и предупреждению производственного травматизма

26 марта в Министерстве энергетики под руководством заместителя Министра Д.Р. Мороза состоялось заседание комиссии по профилактике и предупреждению производственного травматизма в организациях, входящих в систему Минэнерго.

За первый квартал 2024 года уровень травматизма не превысил аналогичный показатель прошлого года: количество несчастных случаев снизилось, смертельных несчастных случаев не допущено. Решения комиссии, принятые на предыдущем заседании, выполнены в полном объеме.

В ходе заседания проанализированы обстоятельства и причины несчастных случаев, происшедших в отраслевых организациях в 2024 году, принятые в связи с этим меры, дана оценка действиям руководителей, рассмотрена проводимая работа по профилактике и предупреждению производственного травматизма.

По результатам заседания определены мероприятия, реализация которых позволит минимизировать опасности и риски на рабочих местах.

Системные операторы Беларуси и России обсудили вопросы синхронной работы энергосистем

11–12 апреля в ГПО «Белэнерго» состоялась встреча с представителями филиала АО «Системный оператор Единой энергетической системы». Российскую делегацию возглавил директор по управлению режимами – главный диспетчер ОДУ Центра Ф.В. Шилков. Белорус-



Энергетики отмечены высокими наградами за вклад в строительство БелАЭС

Указом и распоряжением Главы государства 40 человек удостоены орденов, медалей и Благодарности Президента Республики Беларусь за добросовестный плодотворный труд, высокий профессионализм, значительный вклад в реализацию инвестиционного проекта по строительству Белорусской атомной электростанции.

Министр энергетики **В.М. Каранкевич** удостоен ордена Отечества III степени; помощник генерального директора по взаимодействию с ГПО «Белэнерго», Министерством энергетики и другими органами госуправления РУП «Белорусская атомная электростанция» **М.В. Филимонов** – ордена Трудовой Славы; первый заместитель генерального директора – главный инженер атомной электростанции РУП «Белорусская атомная электростанция» **А.М. Бондарь** – ордена Почета.

Медалью «За трудовые заслуги» награждены генеральный директор ГПО «Белэнерго» **П.В. Дрозд**, генеральный директор ОАО «Белэлектромонтажналадка» **С.Н. Алехнович**, генеральный директор государственного предприятия «Белэнергострой» – управляющая компания холдинга **А.С. Реут**.

Благодарности Президента Республики Беларусь удостоены 10 человек.

В числе награжденных также государственные и политические деятели Беларуси и России, руководители Госатомнадзора, ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси, Госкорпорации «Росатом», АО «Атомстройэкспорт» и иные лица, внесшие вклад в реализацию проекта строительства БелАЭС.

скую сторону представляли заместитель генерального директора по оперативной работе – главный диспетчер ГПО «Белэнерго» Д.В. Ковалев, руководители ряда структурных подразделений и служб аппарата управления объединения.

Стороны обсудили вопросы технологического взаимодействия системных операторов Беларуси и России для обеспечения работы энергосистем двух стран в синхронном режиме. Параллельное функционирование повышает надежность систем и позволяет избежать дефицита мощности путем заимствования резервов мощности и оказания аварийной взаимопомощи. Для синхронной работы энергосистем необходимо совпадение частоты вырабатываемого переменного тока и других параметров.

В марте системные операторы двух стран обсудили ход разработки документов, регламентирующих параллельную работу энергосистем Беларуси и России с учетом заявленного на 2025 год выхода Латвии, Литвы и Эстонии из Электрического кольца БРЭЛЛ.

Торфяная промышленность Беларуси наращивает экспортные поставки

В 2023 году организациями ГПО «Белтопгаз» на внешние рынки поставлено 150 тыс. т торфяной продукции топливного и нетопливного назначения, сообщил заместитель начальника управления торфяной промышленности ГПО «Белтопгаз» С.И. Гурло в ходе пресс-конференции ко Дню потребителя, состоявшейся 15 марта в пресс-центре БЕЛТА.

В прошлом году белорусская торфопродукция отгружалась в 20 стран ближнего и дальнего зарубежья, при этом особое внимание уделялось развитию сотрудничества с китайскими компаниями. Так, в КНР поставлено 1,9 тыс. т торфяной продукции нетопливного назначения. Сегодня аккредитацию на поставки в Китай имеют три торфопредприятия республики – «Глинка», «Витебскторф» и «Туршовка». В частности, УП «Витебскторф» в рамках контракта с китайской компанией LND Ceres Beijing Co. Ltd в этом году отгрузило 40 контейнеров с кипованным торфом и 5 – с питательными торфяными грунтами общим объемом 826 т.

Белтопгаз продолжает работу по выходу на новые внешние рынки стран Центральной Азии, Ближнего и Дальнего Востока, в том числе путем участия в международных специализированных выставках.

Подписана дорожная карта сотрудничества ГПО «Белтопгаз» и Центра цифрового развития

8 апреля делегация РУП «Центр цифрового развития» (ЦЦР) ознакомилась с программными комплексами, разработанными программистами офиса цифровизации ГПО «Белтопгаз».



В рамках сотрудничества генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко и директор предприятия «Центр цифрового развития» И.А. Михайловский подписали дорожную карту, предусматривающую реализацию совместных IT-проектов, обмен опытом, стажировку сотрудников и др.

С целью продуктивного взаимодействия генеральный директор УП «Витебскоблгаз» А.В. Бранцевич и директор ЦЦР И.А. Михайловский подписали соглашение о сотрудничестве между двумя офисами цифровизации.

Сотрудничество с Центром цифрового развития является значимым шагом к развитию цифровизации газовой отрасли и торфяной промышленности.

Установлены квоты на создание установок по использованию ВИЭ на 2025–2029 годы

26 марта Республиканской межведомственной комиссией по установлению, распределению, высвобождению и изъятию квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии определены квоты на создание таких установок на 2025–2029 годы. Их суммарная электрическая мощность составит 43,186 МВт, в том числе по видам энергии: с использованием энергии солнца и естественного движения водных потоков – по 1 МВт, энергии ветра – 3 МВт, энергии биогаза – 10 МВт, тепла земли и иных источников энергии, не относящихся к невозобновляемым, – 13,186 МВт, энергии древесного топлива и иных видов биомассы – 15 МВт.

В Гродно обсудили работу офиса цифровизации энергетической отрасли

21 марта на базе филиала «Предприятие средств диспетчерского и технологического управления» (ПСДТУ) РУП «Гродноэнерго» прошло рабочее совещание под руководством первого заместителя генерального директора – главного инженера ГПО «Белэнерго» Ю.А. Шмакова по вопросам организации работы отраслевого офиса цифровизации.



На встрече обсудили проекты документов, регулирующих деятельность офиса цифровизации, а также реализацию дорожной карты РУП «Гродноэнерго» по внедрению цифровой информационной платформы.

Указом Президента от 7 апреля 2022 года № 136 филиал «ПСДТУ» РУП «Гродноэнерго» определен в качестве офиса цифровизации в энергетической отрасли. Предприятие имеет опыт в части разработки и внедрения программного обеспечения.

Жодино переходит на электрический общественный транспорт

28 марта состоялась торжественная церемония по передаче городу Жодино 14 новых электробусов МАЗ. В мероприятии принял участие Министр энергетики Беларуси В.М. Каранкевич.



Энергетики внесли свой вклад в реализацию проекта: провели модернизацию электросетей, реконструкцию и строительство трансформаторных подстанций, установили 9 современных зарядных станций для электротранспорта производства ОАО «Белсельэлектросетейстрой».

По мнению Министра, проект во многом является знаковым и наглядно демонстрирует возможности и точки роста, которые созданы и развиваются в нашей стране благодаря строительству Белорусской атомной электростанции. «Электротранспорт – одно из таких направлений», – подчеркнул В.М. Каранкевич.

Благодаря вводу БелАЭС и стимулирующим мерам, принятым на уровне Главы государства и Правительства, количество электромобилей в стране с каждым годом растет. «Это как легковой, так и городской пассажирский транспорт – современные белорусские электробусы. Теперь они будут курсировать не только в Минске и областных центрах, но и в Жодино и Шклове», – заявил Министр.

Вопросы эксплуатации теплосетей рассмотрели на республиканском семинаре

В ходе республиканского семинара по вопросам эксплуатации теплосетей, который состоялся в конце февраля – начале марта на базе Лидских электросетей, энергетики обсудили широкий спектр тем: надежность работы сетевого оборудования, анализ отказов и испытаний, продление срока службы ПИ-труб и др.

Большая часть дискуссий касалась автоматизации и цифровизации объектов теплоснабжения. Как подчеркнула во время семинара заместитель Министра энергетики О.Ф. Прудникова, необходимо привести в соответствие с духом времени часть нормативных документов, чтобы эффективно продолжить развитие «цифры», автоматизации и АСКУТЭ. Инвестиции в эти направления должны быть просчитаны и продуктивно использоваться в энергосистемах.

Специалисты РУП-облэнерго также поделились опытом снижения теплопотерь, сведения балансов, применения информационно-графических систем. Большой интерес вызвали вопросы внедрения digital-технологий, например создание цифрового двойника теплосетей в Новополоцке и «мобильного сотрудника» Гродненских теплосетей.

Подготовлено по материалам Минэнерго, ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», информагентств, собственных корреспондентов, телеграм-канала «Минэнерго Официальный»

СОЗДАВАЯ БУДУЩЕЕ ВМЕСТЕ

По итогам XIII Международного форума «Атомэкспо-2024»



«Чистая энергетика: создавая будущее вместе» – под таким девизом 25–26 марта в г. Сочи прошел XIII Международный форум «Атомэкспо». В работе этой крупнейшей выставочной и деловой площадки приняли участие руководители МАГАТЭ, представители ведущих компаний мировой атомной индустрии, государственных структур, члены международных и общественных организаций, эксперты и ученые. В состав делегации Министерства энергетики Беларуси вошли представители ГПО «Белэнерго», государственного предприятия «Белорусская АЭС», Белорусской организации по обращению с радиоактивными отходами. Возглавил делегацию Министр энергетики Беларуси Виктор Каранкевич.

Глобальное развитие атомной энергетики

Ключевой темой пленарного заседания форума стало глобальное развитие атомной энергетики. В ходе дискуссии заместитель генерального директора – руководитель департамента ядерной энергии МАГАТЭ Михаил Чудаков отметил, что для замещения углеродного топлива к 2050 году в мире необходимо ежегодно вводить 40 ГВт атомных мощностей. Согласно прогнозу МАГАТЭ, к середине столетия генерация на АЭС вырастет в 2,5 раза и составит 9 % в общемировом энергобалансе. «Политические споры тормозят развитие атомной энергетики, а без нее мы не сможем достичь целей устойчивого развития», – подчеркнул Михаил Чудаков.

Министр внешнеэкономических связей и иностранных дел Венгрии Петер Сийярто констатировал, что уже к 2030 году потребность в электроэнергии в Европе вырастет на 50 %. Обеспечить эту потребность дешево, надежно, безопасно и без вреда для окружающей среды может только атомная энергетика. «Без сотрудничества в ядерной сфере между Европой и Россией мы нанесем еще один удар нашей конкурентоспособности», – заявил министр.

Генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев сообщил, что в России в ближайшие 20 лет предстоит построить более 40 атомных энергоблоков, увеличив

долю атомной генерации в стране до 25 %. Глава «Росатома» выразил надежду, что в 2050–2060 годах ее доля составит третью часть в энергобалансе. С точки зрения качественных изменений главная цель – переход от поколения «3+» к четвертому поколению реакторов: «Масштаб атомных блоков будет диверсифицирован – помимо большой мощности будет и средняя, и малая. Очевидно, что на рубеже 2050-х годов появится термояд». Алексей Лихачев подчеркнул, что для достижения этих целей необходимо преодолеть политическое деление атомной энергетики на «правильную» и «неправильную», вести открытую профессиональную дискуссию и использовать комплексный подход к реализации атомных проектов.

Мирный атом – гарант роста экономики в условиях кризиса

Выступая на пленарном заседании форума, Министр энергетики Республики Беларусь Виктор Каранкевич отметил, что стратегическое решение о сооружении собственной АЭС и формировании национальной ядерной инфраструктуры, принятое Президентом в 2008 году, стало принципиально важным для устойчивого долгосрочного развития страны и укрепления ее национальной



В.М. Каранкевич в ходе работы выставки «Атомэкспо-2024»

безопасности. «Мы помним, как на начальном этапе проекта многие, в том числе наши страны-соседи, выступали против развития атомной энергетики, и что стало с их аргументами под влиянием глобального кризиса и нестабильности на мировых энергорынках, – заметил руководитель Минэнерго. – Сегодня совершенно очевидно, что мирный атом не только гарантирует энергетический суверенитет и устойчивое развитие энергосистемы, но и обеспечивает серьезные конкурентные преимущества для многих отраслей экономики».

Наличие атомной генерации создает мощный синергетический эффект, который выражается в большом количестве высокотехнологичных проектов, создании новых рабочих мест, освоении конкурентоспособной продукции, востребованной на внутреннем и внешних рынках. Это те точки роста, которые работают на укрепление экономического и инновационного потенциала страны, подчеркнул Министр.

Ввод БелАЭС позволил стране снизить зависимость от углеводородов, отказаться от импорта электроэнергии и обеспечить удовлетворение возрастающего спроса населения и реального сектора экономики на электроэнергию. Проект также вносит существенный вклад в общее дело по смягчению последствий изменения климата.

Векторы белорусско-российского сотрудничества

В интервью журналистам Виктор Каранкевич рассказал о совместных проектах с Госкорпорацией «Росатом». Перспективным направлением Министр назвал взаимодействие Белорусской организации по обращению с радиоактивными отходами (БелРАО) и АО «ТВЭЛ» – управляющей компании топливного дивизиона «Росатома».

В частности, Виктор Каранкевич сообщил, что в Беларуси планируется реализовать масштабный проект по строительству республиканского пункта захоронения радиоактивных отходов, первая очередь которого должна быть введена к 2030 году. Работа по созданию и развитию в Беларуси соответствующей инфраструктуры, обеспечению эксплуатации и мониторинга пункта захоронения, подготовке персонала для него будет проводиться во взаимодействии со специалистами из России. «Нам очень важен опыт российских коллег, и мы, безусловно, будем на него ориентироваться», – отметил Министр.

Первые шаги сделаны в сфере аддитивных технологий (3D-моделирования) в металлургии. ОАО «Белэнергоремналадка» совместно с компанией «ТВЭЛ» вырабатывает подходы по высокоточному изготовлению отдельных узлов и деталей для энергетики. Планируется дальнейшее расширение этого направления с привлечением промышленных предприятий и создание на их базе центра аддитивных технологий при поддержке «Росатома».

Виктор Каранкевич также сообщил, что в Беларуси приняты комплексные меры для развития как легкового, так и городского общественного электротранспорта. В Жодино и Шклове реализуются пилотные проекты по полному переводу общественного транспорта на электрический. Сформирована разветвленная сеть зарядных станций – всего их более тысячи. В 2023 году объем потребления электроэнергии этими объектами вырос на 27 %. Положительная динамика сохраняется и в текущем году.



В ходе переговоров Министра энергетики Беларуси В.М. Каранкевича и Министра иностранных дел и внешнеэкономических связей Венгрии П. Сийярто

Особое внимание в Беларуси уделяется созданию собственной компонентной базы для электротранспорта. По отдельным направлениям белорусские специалисты работают совместно с российскими коллегами. Так, литий-ионные аккумуляторные батареи, произведенные в России, используются в белорусских электробусах.

На полях форума

На полях «Атомэкспо-2024» состоялись многочисленные деловые встречи и был подписан ряд значимых для энергетики Беларуси партнерских соглашений. В частности, 25 марта БелРАО и АО «ТВЭЛ» подписали дорожную карту подготовки персонала для пункта захоронения радиоак-

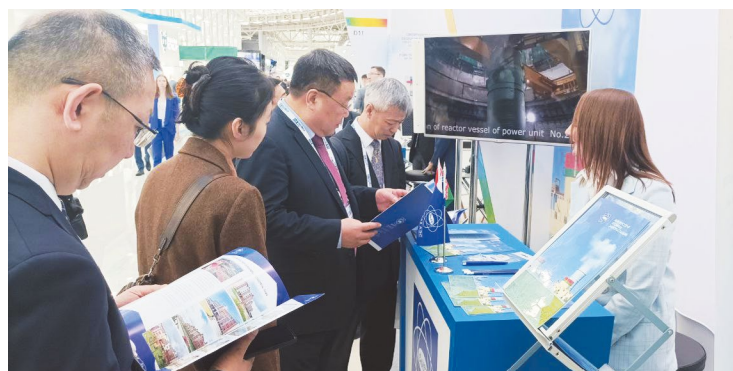
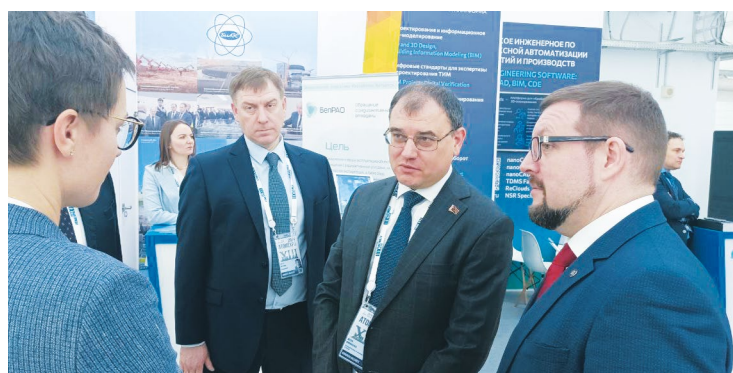


тивных отходов, предусматривающую реализацию программ обучения и повышения квалификации профильных специалистов и руководителей.

В первый день форума состоялась двусторонняя встреча Виктора Каранкевича с Петером Сийярто. Стороны рассмотрели перспективы обмена опытом в вопросах строительства и эксплуатации АЭС, управления, подготовки кадров, обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. Речь также шла о возможности привлечения белорусских специалистов к реализации проекта АЭС «Пакш-2» в Венгрии.

В тот же день Министр принял участие в переговорах белорусской делегации с генеральным директором Госкорпорации «Росатом» Алексеем Лихачевым. Стороны подтвердили, что двустороннее сотрудничество по всем вопросам, связанным с эксплуатацией Белорусской АЭС (поставки ядерного топлива, техническое обслуживание и ремонт, обращение с отходами), будет продолжено. Особое внимание было уделено кооперации по перспективным высокотехнологичным направлениям, таким как ядерная медицина, композитные материалы, аддитивные технологии, системы накопления энергии, цифровизация и др.

Подписанная по итогам встречи Комплексная программа российско-белорусского сотрудничества в области атомных неэнергетических и неатомных проектов закрепила основные задачи в этой сфере на ближайшие несколько лет, в том числе в части реализации совместных инвестиционных проектов, внедрения технологий «Индустрии 4.0» в белорусской энергетике и промышленности. В ходе сотрудничества предполагается максимально полно использовать проекты и программы Союзного государства.



Участниками форума стали более 4,5 тысячи человек из 75 стран ближнего и дальнего зарубежья. Деловая программа мероприятия включала тематические круглые столы и панельные дискуссии с привлечением широкого круга заинтересованных участников. В рамках выставочной экспозиции были представлены технологии и компетенции ведущих компаний мировой атомной индустрии, а также смежных отраслей. На стенде Белорусской АЭС участники форума смогли ознакомиться с информацией о строительстве и эксплуатации станции, ее интеграции в энергосистему и экономику страны, а также о преимуществах использования мирного атома.

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Спрогнозирован рост мировой добычи газа

Согласно прогнозу аналитиков Форума стран – экспортеров газа (ФСЭГ), добыча газа в мире по итогам 2024 года вырастет на 3 % и составит 4,16 трлн м³. Для сравнения: в 2022 году объем добычи оценивался в 4,02 трлн м³ (плюс 0,2 % в годовом выражении), в 2023-м – в 4,05 трлн м³ (плюс 0,8 %).

Таким образом, в текущем году темпы роста могут ускориться почти в четыре раза. При этом увеличение добычи газа будет наблюдаться во всех регионах, включая европейский. Активнее всего тенденция будет развиваться в странах Африканского континента (плюс 5 % к уровню 2023 года, до 264 млрд м³) и в государствах СНГ (плюс 4 %, до 817 млрд м³). В Северной Америке добыча прогнозируется на уровне 1,31 трлн (плюс 2 %), на Ближнем Востоке – порядка 723 млрд м³ (плюс 3 %).

Ранее эксперты Международного энергетического агентства (МЭА) допустили, что в России по итогам 2024 года добыча газа может увеличиться на 4 % и составить 664 млрд м³. При этом в 2023 году объем добычи, напротив, снизился на 5 % – до 640 млрд м³.

Россия нарастила поставки нефти и нефтепродуктов в дружественные страны

После введения санкций Россия переориентировала экспорт нефти и нефтепродуктов на новые рынки. Если в 2021 году на дружественные страны приходилось 40 % поставок нефти и 30 % нефтепродуктов, то в 2023 году их доли увеличились до 86 % и 84 % соответственно. При этом на страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) пришлось более 80 % экспортируемой нефти и более 35 % нефтепродуктов.

В 2023 году из добытых в России 530,6 млн т нефти было переработано 275 млн т, в том числе произведено 88 млн т дизельного топлива и 44 млн т автомобильного бензина. В январе 2024 года нефтепереработка упала до 747,9 тыс. т в сутки, сократившись в годовом выражении почти на 4 %. Это объясняют выполнением договоренностей с Саудовской Аравией о снижении экспорта



нефти и нефтепродуктов на 500 тыс. б/с. Среди причин также ремонты на НПЗ и вывод из строя ряда установок из-за участвовавших атак беспилотников.

Евросоюз установил рекорд по вводу новых ветроустановок

В 2023 году Европейский союз построил 17 ГВт ВЭУ, что превысило показатель предыдущего периода (15 ГВт). Тем самым был установлен рекорд для одного года. Вместе с тем в ассоциации WindEurope заявили, что этого недостаточно для достижения поставленной цели – 30 ГВт ежегодно до 2030 года.



Наибольший вклад в строительство новых мощностей внесли Германия, Нидерланды (с крупнейшей в мире ВЭС Hollandse Kust Zuid на 1,5 ГВт) и Швеция. Согласно сообщению WindEurope, МЭА прогнозирует ввод новых мощностей до 2028 года на уровне 23 ГВт ежегодно, чего также недостаточно для выполнения плана.

В прошлом году ветроэнергетика обеспечила 19 % всей генерации в Европе. Ее вклад превысил долю гидроэнергии (13 %), солнечной энергии (8 %) и энергии биомассы (3 %). Все ВИЭ вместе выработали 44 % электроэнергии, произведенной в регионе.

В Германии бывшие АЭС переоборудуют под энергохранилища

В Германии впервые заявили об использовании АЭС для размещения массивов аккумуляторов. В частности, немецкое коммунальное предприятие Westfalen Weser сообщило о планах построить аккумуляторное хранилище энергии мощностью 120 МВт и емкостью 280 МВт·ч на базе бывшей атомной станции «Вюртгассен» в земле Северный Рейн – Вестфалия. Завершить строительство планируется во второй половине 2026 года.

Еще одну крупномасштабную систему хранения планируется разместить в немецкой земле Шлезвиг-Гольштейн на площадке АЭС, прекратившей работу 31 декабря 2021 года.

Бывшие электростанции (угольные, атомные и др.) – практически идеальное место для создания энергохранилищ: здесь есть необходимая инфраструктура, подведены ЛЭП, имеются основные лицензии. Анализ Института солнечной энергетики Фраунгофера показывает, что к 2030 году потребность Германии в хранении энергии превысит 130 ГВт·ч.

Цифровые трейдеры несут риски для европейского рынка электроэнергии

Отказ от долгосрочных контрактов на нефть и газ, резкий переход к ВИЭ и развитие рынка электроэнергии породили в ЕС новое явление – цифровых трейдеров на базе искусственного интеллекта (ИИ), зарабатывающих миллиарды евро на сиюминутных колебаниях цен на электроэнергию. Этот феномен представляет серьезную угрозу как для финансового рынка, так и для энергетической безопасности Европы, отмечает Bloomberg Opinion.

Выработка солнечных и ветряных электростанций напрямую зависит от погоды. Даже незначительных ее изменений достаточно, чтобы на рынке электроэнергии цены на несколько минут подскочили или упали. Заработать на мимолетных колебаниях можно только в случае, если компьютер с ИИ, получив данные метеоспутников, сообщения об авариях или военных действиях, за несколько минут совершит множество сделок по купле-продаже электроэнергии. Участие человека при этом не требуется.

Нормативно-правовое регулирование деятельности цифровых трейдеров на рынке электроэнергии пока не развито. Решением проблемы могло бы стать создание мощных систем хранения энергии, однако внедрение таких технологий пока серьезно отстает. А цифровые операции на рынке молниеносно набирают обороты.

Франция первой в мире отказывается от ВИЭ и климатической повестки

В 2024 году Париж может положить конец приоритету ВИЭ на уровне государства, что станет настоящей революцией. В законодательный орган Франции внесен законопроект об энергетическом суверенитете, он предлагает заменить курс на энергопереход рациональным сокращением выбросов парниковых газов. Это предполагает пересмотр целей и сворачивание ряда проектов в области возобновляемой энергетики.

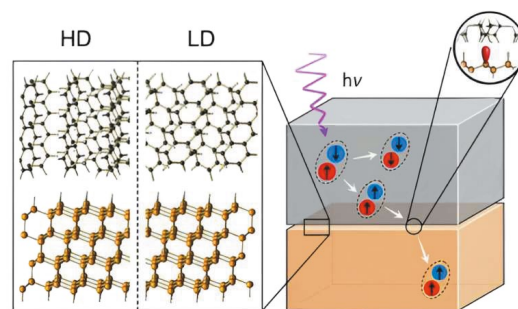
Законопроект также закрепляет использование Францией ядерной энергии как устойчивого и чистого источника. Такой выбор означает включение атомной промышленности в многолетний энергетический план. Уже к 2026 году планируется запустить 13 ГВт новых мощностей.

В энергетической политике Франции грядут серьезные перемены. Отменяются количественные целевые показатели производства и потребления энергии ВИЭ в материковой части страны и развития морской ветроэнергетики. Предполагается отказ от стимулирования агроэнергетики и от жестких нормативов энергоэффективности зданий. Аннулированы цели по вкладу в сокращение загрязнения воздуха и увеличению доли возобновляемого и рекупера-

ционного тепла и холода. Сняты жесткие условия останковки работы ядерных реакторов.

Подход Франции демонстрирует серьезный пересмотр концепции национальной энергетической политики и может создать прецедент прагматичного отношения к климатической повестке в Европе.

Немецкие ученые разработали более эффективные солнечные элементы



Источник: *Physical Review Letters* (phys.org)

Ученые Падеборнского университета в Германии использовали сложное компьютерное моделирование для разработки улучшенной конструкции солнечных элементов. Результаты исследования опубликованы в журнале *Physical Review Letters*.

Эксперименты показали, что для повышения эффективности кремниевый солнечный элемент может покрываться тетраценом – органическим полупроводником. Тетраценовый слой поглощает коротковолновое излучение солнца и преобразует его в электронные возбуждения – экситоны. Они, в свою очередь, распадаются на два низкоэнергетических возбуждения, которые нужно перенести в кремниевый элемент. Перенос может быть осуществлен за счет особых дефектов в виде ненасыщенных химических связей на границе между кремниевым элементом и тетраценовой пленкой. Такие дефекты обычно связаны с потерями энергии, однако ученые выяснили, что они вызывают энергетические флуктуации, способные эффективно переносить электронные возбуждения.

Крупнейшие импортеры угля нарастили его закупки

В марте Китай и Индия – два крупнейших покупателя энергетического угля – увеличили морской импорт этого энергоресурса до трехмесячного максимума. Это обусловлено высоким внутренним спросом на электроэнергию.

В Китай было доставлено 29,70 млн т угля против 23,03 млн т в феврале и 28,62 млн т в том же месяце годом ранее. Отмечается, что потребление электроэнергии в КНР в начале 2024 года выросло на 11 % (это связано в том числе с растущей электрификацией транспорта), а энерговыработка – на 6,9 %, с опережением темпов роста экономики. В числе причин такой динамики импорта называют доступные цены на морские перевозки.

В Индии наблюдается схожая ситуация: на фоне роста электропотребления импорт угля в марте вырос

до 15,21 млн т (против 13,41 млн т годом ранее), а в первом квартале в целом – до 42,79 млн т (против 34,57 млн т), то есть почти на четверть. При этом страна наращивает собственную добычу угля и даже планирует стать его экспортером.

Эстония намерена развивать атомную энергетику

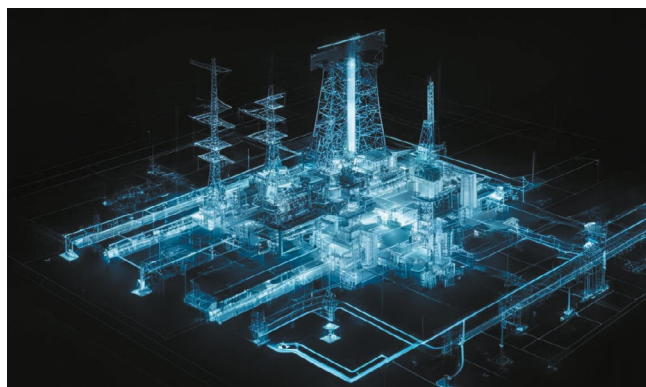
Правительству Эстонии после двухлетнего исследования представлен отчет Рабочей группы по ядерной энергетике. Исследование было проведено в рамках выполнения дорожной карты МАГАТЭ для стран – новичков в ядерной сфере.

Отчет содержит вывод о том, что при своевременном планировании, адекватном финансировании, политической и общественной поддержке внедрение ядерной энергетики в Эстонии является осуществимым и будет способствовать достижению климатических целей и энергобезопасности страны. Если правительство и парламент после консультаций с общественностью поддержат переход, то следующим этапом станет подготовка нормативно-правовой базы, обучение специалистов, создание органа по надзору за ядерной энергетикой и планирование строительства атомной электростанции.

В нынешнем внутреннем энергобалансе Эстонии преобладают ископаемые виды топлива, в основном сланец. Страна стремится достичь нулевых выбросов к 2050 году и рассматривает мирный атом как надежный низкоуглеродный вариант диверсификации своего энергобаланса к 2035 году. В отчете рассматривается потенциал строительства четырех малых модульных реакторов общей мощностью 1200 МВт, эксплуатация которых позволит также производить водород.

В России разработан облачный сервис для создания схем цифровых подстанций

Ученые НИУ «МЭИ» разработали облачный сервис, позволяющий автоматически создавать электрические схемы цифровых подстанций (ЦПС) на основе данных с оборудования релейной защиты. При разработке таких схем вручную процесс, как правило, сопровождается регулярными доработками и нередко ошибками. Новый подход основан на возможности автоматической обработки файлов,



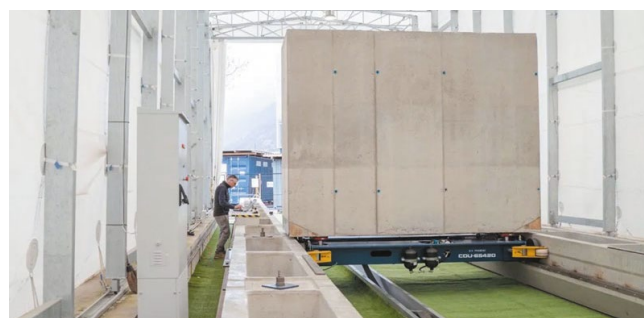
содержащих всю необходимую информацию об электрической схеме энергообъекта и цифровых взаимодействиях между интеллектуальными электронными устройствами.

Полученные схемы отображаются в SCADA-системе – программном пакете, в котором происходит управление энергообъектами. Для корректной автоматической генерации электрических схем и схем локально-вычислительных сетей ЦПС применяются специальные алгоритмы, основанные на теории графов и методе геометрических фракталов.

Разработанный облачный сервис позволит выстроить процесс создания и внедрения специальных интерактивных экранных форм в SCADA-системы энергопредприятий с минимальным участием человека, обеспечив при этом единообразие и высокий уровень эргономичности функций отображения и управления.

В Китае введен в эксплуатацию накопитель гравитационного типа

В китайском уезде Рудун (провинция Цзянсу) ввели в коммерческую эксплуатацию гравитационный накопитель энергии – твердотельную аккумулирующую электростанцию (ТАЭС). Объект, построенный компаниями Energy Vault, Atlas Renewable (США) и китайской China Tianying, имеет мощность 25 МВт и энергоемкость 100 МВт·ч.



Возведение и подключение ТАЭС к энергосистеме осуществлялись в соответствии со специально разработанным техническим стандартом – T/CNESA 1205-2023, регламентирующим вопросы проектирования, строительства, подключения к сетям, эксплуатации и безопасности накопителей энергии данного типа.

Здание ТАЭС оборудовано нишами для хранения бетонных блоков, вес каждого – 24 т. Устройство накопителя поднимает блоки на высоту (фаза зарядки), а затем «сбрасывает» их вниз (фаза преобразования потенциальной и кинетической энергии в электрическую). Логистику перемещения блоков обеспечивает компьютерная система управления, оснащенная машинным зрением. КПД ТАЭС достигает 80 %, срок эксплуатации – 50 лет.

По мнению разработчиков, ТАЭС в Рудуне, расположенная в непосредственной близости от действующей ВЭС и объектов распределительной сети, может участвовать в балансировании энергосистемы. Станция включена в список демонстрационных проектов накопителей новых типов, опубликованный Национальным энергетическим управлением Китая. В будущем в стране планируют построить еще три ТАЭС суммарной энергоемкостью 2 ГВт·ч.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

Мороз Д.Р.,
к.т.н., доцент, заместитель Министра энергетики
Республики Беларусь

РУКОВОДИТЕЛЬ СРЕДНЕГО ЗВЕНА – ОСНОВНОЙ ПРОВОДНИК ИДЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ



Более 20 лет 28 апреля мировое сообщество отмечает Всемирный день охраны труда, учрежденный Международной организацией труда (МОТ). Его главная цель – привлечь внимание к масштабам проблемы несчастных случаев на производстве: по данным МОТ, количество погибающих на рабочем месте в день ежегодно увеличивается на 10 %. Эта дата является не только поводом напомнить людям о ценности их жизни, но и стимулом к совершенствованию деятельности в области охраны труда. Особая роль в этом процессе принадлежит руководителям среднего звена.

Сегодня руководитель – это лицо, направляющее и координирующее работу исполнителей, которые в обязательном порядке должны ему подчиняться и выполнять его требования. Но руководитель – это не только должность, но и профессия, а где-то даже призвание, которое требует специальной подготовки, навыков и личных качеств.

В условиях глубокого разделения труда от руководителя среднего звена требуется быть и высококлассным специалистом, и хорошим управленцем. Его задача – в рамках своих полномочий организовать деятельность подчиненных таким образом, чтобы добиться от ординарных людей неординарных результатов.

Руководители среднего звена управляют текущей деятельностью через исполнителей: устанавливают задания, осуществляют контроль, оценку и вознаграждение труда персонала, проводят мероприятия по совершенствованию организации и технологии производства, условий труда и быта, повышению производственной, технологической, трудовой дисциплины, соблюдению санитарных норм, поддерживают благоприятный

морально-психологический климат в коллективе, оказывают помощь подчиненным, а самое главное – организуют и обеспечивают безопасное выполнение работ, в том числе посредством личного примера и стимулирования.

Травматизм в энергетической отрасли и его основная причина

В 2023 году в организациях, входящих в систему Министерства энергетики, произошло 26 несчастных случаев на производстве, в которых пострадало 27 работников: 10 получили тяжелые травмы, 5 были смертельно травмированы. Одной из основных причин инцидентов явилось нарушение потерпевшими трудовой дисциплины и требований законодательства по охране труда. Этим были обусловлены 8 несчастных случаев, что составляет 24 % от их общего количества. За последние 5 лет указанная причина травматизма неизменно лидирует в этом отрицательном рейтинге.

Следует отметить, что более половины несчастных случаев в 2023 году

произошли тогда, когда руководители среднего звена, ответственные за безопасное производство работ, находились в непосредственной близости от места происшествия либо рядом с пострадавшими.

Количество случаев производственных и бытовых травм, выявляемых нарушений не снижается. В связи с этим заметно – на 30,6 % по отрасли – вырос коэффициент небезопасного поведения персонала, что свидетельствует о недостаточности проводимой на местах работы по внедрению Концепции нулевого травматизма и переориентации персонала на повышение ответственности за личную безопасность.

Особый статус руководителя среднего звена

Большую часть рабочего времени руководители среднего звена проводят с работниками энергосистемы, слабые и сильные стороны которых знают не понаслышке. Как следствие, на них ложится вся тяжесть повседневного управления персоналом.

Поэтому сегодня повышение эффективности профилактики производственного травматизма должно достигаться за счет усиления роли, авторитета и сознательности руководителей среднего звена. А с этим бывают проблемы.

В большинстве случаев руководитель среднего звена назначается из числа членов коллектива, в котором он вырос и воспитывался. Вчера он был один из них, а сегодня руководит своими коллегами. Это создает определенную проблему. Представим два берега, на одном из которых работники, а на другом – руководство предприятия. Когда мы назначаем руководителя среднего звена, сотрудники очень быстро понимают, что теперь их начальник должен оценивать, контролировать их, он может применять непопулярные методы, заставлять работать эффективнее, и тогда сотрудники стараются сразу от него дистанцироваться. И вот молодой руководитель отделяется от одного берега и устремляется к другому – а там вышестоящее руководство говорит, что он еще не совсем руководитель, пока он еще «не наш». Таким образом, он не пристает ни к одному берегу и начинает метаться. Парадокс заключается в том, что чаще всего такой руководитель возвращается назад, к работникам, и мы получаем управленца, который не реализует новые идеи безопасности, а становится «представителем коллектива» в рамках исполнительства, занимает конформистскую позицию.

Формирование кадрового резерва руководителей

В организациях отрасли сегодня много талантливых молодых работников, которые могут стать руководителями, но прежде им нужно получить необходимые компетенции. При назначении на должность они отвечают уже не за себя, а за все подразделение, бригаду и, соответственно, должны научиться планировать свою деятельность в качестве руководителя и деятельность подчиненных. Сюда входит умение ставить задачу, мотивировать сотрудников, при необходимости делегировать функции и действия, осуществлять контроль за работой подчиненных и своей собственной.

Неуспешность в роли руководителя достаточно легко может сломать хорошего сотрудника. Чтобы этого не произошло, достаточно применить простой подход. Во-первых, подготовкой руководителей среднего звена нужно заниматься заблаговременно. Претендент должен пройти множество стадий – от наставничества со стороны более опытных руководителей до обучения на семинарах, курсах, где он может получить соответствующие знания

СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА РУКОВОДИТЕЛЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

Эксперты считают, что эффективность работы по обеспечению производственной безопасности во многом обусловлена тремя ключевыми качествами личности руководителя.

Во-первых, он должен **быть образцом для подражания**, подавая личный пример и демонстрируя другим, как надо действовать. Лучший способ объяснить людям, что от них ожидается, это показать на собственном примере.

Во-вторых, он должен **мотивировать подчиненных**, создавая условия для их активного участия в решении вопросов охраны труда и вдохновляя на осознанные действия по развитию безопасности. Это важно, потому что истинная безопасность добровольна.

В-третьих, руководитель должен **развивать безопасность, брать на себя ответственность** за предотвращение травматизма и формирование безопасной среды, не перекладывая эту ответственность на других. При этом он должен выбирать оптимальный для конкретных условий производства подход к профилактике травматизма.

Важно понимать, что степень готовности персонала к вовлечению в деятельность по развитию безопасности в разных коллективах разная, и руководитель должен это учитывать и применять разные тактики поведения.

При **низком уровне культуры безопасности наиболее эффективны директивное руководство, обучение и контроль**. Руководителю следует в первую очередь убедить работников в необходимости соблюдения требований безопасности, следования правилам и инструкциям, сбалансированно применяя метод «кнута и пряника».

Если же **культура безопасности высокая** и является неотъемлемой частью повседневной практики коллектива, то особое значение приобретают **коммуникации и сотрудничество, а также нематериальная мотивация**. В этом случае руководитель в ходе общения с работниками должен доносить до них важность безопасности, разъяснять правила, рекомендации и требования, стимулировать обсуждение соответствующих тем на совещаниях, встречах и в целом повышать осведомленность персонала об опасностях.

Выбор правильных инструментов для развития безопасности в коллективе позволит последовательно устранять риски и решать системные проблемы в этой области.

и компетенции. Дальше работает метод проб и ошибок. Этот этап должен проходить под присмотром старшего коллеги, который может быстро дать обратную связь и не допустить закрепления этих ошибок.

Любой управленец среднего звена потенциально имеет возможность серьезного карьерного роста. Практически все руководители предприятий, филиалов, структурных подразделений аппаратов управления начинали с рядовых должностей и профессий, со временем становясь лучшими среди многих. Если популяризировать подобные примеры, у активных сотрудников будет желание продолжать карьерный рост на предприятии.

Роль управленцев
в обеспечении безопасности

В картине мира, пропагандируемой Министерством энергетики, именно руководители среднего звена являются для исполнителей проводниками идей, целей и ценностей безопасности, именно они переносят стратегическое видение в область практики и, наоборот, осуществляя обратную связь с коллективами, обобщают и масштабируют лучший опыт. И именно под их чутким руководством персонал должен безопасно выполнять работу в соответствии с идеологией всего объединения.

Чтобы руководитель среднего звена полноценно исполнял свои обязанности по обеспечению безопасности работников, ему необходимо развивать ряд личностных качеств. В первую очередь он должен завоевывать профессиональный авторитет – добиться, чтобы подчиненные не сомневались в правильности и справедливости его распоряжений и выполняли их с готовностью. Подчиненные должны видеть, что руководитель – человек дела.

Кроме того, управленец должен обладать чувством нового и желанием его внедрять. Он должен также стимулировать стремление к этому у подчиненных, помогать им развиваться и поддерживать новаторские идеи.

Наконец, руководитель должен уметь разбираться в людях и видеть, когда человек не может и не же-

ТАКТИКА РУКОВОДИТЕЛЯ по обеспечению безопасности в коллективах с разным уровнем культуры безопасности		
Роль руководителя	Директивное руководство, обучение и контроль	Коммуникации и сотрудничество
БЫТЬ ОБРАЗЦОМ ДЛЯ ПОДРА- ЖАНИЯ	ЛИНЕЙНЫЙ ОБХОД Посещение рабочих мест с целью контроля, мотивации, коррекции небезопасного поведения, оказания помощи в решении проблем	АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ Выход в цех для наблюдения за работой, связанной с риском, беседа с исполнителями о том, как сделать ее безопаснее
МОТИВИРОВАТЬ И ВОВЛЕКАТЬ	БЕСЕДА О БЕЗОПАСНОСТИ Вовлекающие беседы с работниками о безопасности: инструктаж перед началом работ, пятиминутка безопасности в начале каждой встречи, информирование о происшествиях на собраниях коллектива	ПРЯМОЙ РАЗГОВОР Модерируемые встречи для обсуждения проблем и рисков, устранения межфункциональных конфликтов, в которых принимают участие работники одного или нескольких смежных подразделений
РАЗВИВАТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ	РАССЛЕДОВАНИЕ ПРОИСШЕСТВИЙ Внутреннее расследование, направленное на поиск коренных причин и способов их устранения (аварии, отказы, тяжелые и смертельные травмы и т.п.)	АНАЛИЗ ПРОЦЕДУР Регулярно инициируемый поиск нереализованных рисков (расследования неслучившихся событий), а также обсуждение с персоналом вариаций и отклонений, возникающих при выполнении регулярных операций с целью сделать процесс более безопасным

лает работать, когда хочет работать, но пока не справляется с заданием, а когда работает не просто хорошо, но и прогрессивно. И в каждом случае руководителю необходимо подобрать особый «ключ» к каждому работнику.

Важно не упустить ситуацию и изменить негативную тенденцию роста производственного травматизма, складывающуюся в отрасли. Зна-

чимая роль в решении этой проблемы должна принадлежать руководителям среднего звена. Поэтому работу по подготовке управленцев данной категории нельзя откладывать на завтра, руководителями наших предприятий она должна активно проводиться уже сегодня.

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



РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ

Несмотря на автоматизацию и цифровизацию современных технологических систем, главным их звеном остается человек, а основным способом совершенствования таких систем – повышение эффективности деятельности персонала, в первую очередь минимизация ошибочных действий с его стороны. Так как охрана труда, развитие культуры безопасности на предприятиях находятся в ряду важных социально-экономических задач, актуальным является изучение роли человеческого фактора в обеспечении безопасности производственного процесса.

Жизнь человека, особенно его трудовая деятельность, не может быть окончательно рационализирована, всегда остается иррациональный элемент, обусловленный особенностями человеческого мышления и поведения. Практика свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма зачастую лежат организационно-психологические причины, в том числе:

- низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности;
- недостаточное воспитание культуры безопасности;
- слабая установка работника на соблюдение требований безопасности;
- допуск к опасным видам работ неподготовленных лиц;
- высокая утомляемость;
- неудовлетворительное психофизиологическое состояние человека.

За последние годы значительно возрос интерес к психологической науке и ее отдельным направлениям, ориентированным на изучение проблемы взаимодействия человека и техники. К последним относятся психология труда, психология управления, психофизиология. Изучение этих дисциплин помогает лучше понимать людей, учитывать их психические состояния, видеть сильные и слабые стороны, выяснять, как и почему возникают те или иные особенности личности, отслеживать психофизиологические риски для участников трудового

процесса, влияющие на соблюдение ими требований безопасности.

Важно понимать, что травмоопасное поведение может быть свойственно даже хорошо обученному и мотивированному работнику в случае, если его личностные и психофизиологические особенности не соответствуют требованиям выполняемой профессиональной деятельности.

Личностные особенности

На основании исследований доктора психологических наук М.А. Котика выявлены черты работника, «отлично защищенного» от несчастных случаев: у него лучше по сравнению с остальными состояние здоровья, больше удовлетворенность своим трудом. Хорошие условия труда он ценит выше, чем заработную плату и другие преимущества, к мероприятиям по безопасности труда относится положительно, при этом более критичен в оценке работы службы охраны труда.

«Плохо защищенный» от несчастных случаев работник отличается противоположными характеристиками: у него хуже здоровье и настроение, он быстрее устает, затрачивает больше усилий, чтобы работать безаварийно, более чувствителен к трудностям и нарушениям межличностных отношений. Боязнь получить повреждение мешает

такому работнику выполнять работу качественно и безопасно. Его отношение к вопросам безопасности труда противоречиво: с одной стороны, он чаще остальных отмечает недостатки в организации труда, с другой – выражает неверие в пользу мероприятий по безопасности, нежелание обсуждать эту тему, бывать на лекциях. При высокой критичности к руководству его отличает малая критичность к собственным поступкам.

Психофизиологические особенности

Психофизиологические особенности работника относятся к субъективным факторам, влияющим на эффективность производственной деятельности. С ними тесно связаны психофизиологические риски – вероятность возникновения у человека негативных психофизиологических состояний, которые появляются вследствие воздействия на него факторов профессиональной деятельности и влияют на работоспособность и производительность труда.

Успешному выполнению работниками профессиональных действий с соблюдением требований безопасности способствует состояние умеренного напряжения (оптимальной работоспособности). Это нормальное рабочее состояние, которое возникает

под мобилизирующим влиянием трудовой деятельности, сопровождается умеренным изменением физиологических реакций организма, проявляется в хорошем самочувствии, стабильном и уверенном выполнении действий.

Умеренное напряжение соответствует работе в оптимальном режиме, который подразумевает комфортные условия при нормальном функционировании технических устройств. Промежуточные и конечные цели труда в таких условиях достигаются при невысоких нервно-психических затратах. Как следствие, длительно сохраняется работоспособность, отсутствуют грубые нарушения, ошибочные действия, отказы, срывы и т.п.

Находясь в состоянии умеренного напряжения при выполнении поставленной задачи, работник способен:

- распознать опасность и оценить ее степень;
- принять решение о необходимости определенных действий в целях устранения угрозы и сохранения здоровья и жизни;
- выполнить необходимые действия.

Успешность выполнения профессиональных действий даже при условии соблюдения требований безопасности снижается, если человек находится в состоянии повышенного напряжения, резко выходящего за пределы физиологической нормы. К состояниям повышенного напряжения относятся монотония, политония, физическое, эмоциональное, мотивационное напряжение, напряжение ожидания.

Так, при длительном выполнении однотипных действий у работников может наблюдаться *монотония* – психическое напряжение, вызванное однообразием деятельности, невозможностью переключения внимания. В данном случае работник испытывает скуку, равнодушие, происходит снижение показателей восприятия и внимания. И наоборот, в условиях многозадачности возникает *политония* – психическое напряжение, вызванное необходимостью частых переключений внимания в неожиданных для человека направлениях.

Физическое напряжение организма обусловлено повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека или длительной статической позой. В свою очередь, *эмоциональное напряжение* может быть вызвано конфликтными условиями работы, по-

Таблица 1. Индикаторы психофизиологических рисков, выявляемые с помощью наблюдения за работником

Внешние проявления	Индикаторы психофизиологических рисков
Мимика, выражение лица	Фиксируется преобладающая эмоция (гнев, страх, безразличие, тревога и пр.) и/или отдельные особенности мимики: работник часто моргает, кусает губы, напрягает жевательные мышцы, подергивает головой, жмурится, широко раскрывает глаза или рот. Наблюдается выражение испуга, недоумения, бегающий или расфокусированный взгляд (смотрит как бы мимо собеседника)
Пантомимика (жестикуляция)	Работник постоянно дергает и размахивает руками, суетливо проверяет состояние инструментов, сжимает руки в кулаки, постоянно их потирает, закрывает ими часть лица
Двигательная активность	Наблюдается мышечное напряжение (зажимы рукояток инструментов, скованность позы и движений), неточная дозировка прилагаемых усилий, тремор, мышечная слабость («ватные» мышцы)
Вегетативные проявления	Характерны быстрые изменения цвета кожных покровов (побледнение/покраснение), повышенная потливость, тремор рук или век, учащенное дыхание (до 50–60 колебаний в минуту) или сердцебиение (до 150–180 ударов в минуту)
Устная речь	Работник многократно просит повторить рабочую информацию, не способен объяснить свои действия, неверно проговаривает последовательность операций, отвечает на вопросы скупой или многословно, излишне детализированно, эмоционально, темп речи замедленный, с паузами между словами (либо слова «набегают» друг на друга), голос дрожит
Групповое взаимодействие	Работник демонстрирует замкнутость, изолированность от других, отказ взаимодействовать в коллективе, конфликтность, чувствительность или безразличие к оценкам коллег, неадекватную реакцию на мнение окружающих

вышенной вероятностью аварийной ситуации. Под влиянием обиды, тревоги, испуга, неудачи могут возникать состояния, которые называют аффективными. В состоянии аффекта развивается сужение осознания и возможны ошибки в трудовой деятельности. *Мотивационное напряжение* связано с борьбой внутренних побуждений, выбором критериев для принятия решения, *напряжение ожидания* – с необходимостью поддерживать рабочие функции в отсутствие деятельности, в ожидании предполагаемой опасности, нештатной ситуации.

Состояния повышенного напряжения психофизиологических функций могут проявляться в общей дезорганизации поведения, появлении лишних, неоправданных действий, нарушении последовательности операций.

Находясь длительное время в состоянии повышенного напряжения, работник ощущает утомление (снижение общей работоспособности), при котором:

- нарушаются восприятие, внимание, память, мышление;
- снижается скорость зрительных и двигательных реакций, нарушается координация движений;
- повышается раздражительность, возникают негативные эмоции;

- снижается мотивация к труду, могут проявляться неприемлемые формы поведения.

Следует отметить, что снижение работоспособности чаще всего наблюдается при низком уровне тренированности. Поэтому тренировки являются хорошей профилактической мерой против состояний повышенного напряжения.

Индикаторы психофизиологических рисков

Проявления описанных выше психофизиологических состояний можно определить по наблюдаемым у работников поведенческим особенностям с помощью качественного и количественного анализа результативности профессиональной деятельности, включающего оценку производительности труда, хронометраж рабочего времени, анализ ошибок и неправильных действий.

О состоянии повышенного напряжения психофизиологических функций можно судить по внешним эмоционально-волевым проявлениям (анализ мимики и пантомимики, речевого поведения и вегетативных проявлений работника, взаимодействия в группе). Индикаторы психофизиологических рисков, выявля-

Таблица 2. Оценка состояния психофизиологических функций по методике САН

Типовая карта методики САН										Обработка данных
1.	Самочувствие хорошее	3	2	1	0	1	2	3	Самочувствие плохое	При подсчете крайняя степень выраженности негативного полюса пары оценивается в 1 балл, позитивного полюса – в 7 баллов.
2.	Чувствую себя сильным	3	2	1	0	1	2	3	Чувствую себя слабым	
3.	Пассивный	3	2	1	0	1	2	3	Активный	При этом нужно учитывать, что полюса шкал постоянно меняются, но положительные состояния всегда получают высокие баллы, а отрицательные – низкие.
4.	Малоподвижный	3	2	1	0	1	2	3	Подвижный	
5.	Веселый	3	2	1	0	1	2	3	Грустный	Полученные баллы делятся в соответствии с ключом на три категории, и подсчитывается количество баллов в каждой из них: 1) самочувствие – сумма баллов по шкалам: 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26; 2) активность – сумма баллов по шкалам: 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28; 3) настроение – сумма баллов по шкалам: 5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30.
6.	Хорошее настроение	3	2	1	0	1	2	3	Плохое настроение	
7.	Работоспособный	3	2	1	0	1	2	3	Разбитый	Результаты по каждой категории делятся на 10. Средний балл шкалы равен 4. Оценки выше 4 баллов свидетельствуют о благоприятном состоянии испытуемого, ниже 4 – о неблагоприятном состоянии. Нормальные оценки состояния располагаются в диапазоне 5–5,5 балла.
8.	Полный сил	3	2	1	0	1	2	3	Обессиленный	
9.	Медлительный	3	2	1	0	1	2	3	Быстрый	Следует учесть, что при анализе функционального состояния важны не только значения отдельных показателей, но и их соотношение.
10.	Бездеятельный	3	2	1	0	1	2	3	Деятельный	
11.	Счастливый	3	2	1	0	1	2	3	Несчастный	Если человек не переутомлен, то оценки активности, настроения и самочувствия у него чаще всего совпадают. Нарастание усталости меняет соотношение между этими показателями из-за того, что самочувствие и активность падают по сравнению с настроением
12.	Жизнерадостный	3	2	1	0	1	2	3	Мрачный	
13.	Напряженный	3	2	1	0	1	2	3	Расслабленный	
14.	Здоровый	3	2	1	0	1	2	3	Больной	
15.	Безучастный	3	2	1	0	1	2	3	Увлеченный	
16.	Равнодушный	3	2	1	0	1	2	3	Взволнованный	
17.	Восторженный	3	2	1	0	1	2	3	Унылый	
18.	Радостный	3	2	1	0	1	2	3	Печальный	
19.	Отдохнувший	3	2	1	0	1	2	3	Усталый	
20.	Свежий	3	2	1	0	1	2	3	Изнуренный	
21.	Сонливый	3	2	1	0	1	2	3	Возбужденный	
22.	Желание отдохнуть	3	2	1	0	1	2	3	Желание работать	
23.	Спокойный	3	2	1	0	1	2	3	Озабоченный	
24.	Оптимистичный	3	2	1	0	1	2	3	Пессимистичный	
25.	Выносливый	3	2	1	0	1	2	3	Утомляемый	
26.	Бодрый	3	2	1	0	1	2	3	Вялый	
27.	Соображать трудно	3	2	1	0	1	2	3	Соображать легко	
28.	Рассеянный	3	2	1	0	1	2	3	Внимательный	
29.	Полный надежд	3	2	1	0	1	2	3	Разочарованный	
30.	Довольный	3	2	1	0	1	2	3	Недовольный	

емые с помощью наблюдения за работником, приведены в таблице 1.

Для оценки состояния психофизиологических функций, влияющих на соблюдение требований безопасности, доктор медицинских наук А.А. Талалаев рекомендует использовать психологические экспресс-методики, в частности методику САН. По его мнению, данная методика – очень чуткий инструмент определения динамики работоспособности, при этом она не требует специальной аппаратуры и достаточно проста.

Методика предназначена для субъективной оценки самочувствия (С), активности (А) и настроения (Н). Она была предложена учеными Первого

Московского государственного медицинского института имени И.М. Сеченова в 1970-х годах. В группу разработчиков входили В.А. Доскин, Н.А. Лаврентьева, В.Б. Шарай и М.П. Мирошников.

Испытуемому предлагается описать свое состояние в данный момент с помощью таблицы, содержащей 30 пар полярных признаков. Необходимо в каждой паре выбрать ту характеристику, которая наиболее точно описывает текущее состояние человека, и отметить цифру, соответствующую степени выраженности данной характеристики. Методика и интерпретация данных представлены в таблице 2. В интернете каждый может пройти тест по экспресс-методике САН онлайн.

К подобным субъективным оценкам принято относиться с некоторым недоверием. По этому поводу уместно вспомнить слова выдающегося физиолога, академика А.А. Ухтомского: «Так называемые субъективные показатели столь же объективны, как и всякие другие... За всякими субъективными переживаниями кроются физико-химические события в организме».

Заключение

Психофизиологическое состояние человека оказывает влияние на качество выполнения работ и соблюдение требований безопасности. Важно своевременно оценивать, учитывать и контролировать личные психофизиологические качества работников, такие как свойства внимания (концентрация, переключаемость), мышечная быстрота реагирования (ловкость и точность движений), эмоциональная стабильность, уровень работоспособности и утомляемости, нормативность поведения.

Психофизиологические риски можно минимизировать и предупредить за счет строгой координированности производственного процесса, четкости распределения обязанностей, ответственности, прав, совершенствования системы мотивации и контроля. Управление психофизиологическим состоянием работников является важным методом управления профессиональными рисками при выполнении работ повышенной опасности.

Поддержанию устойчивости профессиональных алгоритмов действий персонала способствует проведение качественной внутрипроизводственной специальной подготовки. На психофизиологические возможности работающего также положительно влияют здоровый образ жизни, рациональный режим труда и отдыха, использование на рабочих местах спортивных тренажеров и комнат разгрузки, психологические занятия.

О.М. ЛУГОВСКАЯ,
к.ф.-м.н., начальник Департамента по
ядерной и радиационной безопасности
Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Беларусь
(Госатомнадзора)



ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

14 октября 2023 года вступил в силу ряд документов, относящихся к отрасли права «Законодательство о ядерной и радиационной безопасности» согласно Единому правовому классификатору Республики Беларусь. В их числе – Основные направления проведения единой государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Документ был разработан Госатомнадзором совместно с заинтересованными органами госуправления и утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.08.2023 № 535. В документе изложены основополагающие принципы обеспечения ядерной и радиационной безопасности в стране и направления деятельности по их реализации.

Основные направления проведения единой государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности (далее – Основные направления) имеют ключевое значение для национального ядерного права. Документ учитывает опыт, наработанный в нашей стране в ходе реализации первой ядерной энергетической программы, современные международные подходы, рекомендации и предложения оценочных миссий МАГАТЭ, а также выводы договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности в отношении Республики Беларусь.

До разработки Основных направлений положения, определяющие национальную политику в области ядерной и радиационной безопасности, содержались в нескольких документах, включая:

- законы Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии» от 30.07.2008 № 426-3 и «О радиационной безопасности населения» от 05.01.1998 № 122-3 (отменены с вступлением в силу законов «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии» от 10.10.2022 № 208-3 и «О радиационной безопасности» от 18.06.2019 № 198-3 соответственно);

- Положение о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения, утвержденное Указом Президента Республики Беларусь от 05.04.2021 № 137.

Новый документ консолидировал и закрепил совокупность основополагающих принципов обеспечения безопасности и определил ключевые направления деятельности по их реализации.

Принципы обеспечения безопасности и направления деятельности по их реализации

В Основных направлениях закреплено, что Республика Беларусь придерживается 10 основополагающих принципов обеспечения ядерной и радиационной безопасности (далее – безопасность). Рассмотрим эти принципы и законодательную основу их реализации на практике.

1. Ответственность за обеспечение безопасности. Ответственность за обеспечение безопасности несут эксплуатирующие организации, пользователи источников ионизирующего излучения (ИИИ), а также иные

организации, осуществляющие деятельность, связанную с радиационным риском – вероятностью возникновения у человека или его потомства вредного эффекта в результате облучения. Вопросы ответственности являются ключевыми.

Эксплуатирующая организация, получившая лицензию на эксплуатацию установки или осуществление деятельности, связанных с ИИИ (далее – установки и деятельность), несет ответственность:

- за установление и поддержание необходимого уровня компетенций;
- установление процедур и обеспечение безопасности при любых условиях;
- подтверждение пригодности проекта и соответствующего качества установки и деятельности, а также связанного с ними оборудования;
- обеспечение безопасного контроля за всеми радиоактивными материалами (используемыми, производимыми, храняемыми и транспортируемыми);
- обеспечение безопасности обращения со всеми производимыми РАО.

Ответственность должна реализовываться согласно заявленным целям безопасности и регулирующим требованиям, а их выполнение – за счет

внедрения интегрированной системы управления в целях безопасности.

Принцип 1 подразумевает, что ответственный обязан самостоятельно принимать решения, влияющие на безопасность. Эксплуатирующая организация несет все полноту ответственности за безопасность, которая не может быть никому делегирована.

Эти требования зафиксированы в статье 35 Закона № 208-3. Положения статьи касаются мероприятий эксплуатирующей организации не только по обеспечению безопасности ядерной установки и (или) пункта хранения (захоронения), но и по постоянному повышению безопасности.

2. Роль государства. В стране должна быть создана правовая и институциональная структуры, обеспечивающие регулирование установок и деятельности и строгое закрепление ответственности. Должны быть приняты (в пределах национальной правовой системы) законодательство, регулирующие положения, другие нормативные документы и меры, необходимые для эффективного выполнения государством всех его национальных и международных обязательств и для учреждения независимого регулирующего органа.

Государство должно обеспечивать принятие мер по подготовке программ действий по снижению радиационных рисков, включая действия в чрезвычайных ситуациях, по контролю за выбросами радиоактивных веществ в окружающую среду и за захоронением радиоактивных отходов (РАО). Среди прочего эти меры должны обеспечивать контроль за теми источниками радиации, за которые никакая организация не несет ответственности (например, естественные источники, не находящиеся под контролем).

Регулирующий орган должен:

- иметь адекватные правовые полномочия, технические и организаторские компетенции, людские и финансовые ресурсы для выполнения своих обязанностей;
- быть независимым от обладателей лицензий и от любых других органов, чтобы быть свободным от любого давления заинтересованных сторон;
- устанавливать и использовать соответствующие средства информирования своих партнеров, общественности, других заинтересованных сторон об аспектах безопасности (включая

здоровье людей и состояние окружающей среды) установок и деятельности, о регулирующих процессах.

В Беларуси государство в лице Президента, Правительства, иных государственных органов обеспечивает нормативное правовое регулирование всех аспектов, связанных с защитой населения и охраной окружающей среды от радиационных рисков.

Госрегулирование в области обеспечения безопасности при использовании атомной энергии осуществляют МЧС в лице Госатомнадзора, Минздрав, Минприроды. Механизм независимого принятия данными органами решений по вопросам безопасности закреплен в Законе № 208-3: в статьях 2, 4, 7, главе 3 и др. Зафиксировано, что Госатомнадзор выполняет функции регулирующего органа в данной области согласно статьям 7 и 8 Конвенции о ядерной безопасности от 17.06.1994 и статьям 19 и 20 Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами от 05.09.1997.

Статья 20 Закона № 208-3 устанавливает права и полномочия государственных инспекторов по ядерной и радиационной безопасности при осуществлении ими надзорных мероприятий. Определено, что Главным государственным инспектором Республики Беларусь по ядерной и радиационной безопасности является начальник Госатомнадзора. Он имеет право выдачи обязательных для исполнения предписаний по обеспечению безопасности руководителям местных исполнительных и распорядительных органов, на территории которых находится объект использования атомной энергии. Решения, действия государственных инспекторов Республики Беларусь могут быть обжалованы в судебном порядке, но обжалование не приостанавливает их исполнение.

3. Руководство и управление в интересах обеспечения безопасности. Согласно этому принципу руководство вопросами безопасности должны осуществлять лица, занимающие самые высокие должности в организации. Безопасность должна обеспечиваться и поддерживаться с помощью эффективной системы управления. Эта система должна включать все элементы управления, необходимые, чтобы:

- требования безопасности устанавливались и применялись согласованно с другими требованиями, в том числе в отношении действий персонала, качества и физической безопасности;
- другие требования или задачи не выполнялись в ущерб безопасности.

Наряду с этим система управления должна обеспечивать формирование культуры безопасности, регулярное проведение оценки показателей безопасности и использование уроков, извлеченных из опыта.

Соответствующее требование закреплено в статьях 35 и 50 Закона № 208-3.

Принцип 3 реализуется в Беларуси через создание интегрированной системы управления как в регулирующем органе, так и в организациях-операторах, деятельность которых связана с использованием атомной энергии, объектами ядерного наследия, радиационными объектами, ИИИ, РАО, ЯМ.

4. Обоснование безопасности деятельности. Эксплуатация установок и деятельность признаются обоснованными, если приносимые ими положительные результаты перевешивают радиационные риски. При этом необходимо учитывать все важные последствия эксплуатации установок и деятельности. Во многих случаях решения по вопросу о положительных результатах и риске принимаются на самом высоком уровне управления, примером чего является решение государства о начале осуществления ядерной энергетической программы. В других случаях обоснованность может определить регулирующий орган.

На территории Беларуси не допускаются любые виды деятельности на объектах использования атомной энергии, объектах ядерного наследия и радиационных объектах, а также деятельности с ИИИ, РАО и ЯМ, если безопасность такой деятельности не обоснована. Разрешение на деятельность выдается в виде лицензии. В рамках лицензионного процесса Госатомнадзор проводит оценку безопасности, а при необходимости – ее экспертизу с привлечением специалистов для определения соответствия заявляемой деятельности установленным требованиям.

Принцип 4 закреплен Законом № 208-3 и Указом № 137. Законом определяется порядок лицензиро-

вания деятельности, а Указ регулирует отношения в этой сфере.

5. Оптимизация защиты. Меры по обеспечению безопасности, которые применяются в отношении установок и деятельности, считаются оптимизированными, если они обеспечивают наивысший реально достижимый уровень безопасности на протяжении всего жизненного цикла установок (или всего срока деятельности) без неоправданного ограничения их использования.

Чтобы определить, действительно ли радиационные риски низки настолько, насколько это возможно, все риски (как для нормального режима, так и для штатных или аварийных ситуаций) должны пройти оценку до начала эксплуатации и периодически оцениваться в последующем на протяжении всего жизненного цикла установок и всего срока деятельности.

Для оптимизации защиты необходимо учитывать различные факторы, включая число лиц, которые могут подвергаться облучению, вероятность такого облучения, его возможные дозы, а также экономические, социальные и экологические факторы.

Ресурсы, выделяемые лицензиатом на обеспечение безопасности, сфера действия и строгость правил и их применения должны быть соразмерны масштабам радиационных рисков и возможности их контролировать.

6. Ограничение рисков в отношении физических лиц. Обоснование и оптимизация защиты сами по себе не гарантируют, что ни одно физическое лицо не будет подвергаться риску нанесения вреда. Важно не допускать ситуаций, когда такой риск окажется неприемлемым даже для одного физического лица. В этих целях должна функционировать система контроля таких рисков, включая оценку получаемых доз облучения.

7. Защита нынешнего и будущих поколений. Население и окружающая среда должны быть защищены от радиационных рисков как в настоящем, так и в будущем. При определении адекватности мер по контролю этих рисков необходимо понимать, что они могут выходить за пределы национальных границ и сохраняться в течение длительного времени, и учитывать возможные последствия нынешних действий в ближайшей и отдаленной перспективе. Это в том числе касается РАО. Обращение с ними

должно быть организовано таким образом, чтобы не создавать неоправданных проблем для потомков, то есть поколения, производящие отходы, должны изыскивать и применять рациональные и экологичные методы долгосрочного обращения с ними. Обращение РАО должно сводиться к минимальному практически возможному уровню за счет заложенных в проект мер и процедур, таких как вторичная переработка и повторное использование материала.

Принципы 5–7 реализуются в Беларуси через систему требований к эксплуатирующим организациям, пользователям ИИИ, к обеспечению безопасности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, а также через контроль их исполнения со стороны регулирующих органов.

8. Предотвращение аварий. Для предотвращения и смягчения вредных последствий вероятных ядерных или радиационных аварий должны предприниматься все практически возможные меры.

Потенциально наибольший вред может нанести утрата контроля за активной зоной реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником или другим источником излучения. Поэтому для обеспечения крайне низкой вероятности аварий с вредными последствиями необходимо предпринимать меры по предотвращению отказов или штатных ситуаций, которые могли бы привести к такой утрате контроля; негативного развития любых таких отказов или штатных ситуаций в случае их возникновения; утери радиоактивного источника (другого источника излучения) или утраты контроля над ними.

Главным средством предотвращения и смягчения последствий аварий является глубоководное зонирование защиты. Она обеспечивается сочетанием ряда последовательных и независимых уровней защиты. Если происходит отказ одного уровня или преодоление одного барьера на пути потенциального поступления радиоактивных веществ в окружающую среду, вступает в действие следующий уровень (барьер). При надлежащей организации такая защита обеспечивает невозможность (крайнюю маловероятность) того, что какой-либо одиночный тех-

нический, человеческий или организационный отказ приведет к вредному воздействию или что возникнет сочетание отказов, способное привести к существенному вреду.

9. Аварийная готовность и реагирование. В случае ядерных или радиационных аварий принимаются заранее запланированные меры по аварийному реагированию. Главные цели обеспечения готовности и реагирования в таких ситуациях состоят в следующем:

- разрабатываются меры по эффективному реагированию на любую такую аварийную ситуацию на месте событий, а в случае необходимости – на местном, региональном, национальном и международном уровне;
- при достаточно предсказуемых инцидентах обеспечивается незначительность радиационных рисков;
- при любых инцидентах принимаются практические меры по смягчению их последствий для жизни и здоровья людей и для окружающей среды.

Принципы 8 и 9 закреплены в законах № 208-3 и № 198-3, а также в системе требований к организации деятельности и обеспечению аварийной готовности и аварийного реагирования как на уровне субъектов хозяйствования, так и на уровне органов госуправления.

10. Защитные меры по уменьшению имеющихся или нерегулируемых радиационных рисков. Радиационные риски могут возникать в ситуациях, не связанных с установками и деятельностью, в отношении которых действует регулирующий контроль. Если при этом радиационные риски слишком высоки, следует определить, могут ли реально быть предприняты защитные меры по уменьшению облучения и преодолению неблагоприятных условий. В ситуациях существующего и аварийного облучения такие меры необходимо обосновывать и оптимизировать.

Первый тип ситуации возникновения радиационного риска связан с радиацией природного происхождения. Например, к таким ситуациям относится облучение газом радоном в жилых помещениях и на рабочих местах, и в этом случае при необходимости могут быть предприняты меры по исправлению положения. Вместе с тем во многих ситуациях мало что может

быть практически сделано для уменьшения облучения природными источниками радиации.

Второй тип ситуации связан с облучением в результате деятельности человека, которая осуществлялась в прошлом и в отношении которой регулирующий контроль никогда не действовал или действовал менее жесткий режим контроля.

Третий тип ситуации связан с защитными мерами, в том числе восстановительными, которые принимаются после неконтролируемого выброса радионуклидов в окружающую среду (для нашей страны это актуально в контексте последствий аварии на Чернобыльской АЭС).

Во всех ситуациях каждая из защитных мер предполагает экономические, социальные и возможные экологические издержки и может быть связана с некоторыми радиационными рисками (например, в отношении работников, осуществляющих эти меры). Обоснованными защитные меры считаются только в том случае, если они приносят существенные положительные результаты, которые перевешивают радиационные риски и другие негативные аспекты. В связи с этим защитные меры должны быть оптимизированы, чтобы приносить максимальные положительные результаты, реально достижимые с учетом издержек.

Реализация принципа 10 регулируется Законом № 198-З, а также Законом Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» от 26.05.2012 № 385-З (в редакции от 30.12.2022).

Перспективные действия по конкретным направлениям

В Основных направлениях констатируется, что в Беларуси создана и поддерживается надежная правовая и регулирующая основа для обеспечения радиационной защиты населения и окружающей среды. Принимаются меры по обеспечению радиационной безопасности и защиты населения и окружающей среды, объектов ядерного наследия без неоправданного ограничения эксплуатации объектов использования атомной энергии и ИИИ или осуществления видов де-

ятельности, связанных с радиационным риском.

Документом также обозначены перспективные действия по ряду компонентов системы ядерной и радиационной безопасности. В качестве примера ниже приводится перечень таких действий в отношении радиационной защиты. Республика Беларусь привержена дальнейшему совершенствованию мероприятий по радиационной защите человека и окружающей среды, включая обеспечение безопасности объектов ядерного наследия, в том числе путем следующих действий:

- совершенствование и актуализация законодательства в области ядерной и радиационной безопасности;
- обеспечение дифференцированного подхода к надзору (применение регулирующих требований должно быть соразмерно радиационным рискам, связанным с ситуацией облучения);
- создание механизмов, направленных на обеспечение заинтересованными госорганами и организациями непрерывного анализа радиационного воздействия на человека и окружающую среду;
- развитие системы радиационного контроля, радиационного и радиационно-гигиенического мониторинга и создание новых эффективных механизмов ее функционирования;
- оценка регулирующими органами воздействия на население и окружающую среду при эксплуатации объектов использования атомной энергии и радиационных объектов;
- оценка радиационной защиты населения и персонала;
- выдача официальных разрешений (лицензий, санитарных паспортов на право работы с ИИИ) в процессе регулирования и лицензирования деятельности в области использования атомной энергии и ИИИ на основании результатов оценки безопасности;
- совершенствование материально-технического лабораторного обеспечения для эффективного контроля за дозами облучения персонала и населения, радиационного и радиационно-гигиенического мониторинга;
- совершенствование регулирующей основы и системы контроля за выбросами и сбросами радиоактивных веществ в окружающую среду;
- сохранение достигнутого уровня радиационной защиты населения в ситуациях существующего облучения,

а также населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС;

- разработка концепции сохранения объектов ядерного наследия и управления ими в целях обеспечения безопасности и др.

Аналогичным образом в документе описаны и другие направления, в том числе: развитие правовой базы; подготовка кадров и развитие компетенций; экспертная и техническая поддержка; культура безопасности; перевозка ядерных и радиоактивных материалов; обращение с РАО; аварийная готовность и реагирование на ядерные и радиационные аварии; участие в глобальном режиме ядерной безопасности; прозрачность и открытость.

В условиях эксплуатации Белорусской АЭС, развития и появления новых ядерных и радиационных технологий, консолидации ядерного права видится целесообразным создать единый инструмент развития этой сферы. Таким инструментом могла бы стать государственная программа в области ядерной и радиационной безопасности, включающая мероприятия по обеспечению радиационной безопасности на загрязненных территориях, управлению объектами ядерного наследия, развитию в стране систем радиационного контроля и мониторинга, инфраструктуры обращения с РАО (с учетом сооружения пункта захоронения), обеспечению устойчивой и безопасной работы АЭС, совершенствованию регулирующей деятельности, включая непрерывное развитие кадрового и научно-технического потенциала.

Заключение

Реализация Основных направлений проведения единой государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности должна обеспечить развитие и функционирование в Республике Беларусь действенной инфраструктуры безопасности и в конечном итоге – защиту жизни, здоровья, прав и законных интересов граждан, охрану окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения в долгосрочной перспективе.

О.Б. ГУРКО,
к.т.н., ведущий научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

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

И.А. РЫМАРЧИК,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси

Т.Н. КОРБУТ,
к.т.н., зам. генерального директора по науке
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

Л.Г. ЛУКАШЕВИЧ,
старший научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси

КУЛЬТУРА ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ввод второго энергоблока Белорусской АЭС состоялся в условиях геополитической напряженности и значительных внешних рисков. Поэтому сегодня приоритетом на всех уровнях является обеспечение ядерной безопасности. Различают понятия «ядерная безопасность» и «физическая ядерная безопасность». При их обеспечении одинаково принимается в расчет риск непреднамеренной ошибки человека, однако в случае физической ядерной безопасности дополнительно учитываются умышленные действия, имеющие целью причинение ущерба. В связи с этим самостоятельное значение приобретает культура физической ядерной безопасности. В сравнении с культурой безопасности в общем, она требует особого отношения и поведения, включающего соблюдение требований к конфиденциальности информации и применение мер по сдерживанию злоумышленных действий.

Часть 1

Понятие культуры физической ядерной безопасности

Под культурой физической ядерной безопасности (далее – культура физической безопасности) понимается совокупность характеристик, психологических установок и форм поведения людей, организаций и учреждений, благодаря которым поддерживается и повышается физическая ядерная безопасность (ФЯБ) [1]. Культура физической безопасности (КФБ) предусматривает обеспечение личной приверженности и ответственности, а также понимания со стороны всех лиц, участвующих в любой деятельности, которая имеет отношение к ФЯБ и деятельности в области использования атомной энергии.

Формирование и внедрение КФБ в соответствующих организациях вытекает из основополагающих принципов Поправки к Конвенции о физической защите ядерного материала от 26.10.1979 [2], ратифицированной Законом Республики Беларусь от 05.05.2023

№ 265-3 [3], а также из целей и задач режима ФЯБ [4].

Так, Поправкой [2] установлено: «Всеим организациям, занимающимся вопросами осуществления физической защиты, следует уделять должное внимание культуре физической безопасности, ее развитию и поддержанию как необходимым факторам для ее эффективного осуществления во всей организации» (Основополагающий принцип F. Культура физической безопасности). Кодексом поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников МАГАТЭ [5] закреплён основной принцип 7 (b): «Каждому государству

в целях защиты физических лиц, общества и окружающей среды следует принимать соответствующие меры, необходимые для обеспечения... содействия развитию культуры безопасности и культуры сохранности (культуры физической безопасности) в отношении радиоактивных источников».

Эти положения обеспечивают основу для разработки четкой концепции КФБ и подходов к ее формированию и поддержанию. Подробно элементы ФЯБ описаны в [6].

Угрозы ФЯБ связаны с приобретением и использованием преступниками или террористами в злоумышленных целях: ядерного оружия, ядерных

СПРАВОЧНО

Радиоактивные материалы – ядерные материалы согласно определению, приведенному в Конвенции о физической защите ядерного материала [7]; радиоактивные источники согласно определению, содержащемуся в Кодексе поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников [5]; радиоактивные вещества, которые содержат нуклиды, распадающиеся самопроизвольно (процесс, сопровождающийся испусканием ионизирующего излучения одного или нескольких видов, например альфа-излучение, бета-излучение, нейтронное излучение и гамма-излучение).

материалов для изготовления самодельных ядерных взрывных устройств и/или радиоактивных материалов (РМ) для создания радиологических рассеивающих и облучающих устройств, рассеяния РМ в результате совершения диверсии в отношении установок, в которых находится РМ, или в отношении такого материала в процессе перевозки.

Такие угрозы могут быть связаны с действиями внешнего/внутреннего нарушителя. Для того чтобы отдельные лица, организации и учреждения сохраняли бдительность и принимали устойчивые меры для предотвращения угроз диверсии или использования РМ в злоумышленных целях, а также для борьбы с этими угрозами и необходима высокая КФБ.

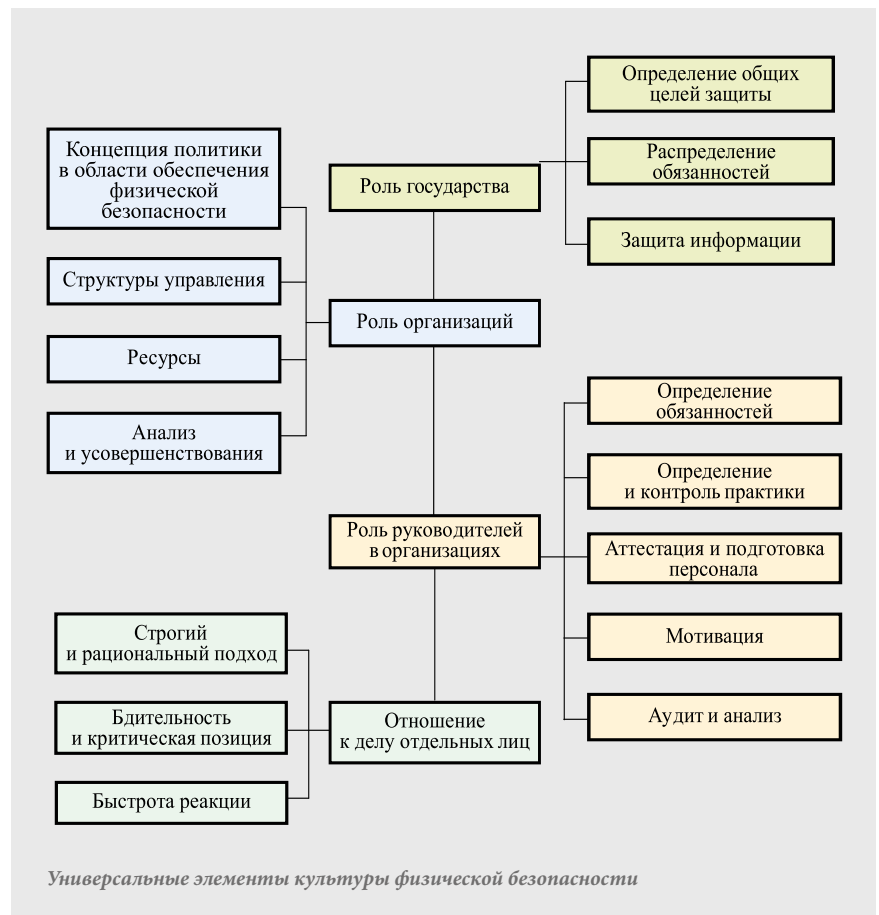
Режим физической ядерной безопасности и культура физической безопасности

Режим ФЯБ включает в себя целый ряд элементов и мероприятий, в том числе:

- законодательство и регулирование;
- сбор информации;
- оценку угрозы, имеющей отношение к РМ и связанным с ними местам их нахождения и установкам;
- административные системы;
- различные технические системы оборудования;
- механизмы реагирования и мероприятия по смягчению последствий;
- внедрение и поддержание КФБ.

Реализацию этих составляющих могут обеспечить только совместные усилия заинтересованных органов и эксплуатирующих организаций (операторов). Высокая КФБ зависит от надлежащего планирования, профессиональной подготовки, информированности, эксплуатации и технического обслуживания, а также от людей, планирующих, эксплуатирующих и обслуживающих системы обеспечения ФЯБ.

Если процедуры, требующиеся для эксплуатации и обслуживания даже хорошо спроектированной системы ФЯБ, являются неудовлетворительными или не соблюдаются операторами, то функционирование системы может ухудшиться. В ко-



нечном счете режим ФЯБ целиком сохраняет или теряет свою функциональность в результате поведения людей, имеющих к нему отношение, и их руководителей. Именно человеческому фактору прежде всего должно уделяться внимание при осуществлении любых мер по укреплению КФБ. Данный фактор, как правило, является причиной всех инцидентов, связанных с ФЯБ, а также нарушений в сфере деятельности, связанной с использованием РМ. Поэтому руководство и административное управление приобретают особо важное значение.

В число инцидентов и нарушений входят:

- преднамеренные злоумышленные действия;
- непреднамеренные ошибки персонала;
- эргономические проблемы, связанные с конструкцией и компоновкой программного обеспечения и аппаратных средств;
- неадекватные организационные процедуры и процессы;
- ошибки в управлении.

Индивидуальное понимание ролей и обязанностей и приверженность им,

стремление к постоянному совершенствованию и преданность делу административного руководства играют очень важную роль в обеспечении ФЯБ.

Элементы культуры физической безопасности

Формирование КФБ предполагает сотрудничество лиц, работающих в различных областях и организациях. Все организации, имеющие отношение к обеспечению ФЯБ, должны придерживаться государственной политики в данной области, разработанной в соответствии с законодательной и регулирующей основой государства. Руководители участвующих организаций призваны играть ключевую роль в укреплении КФБ посредством практики лидерства и менеджмента, которая включает мотивацию персонала и постоянное стремление к совершенствованию.

Результатом эффективного внедрения КФБ является применение всеми сотрудниками строгого и разумного подхода к физической защите, сохранение бдительности, критиче-

ская позиция, быстрое и корректное реагирование, если в нем возникнет необходимость. Универсальные элементы КФБ представлены на рисунке. Рассмотрим каждый элемент в отдельности.

Роль государства

Ответственность за создание, введение в действие и поддержание режима ФЯБ целиком возлагается на государство. Государство должно разработать и ввести в действие общую политику обеспечения ФЯБ на основе актуальной оценки угроз, включая международные аспекты и национальную систему нормативного регулирования. Ключевая роль государства заключается в создании нормативно-правовой базы, учитывающей чувствительный характер информации в области ФЯБ. Наличие такой базы является одним из факторов формирования высокой КФБ.

Другой мерой, предпринимаемой государством, должно быть введение требований к определению благонадежности персонала. КФБ предполагает осознание всеми лицами чувствительного характера информации в данной области, а также необходимости защиты этой информации.

Государство должно четко определить свои обязанности по обеспечению ФЯБ и обязанности, возложенные на другие уполномоченные организации. Высокая КФБ способствует координации действий, сотрудничеству и интеграции функций между различными государственными субъектами, а также между компетентными органами и эксплуатирующими организациями.

Роль организаций

Вторым элементом КФБ являются организации, которые несут ответственность за ФЯБ: регулирующие органы, операторы ядерных установок, пользователи радиоактивных источников, пограничные и таможенные службы, перевозчики РМ, обеспечивающие их физическую защиту.

Правовая и регулирующая основа государства является базой для разработки политики организаций в области обеспечения ФЯБ. Политика опреде-

ляет среду, формируемую на рабочих местах, и влияет на поведение персонала. В совокупности политика, среда и поведение определяют уровень КФБ.

Организации несут полную ответственность за обеспечение ФЯБ при осуществлении всех видов деятельности в рамках их юрисдикции. Политика организации в области ФЯБ должна быть ясно изложена, отражать аспекты системы рационального управления; в ней должно быть заявлено о приверженности обеспечению качества исполнения работ при осуществлении всех мероприятий по обеспечению ФЯБ и четко указано, что вопросам ФЯБ присвоен наивысший приоритет. Политика является основой систем управления, составляющих неотъемлемую часть КФБ организации, она должна доводиться до сведения всех заинтересованных лиц и быть понятной им.

Административное руководство каждой организации должно определить роли, обязанности и ответственность на всех уровнях организации, включая обеспечение ФЯБ и другие взаимосвязанные аспекты. Кроме того, в организациях должно назначаться лицо, ответственное за ФЯБ, которое наделяется достаточными полномочиями, пользуется автономией, располагает необходимыми ресурсами для выполнения установленных обязанностей и подчиняется руководителю высшего звена или старшему руководителю организации. Администрация организации устанавливает процедуры для оперативного решения вопросов сбалансированности аспектов ядерной и радиационной безопасности, ФЯБ и различных операций, осуществляемых на установке.

В организации необходимо предусмотреть наличие достаточных финансовых, технических и людских ресурсов для осуществления обязанностей по обеспечению ФЯБ, обеспечить наличие у всех сотрудников необходимой квалификации, которая должна поддерживаться путем реализации программ повышения квалификации и переподготовки кадров. Персонал также должен иметь необходимое оборудование, адекватные рабочие зоны, актуальную информацию и другие формы поддержки для выполнения обязанностей по обеспечению ФЯБ.

Всем заинтересованным организациям следует принимать меры для ре-

гулярного критического рассмотрения своих систем и методов обеспечения ФЯБ. Этот анализ обязательно должен учитывать уроки, извлеченные из расследований, и изменения в уровне угрозы. Все выявленные несоответствия, имеющие отношение к ФЯБ, должны всесторонне анализироваться и оперативно устраняться.

Роль руководителей

Руководители влияют на культуру в своей организации посредством применяемой ими практики руководства и управления, они должны формировать модели поведения и даже изменять физическую среду. Старшие руководители несут ответственность за определение и пересмотр политики и целей организации, оперативные – за реализацию практики, соответствующей этим целям.

Своим поведением руководители демонстрируют приверженность ФЯБ и способствуют формированию высокой КФБ, обеспечивая понимание того, что:

- реальная угроза существует;
- ФЯБ имеет важное значение.

Руководство также отвечает за установление надлежащих норм поведения и эффективности работы, обеспечивая четкое понимание каждым отдельным лицом в организации ролей и обязанностей, уровней полномочий и линий коммуникации, связанных с обеспечением ФЯБ.

Задачей руководителей является создание официального прозрачного механизма принятия решений и вовлечение в процессы их принятия сотрудников в необходимых случаях. Качество решений повышается, если компетентные в соответствующей области лица будут иметь возможность высказывать свои идеи и мнения.

Все сотрудники обязаны соблюдать и поддерживать технологию обеспечения ФЯБ, знать и выполнять установленные правила и процедуры, применять соответствующую передовую практику. В свою очередь руководители должны:

- обеспечивать наличие квалифицированных кадров и всех официальных разрешений, необходимых для выполнения задач, связанных с ФЯБ;
- поддерживать эффективную связь внутри организации и при необходи-

мости с другими организациями при рассмотрении требований к защите чувствительной (конфиденциальной) информации, относящейся к ФЯБ;

- обеспечивать, чтобы временный и постоянный персонал и любые поставщики услуг были осведомлены о важности защиты РМ и связанных с ними установок (в том числе при перевозке), а также чувствительной информации;

- играть ключевую роль в обеспечении надлежащей мотивированности сотрудников, признания ценности их роли в повышении ФЯБ в рамках организации;

- поощрять персонал к тому, чтобы он докладывал о любых событиях, могущих повлиять на ФЯБ.

Отношение к делу отдельных лиц

При высоком уровне КФБ все сотрудники несут ответственность за свое поведение и мотивированы на обеспечение ФЯБ. Они должны строить свое поведение с учетом конкретных обстоятельств и возможных последствий этого поведения. Необходимо применять строгий и рациональный подход к исполнению обязанностей по обеспечению ФЯБ. Высокий уровень КФБ характеризуется соблюдением норм, правил и процедур, а также постоянным проявлением бдительности и активной критической позиции со стороны персонала. Для улучшения понимания процедур реагирования следует использовать тренировки

и учения, а любые недостатки выявлять и устранять до возникновения реальной аварийной ситуации.

Персонал должен быть мотивирован сообщать сотрудникам службы безопасности информацию, которая может иметь отношение к обеспечению ФЯБ, и не пытаться утаивать эту информацию. Для поощрения бдительности, проявления критической позиции и персональной ответственности может применяться система вознаграждения и признания заслуг персонала как в материальном, так и в нематериальном выражении.

В обеспечении ФЯБ обязаны участвовать все лица, находящиеся на ядерной установке, однако особенно хорошую подготовку, устойчивую мотивацию и высокое вознаграждение должен иметь персонал, несущий особую ответственность (например, силы охраны и службы безопасности).

Персонал должен понимать, как исполняемые им конкретные роли и взаимодействия способствуют поддержанию ФЯБ, сознавать важность защиты информации для обеспечения эффективной ФЯБ, соблюдать процедуры, действующие на данном объекте, и не допускать разглашения любой информации, которая может привести к ослаблению ФЯБ.

Таким образом, высокий уровень КФБ зависит от взаимодействия и сотрудничества всех работников, участвующих в обеспечении физической безопасности.

Список литературы

1. Культура физической ядерной безопасности [Электронный ресурс]: NSS № 7 // МАГАТЭ. – Вена, 2022. – Режим доступа: <https://www.iaea.org/publications/10656/kultura-fizicheskoy-yadernoy-bezopasnosti>. – Дата доступа: 04.12.2023.
2. Поправка к Конвенции о физической защите ядерного материала [Электронный ресурс]: заключена в г. Вене 08.07.2005 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 17.05.2023, 3/3993. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=100500062>. – Дата доступа: 17.11.2023.
3. О ратификации Поправки к Конвенции о физической защите ядерного материала [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 05.05.2023. № 265-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 12.05.2023, 2/2985. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12300265>. – Дата доступа: 17.11.2023.
4. Цель и основные элементы государственного режима физической ядерной безопасности [Электронный ресурс]: NSS № 20 // МАГАТЭ. – Вена, 2013. – Режим доступа: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1590r_web.pdf. – Дата доступа: 24.11.2023.
5. Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, IAEA/CODEOC/2004 [Электронный ресурс] // МАГАТЭ. – Вена, 2004. – Режим доступа: <https://www.iaea.org/publications/6956/code-of-conduct-on-the-safety-and-security-of-radioactive-sources>. – Дата доступа: 22.11.2023.
6. Основные элементы физической ядерной безопасности / О.Б. Гурко [и др.] // Энергетическая стратегия. – 2022. – № 3 (87). – С. 29–32.
7. Конвенция о физической защите ядерного материала [Электронный ресурс]: принята МАГАТЭ 26 окт. 1979 г., INFCIRC/274/Rev. 1. – Режим доступа: https://www.iaea.org/sites/default/files/infirc274r1_rus.pdf. – Дата доступа: 11.12.2023.

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь 17.10.2011 № 1394

(в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь 23.10.2015 № 895)



ПРАВИЛА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь 11.09.2019 № 609

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодокумент»
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 energodoc.by



БРЕСТЭНЕРГО

БРЕСТСКАЯ
ЭНЕРГОСИСТЕМА:

70 ЛЕТ

НА СЛУЖБЕ
ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ

*Николай Васильевич Водич,
генеральный директор
РУП «Брестэнерго»*

В мае РУП «Брестэнерго» отмечает свое 70-летие. Постановлением Совета Министров БССР и ЦК КПБ от 6 апреля 1954 года № 315 «Об электрификации районных центров Белорусской ССР» было принято решение о создании областных энергетических управлений, и уже 1 мая «Облэнерго» было основано в Брестском регионе. Первыми его руководителями стали директор Евгений Солтан и главный инженер Михаил Чернов. До этого все электрические станции и сети области находились в подчинении Главного энергетического управления при Совмине республики, отвечавшего за коммунальную энергетику. С тех пор Брестская энергосистема постоянно расширялась, усложнялась и модернизировалась, а главное – все эти годы устойчиво обеспечивала потребителей электроэнергией и теплом.

Энергетика Брестского региона зародилась в 1890 году, когда на железнодорожном вокзале тогдашнего Брест-Литовска зажглись первые электрические лампочки. Но должно было пройти еще несколько десятилетий смены энергетических технологий, прежде чем сложились условия для становления и развития Брестской областной энергосистемы.

Вехи истории

В начале прошлого века энергетика Брестчины прошла путь от запуска в Барановичах локомобильной установки с генератором постоянного тока в 1905 году до ввода

в Бресте первой паротурбинной электростанции в 1938-м. В начале 30-х в городе числилось 6600 абонентов – чуть более 13 % его населения.

Новой вехой в истории энергетического комплекса региона стал 1939 год, когда Западная Белоруссия вошла в состав БССР. В этот период электроэнергия вырабатывалась паротурбинными и дизельными электростанциями. Однако индустриальный рывок вперед был перечеркнут Великой Отечественной. Энергетическая база республики была практически полностью уничтожена – после освобождения Белоруссии мощность ее электростанций составляла всего 3,4 МВт.

С началом мирной жизни на восстановление дизельной электростанции в Бресте были брошены все ресурсы – оборудование, материалы, рабочие силы. В 1945 году сюда из Витебска прибыл энергопоезд мощностью 1000 кВт, который снабжал население электроэнергией до 1948 года.

Активная электрификация сельской местности, техническая модернизация электростанций Бреста, Пинска, Столина, строительство Городищенской и Ляховинской ГЭС, дизельной станции в Пружанах, ввод в эксплуатацию первой высоковольтной ЛЭП и подстанции на 35 кВ – все это позволило энергосистеме западной области войти в единый энергокомплекс БССР.

1950-е годы были отмечены строительством более мощных тепловых электростанций и новых теплоэлектроцентралей (в Пинске, Барановичах), оснащенных самыми современными на тот период турбогенераторами и котлоагрегатами, а также концентрацией энергоснабжения за счет создания объединенных энергосистем.

На качественно новый уровень развития энергетика Брестчины вышла в 1960-х годах. В энергосистеме внедряется блочная схема компоновки электростанций, непрерывно повышается их мощность. В 1961 году в рекордные для отечественного энергостроительства сроки (чуть больше 10 месяцев) сооружен и введен в эксплуатацию первый энергоблок Березовской ГРЭС – самой крупной электростанции на западе республики. Ее установленная мощность и сегодня позволяет обеспечивать электроэнергией весь западный регион.

Еще одной важной вехой в истории предприятия стал 1967 год – в области была завершена электрификация всех населенных пунктов с количеством дворов от 10 и более.

Брестская энергосистема на пути модернизации

Свой современный облик Брестская энергосистема обретает в XXI веке – активно наращивается производственный потенциал, ведется масштабная реконструкция энергообъектов, вводятся генерирующие мощности, создаются новые филиалы, расширяется спектр работ и услуг, реализуемых предприятиями РУП «Брестэнерго». Неотъемлемой составляющей энергокомплекса становятся современные технологии – программные комплексы, микропроцессорные устройства, искусственный интеллект.

Преобразилась одна из старейших электростанций республики – Брестская ТЭЦ. В 2009 году в ходе модернизации на станции был установлен новый турбоагрегат мощностью 12 МВт, обеспечивший экономию порядка 8 т у.т. в год. Успешно прошла реконструкция Барановичской и Пинской ТЭЦ. Знаковым событием для энергосистемы стал ввод в декабре 2009 года Пружанской мини-ТЭЦ на местных видах топлива электрической мощностью 3,7 МВт и тепловой – 58 Гкал/ч. Оборудование станции соответствует

мировым экологическим требованиям. Мини-ТЭЦ способна работать как на древесной щепе влажностью до 55 %, так и на ее смеси с торфом, доля которого может достигать 40 %.

Сердцем предприятия по-прежнему остается Березовская ГРЭС, в составе которой функционируют четыре парогазовых энергоблока общей установленной мощностью 1095 МВт. По этому показателю электростанция является третьей в стране. В настоящее время в рамках мероприятий по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему на Березовской ГРЭС завершается строительство пиково-резервного источника мощностью 250 МВт на базе газотурбинных установок. Реализация проекта – очередной шаг в обновлении основных производственных фондов станции и вклад в укрепление всей энергосистемы.

Модернизация и реконструкция оборудования, автоматизация технологических и бизнес-процессов направлены на достижение главной цели – поддержание надежности и эффективности энергетической системы. Мощность электростанций РУП «Брестэнерго» позволяет не только полностью обеспечивать потребителей области, но и передавать электроэнергию за ее пределы.

Надежность электроснабжения – ключевой приоритет

С учетом ввода БелАЭС одним из приоритетов для РУП «Брестэнерго» является строительство и реконструкция электросетевой инфраструктуры. Эти работы ведутся в рамках реализации госу-



Здание ПГУ Березовской ГРЭС



Установка мазутной форсунки в горелку котлоагрегата Е-75

К сведению:

В состав РУП «Брестэнерго» входят семь электростанций, три ГЭС, три крупные котельные, около 5 тыс. км электросетей напряжением 35–330 кВ, более 34 тыс. км распределительных сетей напряжением 0,4–10 кВ, 852 км тепловых сетей. Установленная мощность электростанций составляет 1159 МВт.

Брестская энергосистема обеспечивает электроэнергией предприятия и население области площадью 32,8 тыс. км², на которой проживает 1455 тыс. человек. Годовая выработка электроэнергии составляет более 3900 млн кВт·ч, в том числе на местных видах топлива – около 25 млн кВт·ч.

Предприятие централизованно подает тепло в дома и организации шести городов региона, обогревая свыше полумиллиона жителей Брестчины. В год отпускается около 2,5 млн Гкал тепловой энергии.

дарственных программ «Комфортное жилье и благоприятная среда», «Строительство жилья», а также в целях повышения надежности электроснабжения населения. Начиная с 2020 года в Брестской энергосистеме ежегодно вводилось порядка 300 км электросетей 0,4–10 кВ. В 2023 году этот показатель достиг 649 км, что является максимальным значением за последние 20 лет.

Важным фактором развития электросетевой инфраструктуры стало увеличение электропотребления на нужды отопления и горячего водоснабжения. С момента установления стимулирующих тарифов на использование электроэнергии для этих целей в Брестской области выросло количество обращений граждан за выдачей технических условий на подключение дополнительных электроустановок индивидуальных жилых домов. Активная модернизация сетевого комплекса позволила РУП «Брестэнерго» поднять уровень удовлетворения заявок с 81 % в 2020 году до 96 % в 2023-м, а за январь–февраль 2024 года этот показатель составил 97,3 %.

Новое время – новые задачи

Стремительное развитие информационных технологий диктует необходимость опережающего внедрения цифровых инноваций в отрасли. В 2021 году в ГПО «Белэнерго» утверждена стратегия информатизации и цифровой трансформации объединения на пятилетку, предусматривающая оптимизацию всех процессов, информатизацию, модернизацию производства, переход к новому технологическому укладу.

В рамках реализации стратегии определены приоритетные направления деятельности РУП «Брестэнерго», в том числе создание, внедрение и реконструкция АСУ ТП, развитие программного обеспечения, использование единой базы данных о коммерческом приборном учете, абонентах, их расчетах, договорных отношениях и т.д. Активно идет внедрение электронного документооборота с использованием цифровой подписи для организаций и ID-карт для граждан, расширяется перечень электронных услуг на сайте предприятия.

Не менее актуальна модернизация диспетчерской службы – эффективность работы персонала повышается за счет комплексной автоматизации процессов сбора, обработки, хранения и передачи данных, принятия решений и технологического управления.

Для проведения единой технической политики и координации деятельности по вопросам защиты информации в филиале «Энерготелеком» организован отдел информационной безопасности.

Практически завершена программа модернизации средств расчетного учета у бытовых потребителей: по состоянию на 1 марта 2024 года 99,8 % индукционных счетчиков электроэнергии заменены на электронные. Системой АСКУЭ-быт оснащены 63,2 % абонентов.

В свой юбилейный год энергетика Брестской области вступает в новую эру. Ввод в действие атомной станции ставит перед коллективами филиалов РУП «Брестэнерго» особые задачи. Уже выполнен комплекс мероприятий, направленных на интеграцию Белорусской АЭС в энергосистему страны, впереди много масштабных проектов: модернизация существующих сетей и строительство новых, внедрение современных систем управления для повышения надежности работы.

Сегодня в 14 филиалах РУП «Брестэнерго» трудится более 6500 человек. Сплоченный и динамично развивающийся коллектив полон идей и планов. Высокий профессионализм работников, их самоотверженность и преданность общему делу позволяют предприятию решать самые сложные задачи современной энергетики и с уверенностью смотреть в будущее.

Подготовлено по материалам РУП «Брестэнерго»



Чем сегодня живет предприятие, можно узнать, перейдя на сайт РУП «Брестэнерго»
УНП: 200050653



Е.А. ПАНТЕЛЕЙ,
начальник управления
эксплуатации
и ремонта
электростанций
и тепловых сетей
ГПО «Белэнерго»



А.М. ТАРАЩУК,
к.т.н., начальник турбинного
участка филиала
«Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



В.Н. ЛАПАТИН,
руководитель
группы вибрации
паровых турбин филиала
«Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



ВИБРОМОНИТОРИНГ ТУРБОАГРЕГАТОВ В ОЭС БЕЛАРУСИ. ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Начиная с 1993 года в ОЭС Беларуси в качестве неотъемлемой составляющей эксплуатации турбоагрегатов успешно функционирует уникальная система ежегодного мониторинга их вибрационного состояния (вибромониторинга). Система построена на основе методики, разработанной специалистами ОАО «Белэнергоремналадка», и внедрена при поддержке руководства ГПО «Белэнерго» и РУП-облэнерго. В статье изложены основные принципы ее применения и критерии результативности. Проанализированы тенденции изменения вибрационного состояния турбоагрегатов за период проведения мониторинга, предложены рекомендации по поддержанию и повышению их виброненадежности и вибробезопасности.

В Белорусской энергосистеме в течение 30 последних лет ежегодно проводится общесистемный вибромониторинг турбоагрегатов, по результатам которого ежегодно выпускаются локальные отчеты с рекомендациями по ремонту и профилактике, а также обобщенный обзор вибросостояния всех турбоагрегатов, электростанций, областных энергосистем и ОЭС Беларуси в целом.

В настоящее время в энергосистеме выполняются четыре вида мониторинга вибросостояния турбоагрегатов:

- постоянный мониторинг (при помощи штатной аппаратуры непрерывного виброконтроля);
- периодический мониторинг (при помощи переносной аппаратуры по графику);
- мониторинг в составе детальной вибродиагностики (после монтажа, ремонта или длительного простоя оборудования);
- общесистемный ежегодный мониторинг текущего вибросостояния турбоагрегатов.

Общесистемный ежегодный вибромониторинг дополняет первые три вида мониторинга и применяется для профильного вибродиагностирования турбоагрегатов независимо от их мощности, параметров пара и других технических характеристик. Он позволяет отслеживать тенденции и прогнозировать вибросостояние каждого турбоагре-

гата, энергообъекта и энергосистемы в целом, обмениваться опытом, объективно и своевременно разрабатывать тактические и стратегические мероприятия по поддержанию и повышению виброненадежности турбоагрегатов.

Параметры вибрации фиксируются на подшипниковых опорах турбоагрегатов по строго идентичной для всех объектов методике с использованием одной и той же мобильной диагностической аппаратуры высокого уровня, в одинаковых режимах работы турбоагрегата, при близких сезонных условиях и с неизменной схемой замеров. Для анализа обязательно используется база виброданных по турбоагрегату, включая спектральные виброхарактеристики, за весь предшествующий период мониторинга.

Задачи общесистемного вибромониторинга

Основными задачами общесистемного вибромониторинга являются:

- нормативный анализ вибрации турбоагрегатов. Включает в себя оценку вибрации подшипников и валов турбоагрегатов согласно действующим нормативам ГОСТ и ПТЭ;
- диагностический анализ на основании реальных параметров вибрации, зафиксированных на подшипниковых

опорах и валах турбоагрегатов по единой методике. Представляет собой сбор и изучение статистической информации о динамике и тенденциях эксплуатационного изменения вибросостояния по годам для своевременного планирования профилактических (наладочных) и ремонтных мероприятий по повышению виброненадежности различных по типу и конструктивным особенностям турбоагрегатов, электростанций и энергосистемы в целом.

Дополнительными задачами являются:

- оценка работоспособности, достоверности и достаточности штатной стационарной аппаратуры непрерывного виброконтроля и переносной аппаратуры, находящейся в распоряжении специалистов электростанции;
- анализ реализованных алгоритмов срабатывания устройств сигнализации и защит при повышенном и аварийном уровне вибрации соответственно.

Система рейтингов в вибродиагностике

Для выполнения обобщенного диагностического анализа были разработаны специальные расчетные критерии – рейтинги:

- **рейтинг виброненадежности турбоагрегата (RV)** – базовый диа-

гностический критерий, рассчитанный по всем компонентам вибрации на всех подшипниковых опорах валопроводов;

- **рейтинг качества вибрации турбоагрегата (RQ)** – универсальный обобщающий диагностический критерий, напрямую связанный с RV и отражающий уровни низко- и высокочастотных составляющих спектра, а также уровень фонов спектральных помех (шумов) по отношению к общему уровню вибрации и оборотной составляющей;

- **рейтинг уравновешенности валопровода турбоагрегата (RU)** – рассчитывается аналогично RV, но только для оборотных составляющих спектра вибрации вертикальных и поперечных компонентов. Введен в 2008 году для локализации воздействия важных факторов, определяемых оборотной составляющей вибрации, в том числе некоторых видов дисбаланса, расцентровки роторов валопроводов, нарушения жесткостных характеристик динамических систем и т.п.;

- **рейтинг электростанции** – среднеквадратическое значение (СКЗ) рейтингов турбоагрегатов;

- **рейтинг энергосистемы** – СКЗ рейтингов электростанций.

По совокупности изменения RV, RQ и RU валопровода можно объективно оценить зарождение дефекта и спрогнозировать его развитие, а также оценить состояние валопровода турбоагрегата в целом.

В отличие от критериев нормативного анализа рейтинги позволяют объективно анализировать вибросостояние не только отдельных подшипниковых опор, но и валопроводов в целом. Незнание данного обстоятельства зачастую приводит к неверным решениям и неоправданным затратам на оптимизацию вибрации отдельной подшипниковой опоры, в то время как усилия должны были быть направлены на минимизацию одного или всех комплексных диагностических критериев (рейтингов).

Документирование результатов и показатели эффективности вибромониторинга

За три десятилетия выполнения ежегодного общесистемного вибромониторинга в республике сложилась четкая система выдачи отчетной технической документации.

Во-первых, непосредственно после проведения мониторинга каждая электростанция получает локальное техническое заключение с анализом динамики вибросостояния, общих тенденций и причин его изменения за год, а также с рекомендациями по турбоагрегатам данной электростанции. С учетом нормативных показателей и рейтингов предлагаются мероприятия по улучшению вибросостояния, которые могут быть включены в планы предстоящих ремонтов и виброналадки.

Во-вторых, составляется обобщенный обзор динамики вибросостояния турбоагрегатов энергосистемы за все годы общесистемного вибромониторинга (с разбивкой по отдельным энергообъектам и подуровням «Электрические сети», «Тепловые сети»). Данный обзор направляется в ГПО «Белэнерго», во все РУП-облэнерго и на все электростанции.

В результате у руководителей и профильных специалистов всех уровней появляется возможность изучить текущее вибросостояние турбоагрегатов и динамику его изменения, оценить и сравнить эффективность штатных и специальных мероприятий (ремонтно-наладочных, профилактических, направленных на повышение качества эксплуатации в различных режимах и др.) по оптимизации вибросостояния в рамках одной электростанции, областной энергосистемы, ОЭС в целом. Как следствие, повышается объективность анализа вибросостояния и результативность мероприятий по поддержанию и повышению виброненадежности турбоагрегатов энергосистемы. Это касается как неплановых ремонтов или корректировки объемов плановых, так и модернизации и реконструкции объектов.

Двухэтапность годового вибромониторинга позволяет решить две задачи: на локальном этапе исключить негативные тенденции ухудшения вибрационного состояния, а по итогам года – почти всегда предотвратить факты превышения второго уровня виброскорости (7,1 мм/с) подшипниковых опор турбоагрегатов.

Благодаря вибромониторингу происходит ежегодное (а не раз в 4–6 лет, от капремонта к капремонту) отслеживание вибрации турбоагрегатов самыми современными приборами, что крайне важно для оценки достоверности работы штатной аппаратуры непрерыв-

ного виброконтроля. Это, в свою очередь, позволяет быстро и адекватно реагировать на неисправности, которые возникают на турбоагрегатах в ходе эксплуатации в межремонтный период. Например, данные, полученные только в результате вибромониторинга, не раз позволяли определить обрыв бандажа или рабочей лопатки, выполнить аварийную экспресс-диагностику и своевременно выработать верное и безопасное решение относительно дальнейшей судьбы турбины.

Большое количество турбоагрегатов в ОЭС Беларуси имеет штатную систему виброконтроля ВВК-331, которая не позволяет выделять из спектра низкочастотную вибрацию и идентифицировать ряд ситуаций, напрямую влияющих на вибробезопасность. В то время как в процессе вибромониторинга неоднократно выявлялась необходимость немедленного или отложенного на короткий период останова турбоагрегатов и оперативно принимались решения, позволявшие избежать непоправимых последствий.

Таким образом, ежегодный общесистемный вибромониторинг, изначально нацеленный на решение стратегических системных задач в области виброненадежности, на практике оказывается порой единственным достоверным источником информации для решения оперативных задач вибробезопасности.

Состояние турбоагрегатов ОЭС Беларуси по результатам вибромониторинга

Ниже представлены рейтинги виброненадежности, качества и уравновешенности турбоагрегатов ОЭС Беларуси подуровня «Электрические сети» (ЭС) за весь период проведения вибромониторинга (рис. 1) и рейтинги электростанций в 2023 году в сравнении с предыдущим отчетным годом (рис. 2).

Рейтинги находятся на стабильно высоком уровне (близко к целевой реперной линии), однако рейтинг виброненадежности ОЭС Беларуси в целом в настоящее время несколько ниже среднего рейтинга за весь период мониторинга. Данное обстоятельство указывает на физический износ большинства турбоагрегатов и назревшую необходимость уделять повышенное внимание поддержанию и повышению их виброненадежности.

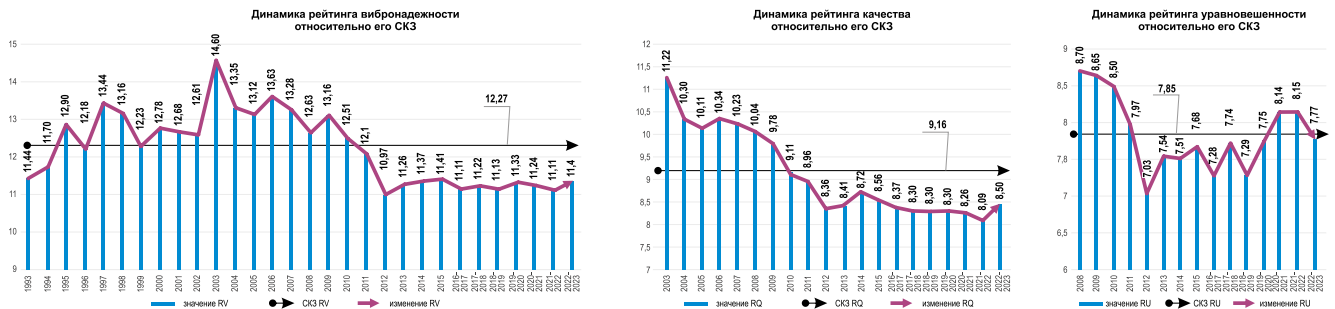


Рис. 1. Динамика рейтингов энергосистемы по годам (подуровень ЭС)

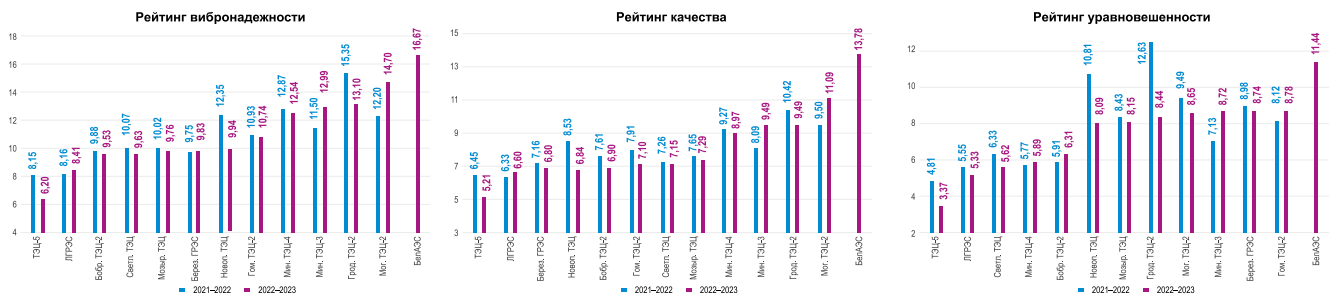


Рис. 2. Сравнение рейтингов электростанций за 2021–2022 и 2022–2023 годы (подуровень ЭС)

В 2023 году к системе вибромониторинга впервые подключился турбоагрегат ст. № 1 Белорусской АЭС, который находится пока на лидирующих позициях по показателям виброненадежности.

Схожим образом обстоит ситуация и с турбоагрегатами подуровня «Тепловые сети» (ТС). Соответствующие данные, полученные по результатам диагностического анализа, представлены на рисунках 3 и 4.

Большинство турбоагрегатов энергосистемы отработало 30 и более лет. Практически у каждого из них имеются

проблемы, связанные с корблением цилиндров, отрывом выхлопных частей, прогибом роторов и т.д., и для поддержания их надежного и предсказуемого технического состояния уже недостаточно типовых ремонтов. Требуется выполнение более сложных целевых ремонтов. Особенно это касается турбоагрегатов, которые работают в сложных условиях с частыми пусками, изменениями электрических и тепловых нагрузок (например, на Лукомльской ГРЭС, Минской ТЭЦ-4 и других энергообъектах).

Все чаще в связи с естественным усложнением дефектов требуются более сложные восстановительные ремонты и наладка турбоагрегатов, а значит, необходимо совершенствовать технологию и методы их комплексной диагностики с упором на конкретные, заблаговременно подготовленные ремонтные и профилактические мероприятия.

Приведем примеры проблем, которые часто выявляются в процессе вибромониторинга и не могут быть решены типовыми мерами.

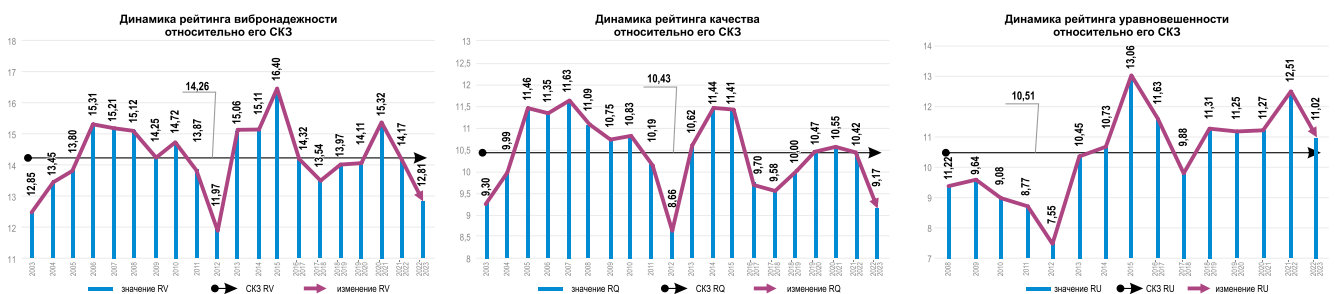


Рис. 3. Динамика рейтингов энергосистемы по годам (подуровень ТС)

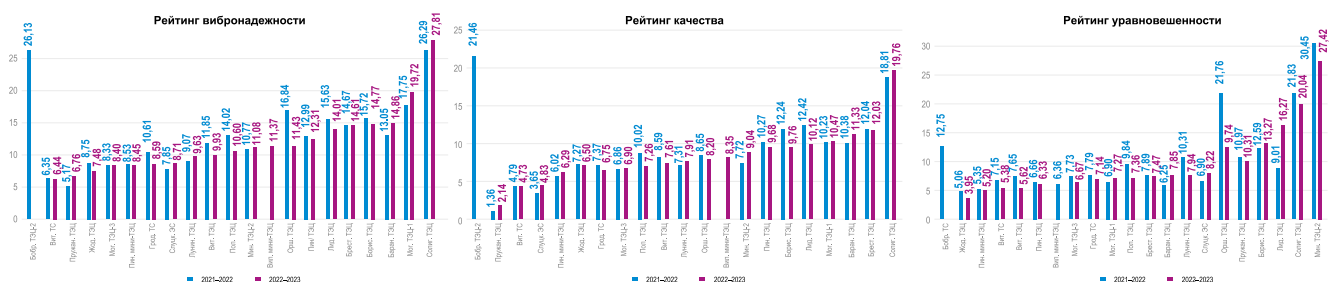


Рис. 4. Сравнение рейтингов электростанций за 2021–2022 и 2022–2023 годы (подуровень ТС)

Турбоагрегат, у которого наблюдается отрыв выхлопа от рамы (или этот выхлоп сильно деформирован), имеет повышенную и нестабильную податливость, поэтому при переходе с летней эксплуатации на зимнюю и наоборот появляются повышенные вибрации, особенно режимные. Для их снижения перед наступлением как зимнего, так и летнего периода приходится проводить сезонные балансировочные, а иногда и специальные ремонтные работы. Если не решить проблему кардинально – перемонтажом, ужесточением выхлопа и т.д., то и дальше придется нести затраты на устранение последствий указанных дефектов. Очевидно, что ни точечным ремонтом, ни наладкой гарантировать долговременный успех невозможно.

Общеизвестно неудовлетворительное вибрационное состояние большинства возбудителей. Редко найдется возбудитель, на котором не стоят вибропоглотители или другие приспособления для снижения вибрации. Физический износ многих сферических пар подшипниковых опор достиг предела – вплоть до ремонтной непригодности. Сложность в том, что во многих случаях необратимый износ имеет сфера корпуса стула, а не вкладыша, что требует полной замены узла «вкладыш – корпус». Поэтому практически любое ремонтное вмешательство с целью улучшения дает, как правило, только ухудшение.

Рекомендации по повышению виброненадежности

Ниже приведены рекомендации, разработанные на основании анализа результатов ежегодного вибромониторинга турбоагрегатов, особенно начиная с 2011 года, когда рейтинг виброненадежности ОЭС Беларуси понизился относительно среднего показателя за все годы проведения мониторинга.

1. Для повышения и поддержания на высоком уровне виброненадежности турбоагрегатов следует проводить их более сложные целевые ремонты, которые предполагают: перемонтаж цилиндров; ужесточение ЦСД-2 (у турбин Т-250-240) и ЦНД; правку и станочную балансировку роторов; шлифовку шеек роторов, райберовку призонных отверстий в муфтовых узлах и др.

В большинстве случаев необходима замена отработавших свой ресурс узлов, в том числе упорных подшипников, а также переход на современные системы электронного возбуждения. Во время капитальных и средних ремонтов необходимо выполнять профилактическое уравнивание на балансировочном станке всех без исключения роторов турбин и большинства роторов генераторов.

2. С целью повышения диагностической достоверности виброинформации следует повсеместно внедрять современные штатные системы непрерывного виброконтроля подшипников и валов, в том числе позволяющие проводить удаленную диагностику с использованием специализированного программного обеспечения и привлечением профильных экспертов.

Этот процесс уже идет, но одновременно продолжается износ оборудования, что требует усиленного виброконтроля. К сожалению, пока износ по темпам опережает переоснащение, в связи с чем необходимо ускорить и расширить внедрение полноценных (включающих контроль вибросостояния валов) интеллектуальных систем штатного виброконтроля (типа ЛМЗ-97 и т.п.) на всех турбоагрегатах мощностью свыше 50 МВт и условно упрощенных систем (без контроля вибросостояния валов) – на всех остальных турбоагрегатах.

Так, на турбоагрегате ст. № 1 и ст. № 3 Гомельской ТЭЦ-2 впервые в ОЭС Беларуси внедрена штатная система непрерывного контроля вибрации основных узлов статора генератора. Система уже выполняет диагностический сбор данных, что вкупе со штатной системой виброконтроля подшипников и валов ЛМЗ-97 обеспечивает уникальные возможности контроля вибробезопасности турбоагрегата.

3. Рекомендуется дополнить штатные системы виброконтроля турбоагрегатов алгоритмом защиты (либо скорректировать его) в соответствии с п. 7.4.26.6 СТП 33240.20.501-23 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей» (ПТЭ): система защиты по предельному уровню вибрации должна быть включена постоянно и настроена на отключение турбоагрегата при значении виброскорости подшипниковой опоры $11,2 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ независимо от режима работы турбоагрегата (установившегося или не установившегося).

4. Рекомендуется также дополнить штатные системы виброконтроля алгоритмом сигнализации (либо скорректировать его) в соответствии с п. 7.4.26.3 ПТЭ: турбоагрегат должен быть немедленно остановлен, если при установившемся режиме работы произойдет скачок вибрации двух опор одного ротора, или смежных опор, или двух составляющих вибрации одной опоры на $1 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ и более от любого начального уровня; турбоагрегат должен быть разгружен и остановлен, если в сравнимых установившихся режимах произойдет плавное возрастание уровня вибрации для любого направления измерений одной из опор валопровода на $2 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ за период до 3 суток или увеличение уровня вибрации на $3 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ независимо от продолжительности.

5. Организация, выполняющая вибромониторинг на объектах ОЭС Беларуси, должна: входить в состав ГПО «Белэнерго»; иметь опыт и авторитет в области вибродиагностики и виброналадки турбоагрегатов; располагать утвержденной в установленном порядке методикой полного цикла вибромониторинга турбоагрегатов, базой данных их вибросостояния за предшествующий период; иметь собственную аппаратуру необходимого класса для выполнения специфических задач и собственный персонал соответствующей квалификации.

Заключение

Вибромониторинг – это не простой замер вибрации, доступный любому обладателю виброаппаратуры, а многолетнее систематическое отслеживание вибросостояния турбоагрегатов.

Полный цикл вибромониторинга представляет собой комплексный процесс, включающий замеры, создание и использование баз данных, анализ, разработку профилактических мероприятий, расчет рейтингов, локальные отчеты и общесистемный обзор.

Учитывая высокую эффективность ежегодного общесистемного вибромониторинга всех турбоагрегатов ОЭС Беларуси, важно продолжить его обязательное проведение с соблюдением строгих требований к организации-исполнителю и выполнением всех рекомендаций, изложенных в отчетной документации.

С.А. ПОСОХОВ,
заместитель главного
инженера по
электротехнической части
РУП «Витебскэнерго»



Л.Г. ИЗОИТКО,
первый заместитель
директора – главный
инженер филиала
«Глубокские электрические
сети» РУП «Витебскэнерго»



В.М. СТАНКЕВИЧ,
первый заместитель
директора – главный
инженер филиала
«Оршанские электрические
сети» РУП «Витебскэнерго»



ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Развитие и модернизация электрических сетей – одно из основных направлений, предусмотренных Программой комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021–2025 годы. В первую очередь это обусловлено необходимостью снижения износа электросетей, повышения надежности электроснабжения и увеличения их пропускной способности с целью расширения возможности использования гражданами электрической энергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи.

Актуальность реконструкции распределительных электросетей

До недавнего времени при проектировании электрических сетей 0,4–10 кВ в сельских населенных пунктах предусматривались стандартные решения, предполагавшие установку трансформаторных подстанций мощностью, соответствующей наибольшему сезонным нагрузкам, и строительство отходящих линий 0,4 кВ по двум сторонам улицы с увеличенным сечением проводов или в многоцепном исполнении для обеспечения уровня напряжения в конце ВЛ. Между тем в условиях расширения области использования электроэнергии населением и, соответственно, роста ее потребления существующие схемы электроснабжения в сельских населенных пунктах перестали отвечать современным требованиям.

В статье представлен ряд нестандартных технических решений, реализованных РУП «Витебскэнерго» при реконструкции распределительных сетей трех сельских населенных пунктов в Витебской области: Старые Шуневцы, Дворново и Торчилово (см. таблицу).

Полная реконструкция электросетей этих населенных пунктов была выполнена в связи с поступлением от местных потребителей значительного количества заявок на выделение дополнительной мощности для нужд электроотопления и горячего водоснабжения.

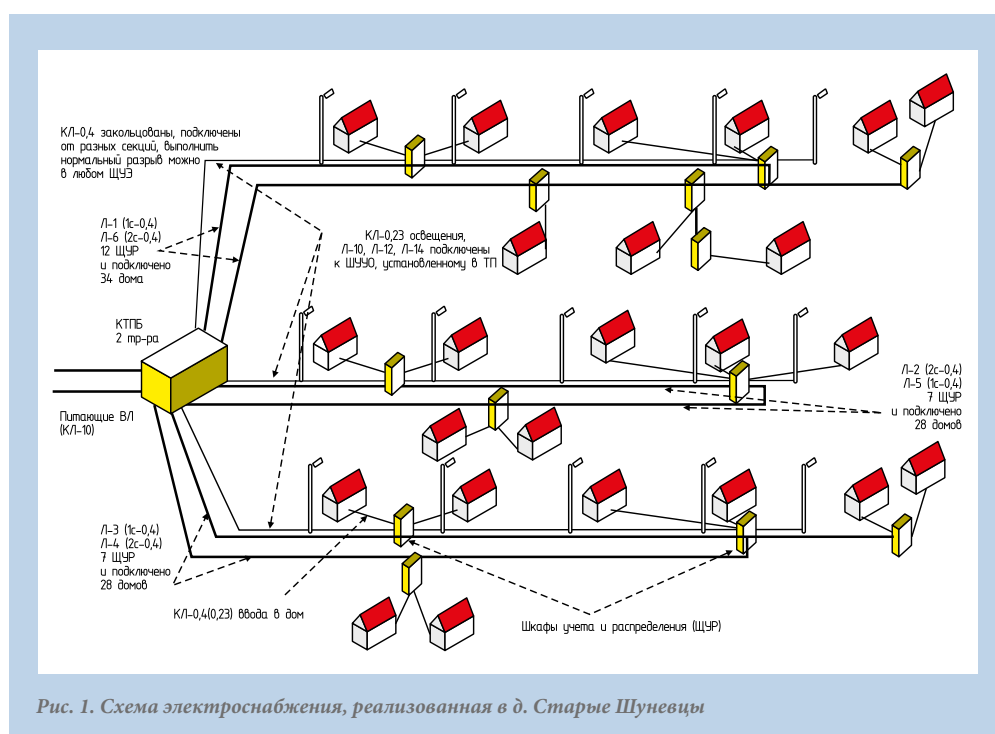


Рис. 1. Схема электроснабжения, реализованная в д. Старые Шуневцы

Рис. 2.
Компоновка ЩУЭ
после реконструкции
электросетей
0,4–10 кВ в д. Старые
Шуневцы



В ходе реализации проектов планировалось решить следующие задачи:

- обеспечить возможность сезонного отключения избыточной трансформаторной мощности и минимизацию потерь электроэнергии на ее транспорт;
- минимизировать количество и протяженность фидеров 0,4 кВ с увеличенной пропускной способностью;
- повысить надежность электроснабжения и обеспечить резервирование;
- предоставить возможность использования электроэнергии в целях нагрева всем желающим;
- обеспечить наличие некоторого запаса мощности без значительного увеличения стоимости возведения объекта.

Технические решения

При реконструкции распределительных электросетей 0,4–10 кВ в д. Старые Шуневцы Глубокского района (рис. 1) взамен ранее существовавших комплектных трансформаторных подстанций (КТП) была построена закрытая подстанция (ЗТП) с двумя силовыми трансформаторами разной мощности и возможностью автоматического выбора оптимального режима их работы (в зависимости от нагрузки подключенных потребителей). Сеть напряжением 0,4 кВ выполнена в кабельном исполнении с применением схемы кольцевания (работа в замкнутом кольце). В учетно-распределительных щитах установлены секционирующие рубильники, что позволяет обеспечивать электроснабжение потребителей в случае повреждения участка КЛ 0,4 кВ. Кроме того, организован учет потребленной энергии с исполь-

Сравнение характеристик объектов

Наименование населенного пункта	Объемы СМР	Кол-во абонентов, всего	Кол-во абонентов, желающих использовать электроэнергию в целях нагрева
Старые Шуневцы	1 КТПБ; ВЛ 10 кВ – 0,0665 км; КЛ 10 кВ – 0,815 км; КЛ 0,4 кВ – 10,270 км; ЩУЭ – 26 шт.; опоры освещения – 35 шт.	83	41
Дворново	1 реклоузер 10 кВ; 6 МТП 10/0,4 кВ; ВЛ 0,4 кВ – 1 км; ВЛ 10 кВ – 0,834 км (в том числе 0,635 км совместной подвески)	28	15
Торчилово	2 КТПП; КЛ 10 кВ – 1,43 км; ВЛИ 0,4 кВ – 3,295 км	52	23, 1 многоквартирный дом, 1 дом престарелых

зованием щита учета электроэнергии (ЩУЭ) в стеклопластиковом корпусе с применением коммутационных аппаратов типа предохранитель-выключатель-разъединитель (рис. 2) и установлены выносные приборы учета с расщепленной архитектурой (SPLIT-счетчики). Пульт отображения информации этих устройств дает потребителям возможность контролировать расход электроэнергии. В рамках реализации проекта также построена отдельная сеть уличного освещения.

Внедрение этих технических решений позволило:

- обеспечить высокую (II категория) надежность электроснабжения потребителей;
- минимизировать потери электроэнергии за счет оптимальной загрузки трансформаторов и закольцовки кабельных линий 0,4 кВ;
- снизить затраты на последующую эксплуатацию и потери электроэнергии на ее транспорт в сети.

После реконструкции потери в кольце снизились до 1,6 % летом

и до 1,2 % зимой. Кабельное исполнение линии также способствовало повышению уровня электробезопасности населения. Вместе с тем нужно отметить, что стоимость реализации этих технических решений выше, чем стандартных с применением ВЛИ.

В аг. Дворново Шарковщинского района была реализована схема электроснабжения, включающая несколько мачтовых трансформаторных подстанций (МТП), расположенных в непосредственной близости от потребителей (рис. 3). Благодаря применению совместной подвески ВЛП 10 кВ и ВЛИ 0,4 кВ обеспечена компактность объекта. Для защиты от коротких замыканий на участке ВЛП 10 кВ в начале отпайки линии установлен реклоузер 10 кВ. Реализация проекта существенно повысила пропускную способность сети 0,4–10 кВ. Установка секционирующих рубильников обеспечила гибкость схемы сети 0,4 кВ. Появилась возможность выбора количества и мощности работающих трансформаторов в за-

висимости от нагрузки. Кроме того, за счет оптимальной загрузки трансформаторов и минимальной длины линии 0,4 кВ были значительно снижены потери электроэнергии.

К недостаткам данной схемы электроснабжения следует отнести ее сложность, необходимость погашения всех потребителей при производстве ремонта на одном участке сети, а также переключения в ручном режиме при сезонном изменении нагрузки.

В д. Торчилово Оршанского района при реконструкции сетей 0,4–10 кВ была демонтирована однострансформаторная ЗТП и выполнен монтаж двух КТПП в металлическом корпусе (рис. 4) в центрах нагрузок с использованием двух силовых трансформаторов различной мощности – 63 и 250 кВА для летней и зимней нагрузки соответственно. Были также построены двух- и трехцепные ВЛИ 0,4 кВ и установлены на опорах SPLIT-счетчики, учитывающие объем активной и реактивной энергии в прямом и обратном направлении.

Использование такой схемы электроснабжения практически не изменило трассу прохождения ВЛ 0,4 кВ на местности (рис. 5) и позволило минимизировать потери электроэнергии за счет оптимальной работы в зимний и летний периоды. Однако в связи с применением многоцепной подвески проводов большого сечения увеличилось количество опор на линии и протяженность ВЛ по цепям. Реализованная схема также не предусматривает автоматического переключения при сезонном изменении нагрузки.

Заключение

Реализация схем электроснабжения с применением указанных проектных решений позволила в соответствии с планом:

- удовлетворить все заявки на выделение дополнительной мощности;
- обеспечить надежное электроснабжение потребителей;
- минимизировать уровень потерь электрической энергии.

Опыт реализации проектов по реконструкции объектов распределительных электросетей с целью расширения возможности использования электроэнергии гражданами в целях нагрева показал, что определяться

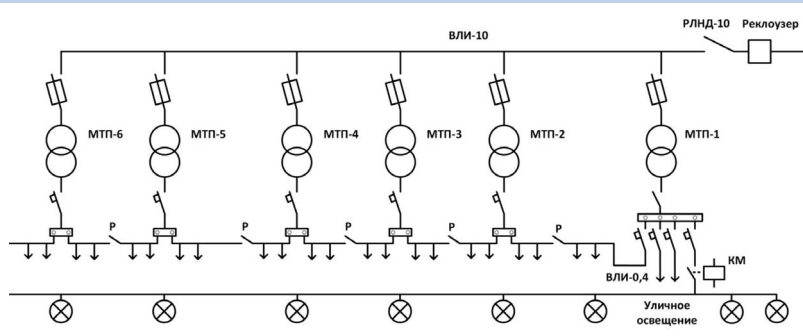


Рис. 3. Схема электроснабжения после реконструкции электросетей 0,4–10 кВ в аг. Дворново



Рис. 4. Двухтрансформаторная КТПП в д. Торчилово



Условные обозначения:
 — воздушная линия электропередачи ВЛ 110 кВ
 — воздушная линия электропередачи ВЛ 0,4 кВ
 ■ — однострансформаторная подстанция ЗТП-10/0,4 кВ

До реконструкции



Условные обозначения:
 — кабельная линия электропередачи КЛ 10 кВ
 — воздушная линия электропередачи ВЛИ 0,4 кВ
 ■ — двухтрансформаторная подстанция КТПП-10/0,4 кВ

После реконструкции

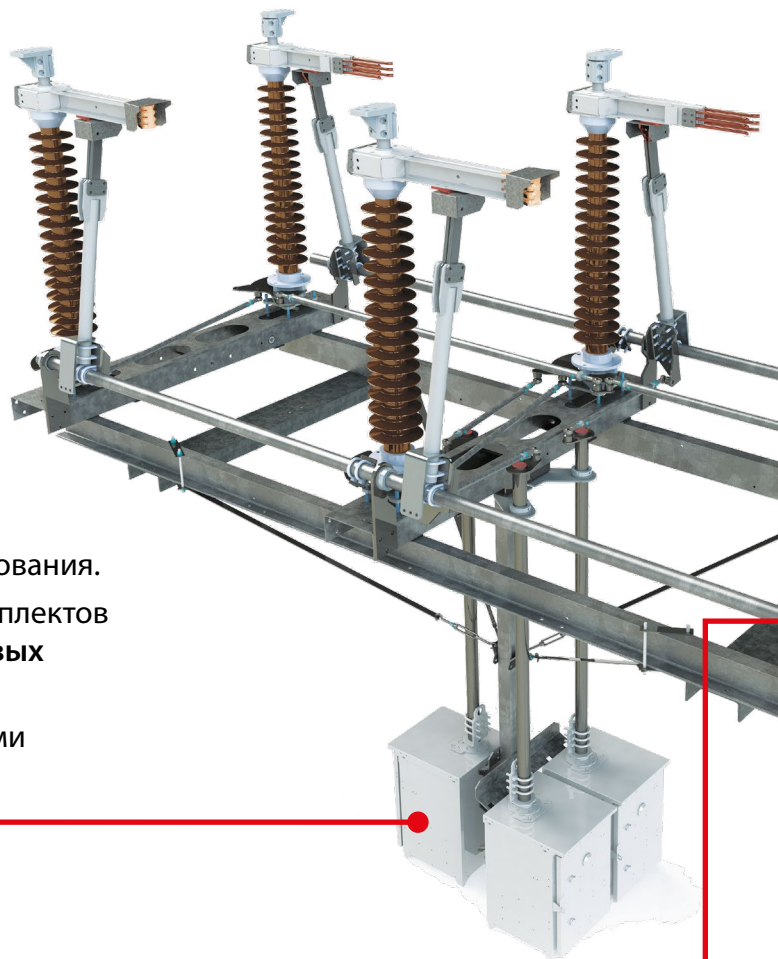
Рис. 5. Схема сетей 0,4–10 кВ на плане местности в д. Торчилово после реконструкции

с конкретным решением и оптимальными технико-экономическими показателями оборудования необходимо на стадии предпроектной подготовки с учетом особенностей населенного пункта или реконструируемой части объекта. В первую очередь это касается расположения потребителей

на плане местности, перспективы застройки населенного пункта, количества и плотности размещения всех абонентов, количества и расположения абонентов, желающих использовать электроэнергию в целях нагрева, а также разницы перспективных зимней и летней нагрузок.

РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ РГ(Н)-СВЭЛ-110: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ

- ✓ **Отсутствие пружин в ламелях** упрощает настройку токоведущего контакта и не требует обслуживания.
- ✓ **Оптимальное с точки зрения затрат и сохранности** транспортировочное состояние. **Количество грузовых мест – 1.**
- ✓ **Безопасность эксплуатирующего персонала** обеспечивается наличием механической блокировки, что исключает совершение ошибочных действий.
- ✓ **Простота монтажа и минимальное время сборки** на объекте обеспечиваются максимальной степенью заводской сборки и настройки оборудования с учетом технических требований и параметров оборудования.
- ✓ Благодаря наличию на складе готовых КИТ-комплектов РГ-СВЭЛ-110 возможна быстрая **отгрузка типовых решений на объект в течение двух недель.**
- ✓ Все разъединители серии РГ обладают высокими эксплуатационными качествами, **исключающими необходимость внепланового обслуживания в течение всего срока службы.**
- ✓ Все комплектующие произведены в РФ.



ПРИВОД



ПОВОРОТНОЕ ОСНОВАНИЕ



- ✓ Разъединитель может использоваться в **цифровых подстанциях** за счет снабжения шкафа управления установленной системой мониторинга и управления согласно стандарту МЭК 61850.

- ✓ Поворотные основания, состоящие из защищенных подшипниковых узлов и шарнирных соединений, **не требуют смазки и обслуживания.**

КОНТАКТНЫЙ ВЫВОД

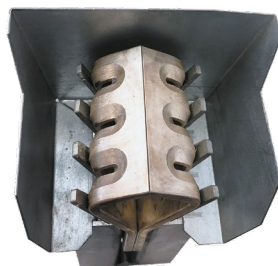


- ✓ **Усиленная конструкция контактного вывода** разъединителя под жесткую ошиновку позволяет использовать разъединитель в любых компоновочных решениях ОРУ, **не требует перепроектирования и сокращает количество опорных изоляторов в КТПБ на 10%.**
- ✓ **Защита гибкой электрической связи и токоведущего контакта** от пыли, снега, дождя и гололеда увеличивает надежность и обеспечивает качество работы на протяжении всего срока службы.

ГЛАВНЫЕ НОЖИ



ПАТЕНТЫ СВЭЛ



- ✓ Использование запатентованной разработки в конструкции главного ножа, в которой увеличено число точек электрических контактов, позволяет равномерно распределить передачу электроэнергии и повышает надежность разъединителя при протекании токов короткого замыкания.

ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ НОЖИ



ПАТЕНТЫ СВЭЛ



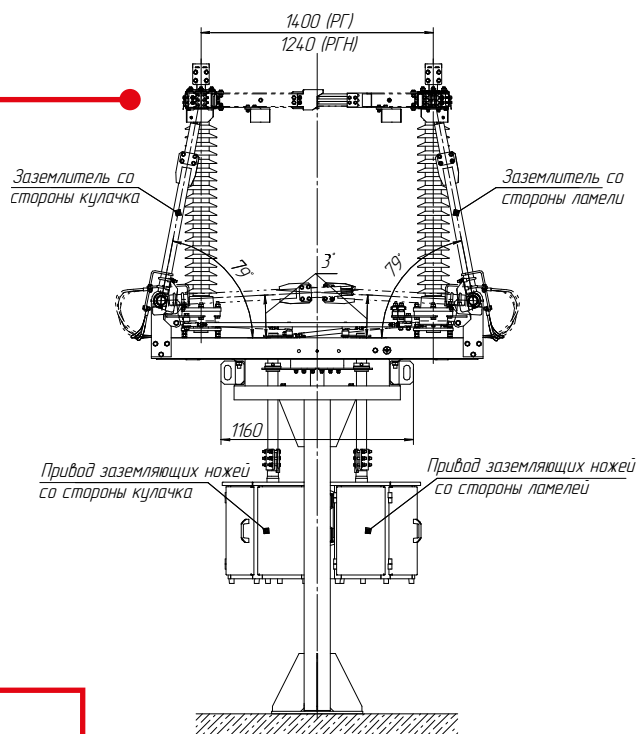
- ✓ Надежная работа заземляющих ножей разъединителя в условиях образования гололеда обеспечивается **использованием материалов с низкой адгезией, что уменьшает образование льда на токоведущих контактах.**
- ✓ **Универсальная конструкция разъединителя** позволяет установить заземляющий нож со стороны любой из колонок, что исключает ошибки в проекте и сокращает объем ЗИП.
- ✓ Высокая надежность и стабильность электрического контакта обеспечивается конструкцией и **покрытием главных контактов серебром, а заземляющих контактов – никелем.**

РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ РГ(Н)-СВЭЛ-110: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ

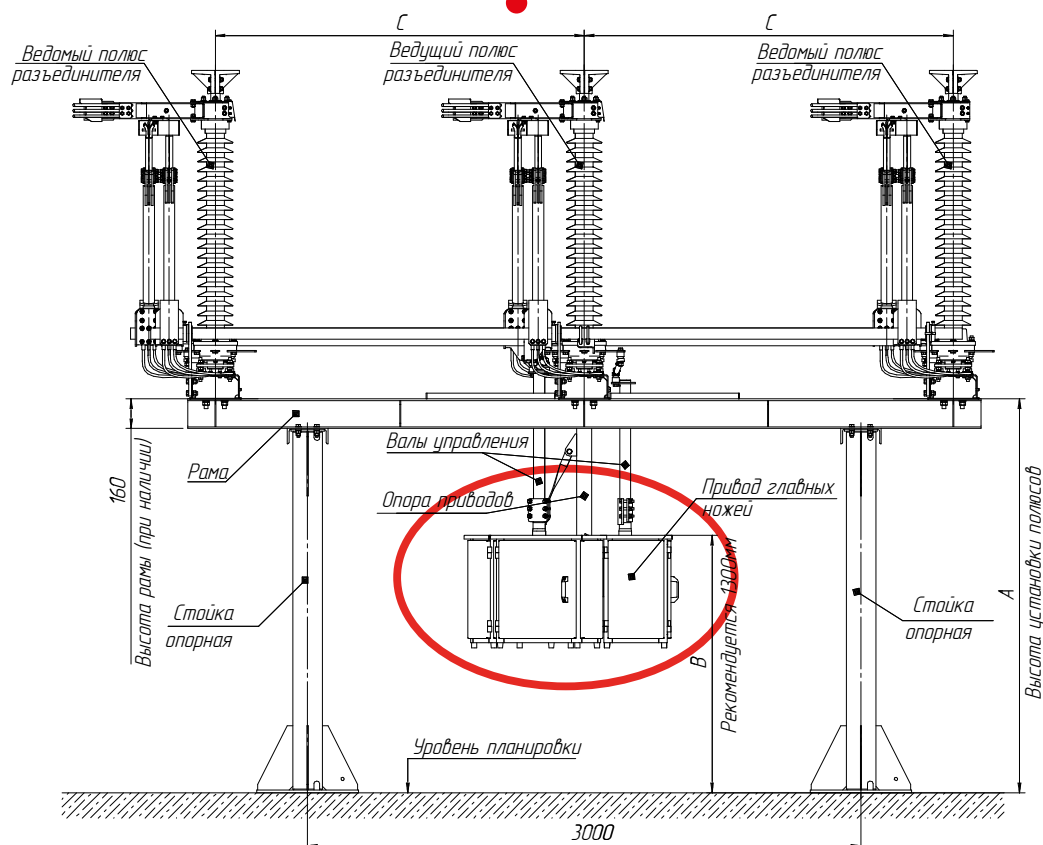
Возможны разные варианты установки заземляющего ножа:

- ✓ со стороны ламельного контакта;
- ✓ со стороны кулачкового контакта;
- ✓ с обеих сторон.

Эта особенность исключает ошибки в проекте и сокращает объем ЗИП.

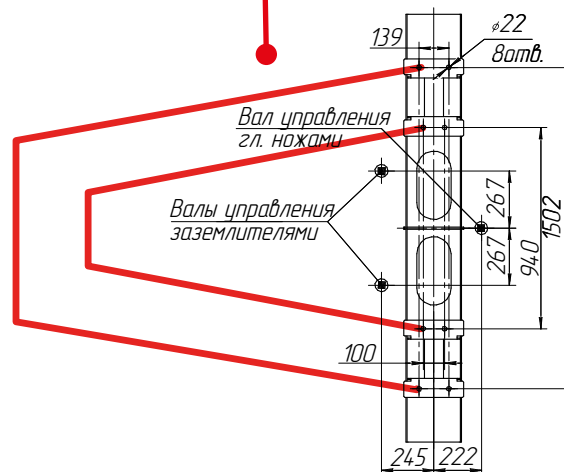


Есть возможность регулировать высоту подвеса привода прямо на объекте в зависимости от наличия/отсутствия фундамента.



РГ-СВЭЛ устанавливается на блоки как европейских, так и отечественных производителей без доработок в опорной металлоконструкции ОРУ.

Удобство доставки и монтажа: один разъединитель занимает одно транспортировочное место. На корпусе привода предусмотрено строповочное кольцо. «Ножки» страхуют от повреждений при хранении и перемещении. Монтаж рамы привода и самого привода упрощается за счет дополнительных отверстий.



СВЭЛ

Компания также предлагает заказчикам

РАЗЪЕДИНИТЕЛИ РГ-СВЭЛ-35

на 35 кВ – по особенностям конструкции они идентичны разъединителям на 110 кВ. Доставка в течение 2 недель, готовые КИТ-комплекты в наличии на складе.

В 2024 году Группа СВЭЛ планирует запуск производства

ЭЛЕГАЗОВЫХ КОЛОНКОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ВГК на 110 кВ и

ЭЛЕГАЗОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА ТГ на 110 кВ.

По вопросам поставок в Республику Беларусь:

Кулыгин Владислав
+7 963 050 43 45
kulygin@svel.ru

Подробнее об особенностях конструкции:

Грехов Владислав
+7 967 856 83 06
grehovVV@svel.ru

Партнерское взаимодействие (семинары, обучение):

Лаптева Екатерина
+7 967 856 82 45
lapteva@svel.ru

Э.Р. ЗВЕРЕВА,
д.т.н., профессор кафедры «Инженерная
экология и безопасность труда»
ФГБОУ ВО КГЭУ, Казань, Россия

А.Н. ТУГОВ,
д.т.н., заведующий отделением
парогенераторов и топочных устройств
ОАО «ВТИ», Москва, Россия

Над. Вл. ГРУНТОВИЧ,
д.т.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика
и эффективное использование ТЭР»
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», Минск, Беларусь

Ник. Вас. ГРУНТОВИЧ,
д.т.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика
и эффективное использование ТЭР»
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», Минск, Беларусь

Г.Е. МАРЬИН,
к.т.н., старший преподаватель
кафедры «Энергетическое
машиностроение»
ФГБОУ ВО КГЭУ, Казань, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКОГО НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ЭНЕРГЕТИКЕ, ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКЕ

Продолжаем публикацию статьи, в которой рассматриваются перспективные направления сотрудничества белорусских и российских ученых. В первой части статьи (№ 1 (97), 2024) обосновывалась актуальность совместных научных исследований в области энергетической утилизации твердых коммунальных отходов и использования сорбентов на основе торфа для очистки воды от нефтепродуктов. Во второй части публикации рассматриваются такие направления, как развитие водородного и электрического транспорта, гибридных заправочных станций, производство водородных топливных элементов, вентильно-индукторных двигателей и тепловых насосов с целью повышения электропотребления в условиях функционирования Белорусской АЭС.

Часть 2

29 января по итогам заседания Высшего государственного Совета Союзного государства была утверждена Стратегия научно-технологического развития Союзного государства на период до 2035 года. Стратегия направлена на формирование единого научно-технологического пространства Беларуси и России в целях обеспечения безопасности, укрепления научно-технологического суверенитета государств, решения других задач, требующих проведения научно-исследовательских работ. Эксперты отмечают, что объединение усилий белорусских и российских ученых в реализации этих направлений будет способствовать технологическому обновлению экономики обеих стран, развитию новых наукоемких отраслей и обеспечит системный эффект для развития науки.

Развитие электрического и водородного транспорта

В августе 2021 года принята Концепция по развитию производства

и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. Согласно сбалансированному сценарию развития инфраструктуры электрозарядных станций (ЭЗС), представленному в Концепции, к 2030 году в стране будет насчитываться 1,4 млн электромобилей, что потребует наличия 144 тыс. зарядных станций (портов), 60 % которых будут относиться к медленным (время зарядки электрокара до 40 % – не менее 2 ч) [1].

Аналогичный процесс идет и в Беларуси. В апреле 2021 года в республике принята Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы, которой также предусмотрено создание соответствующей зарядной инфраструктуры. По состоянию на март 2024 года уже сформирована разветвленная сеть из более чем 1000 зарядных станций.

Другим важным стратегическим направлением является развитие водородных транспортных проектов. Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Так, возможность создания в ближайшее время водородной тех-

ники изучает белорусский производитель пассажирского электротранспорта ВКМ Holding. Создано совместное белорусско-российское предприятие для разработки грузового автомобиля на водороде, его серийное производство может быть запущено уже к концу 2024 года.

Массовое использование водородного топлива также потребует развития соответствующей инфраструктуры [1]. В частности, в России до 2030 года планируется построить не менее 1000 водородных заправочных станций, что будет иметь важное значение для решения вопроса декарбонизации. Следует отметить, что заправка водородного автомобиля занимает не более 10 мин и может применяться как для общественного, так и для грузового транспорта [1].

Эффективным решением задач развития разных видов альтернативного транспорта может стать создание сети гибридных заправочных станций. Исходным сырьем для такой станции является водород. При необходимости на водородном топливе может быть выработана электроэнергия для зарядки

автомобилей и для собственных нужд станции. Авторы считают, что необходимо выполнение научных исследований в области разработки перспективных схем гибридных заправочных станций. Для этого следует выявить потребность в таких объектах, а также факторы, позволяющие прогнозировать потребление и производство водорода [1, 2]. На основании полученных в ходе НИР теоретических данных планируется разработка модели гибридной станции, а также модели заправочной станции с форсункой 35 и 70 МПа для водородомобилей.

Концепция гибридной заправочной станции предполагает два основных варианта исполнения:

- с производством и последующим хранением водородного топлива непосредственно на заправочной станции;
- с доставкой водородного топлива с производственного объекта под высоким давлением.

Таким образом, основным условием развития гибридной заправочной сети является определение потенциальных потребителей и объема потребления водорода. Исследования в этой области позволят спрогнозировать перспективы развития сети таких станций.

Применение водорода в химических источниках тока

Водород является одной из важнейших составляющих многих физико-химических процессов, используемых в промышленном масштабе. В Беларуси основными потребляющими водород отраслями являются нефтехимическая, пищевая (гидролиз жиров на маргариновых заводах) и машиностроительная (химико-термическая обработка деталей в печах с целью упрочнения поверхности с использованием водородосодержащей атмосферы). Например, в ОАО «Гродно Азот» на получение водорода с его последующим использованием при синтезе аммиака, метанола и других химических продуктов расходуется более 10 % всего потребляемого в республике российского газа.

Одним из наиболее перспективных направлений использования водорода является его применение в качестве топлива в химических источниках тока для нужд малой и средней энергетики. На рисунке 1 показано горение

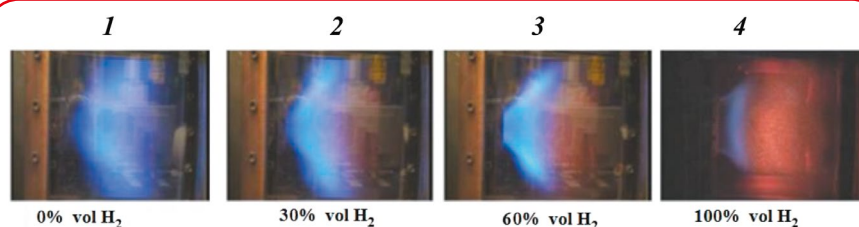


Рис. 1. Горение газообразного топлива:

1 – природный газ; 2, 3 – природный газ с добавлением 30 % и 60 % водорода; 4 – водород

чистого природного газа и водорода, а также их смеси. При добавлении водорода изменяется скорость распространения пламени и увеличивается температура в камере сгорания, что позволяет не только снизить количество вредных выбросов, но и улучшить энергетические характеристики топлива [3–5]. Использование данной технологии дает возможность сжигать низкокалорийные топлива в газовых турбинах при неизменном индексе Воббе, при этом требуется лишь небольшая модернизация топливной системы генерирующего оборудования.

Одним из перспективных направлений исследований является решение проблемы непосредственного преобразования химической энергии природных и синтезированных видов топлива в электрическую энергию. Актуальность этой проблемы очевидна, если учесть, что в настоящее время около 90 % всей полезной энергии (электрической и механической) получается из тепловой энергии природного топлива, средний коэффициент преобразования которой в энергоустановках не превышает 35 %.

Известно, что КПД непосредственного преобразования химической энергии в электрическую в современных химических источниках тока в 2–3 раза больше указанного выше, однако возможности этих устройств ограничены запасом содержащихся в них активных материалов. Особой разновидностью химических источников тока является топливный элемент, который позволяет напрямую преобразовывать химическую энергию топлива в электрическую, минуя стадию превращения в тепловую. Обладая всеми преимуществами химических источников: эффективностью, бесшумностью работы и отсутствием вредного воздействия на окружающую среду, – топливные элементы отличаются достаточно высоким рабочим ресурсом, что делает возможным их

широкое применение в различных областях [6, 7].

Таким образом, исследования в области энергетического применения водорода в Республике Беларусь целесообразны в связи со следующими возможными выгодами:

- экономия энергоресурсов за счет более эффективного их использования в энергетике, на транспорте, в нефтехимическом комплексе и других отраслях промышленности, что особенно важно ввиду отсутствия в Беларуси собственных энергоносителей;
- решение экологических проблем больших городов, в том числе загазованности атмосферы токсичными соединениями, содержащимися в выхлопных газах автомобилей.

При выполнении НИР по данной тематике важно определить:

- наиболее эффективные и экологичные способы получения водородного топлива на территории республики с учетом особенностей производственных циклов;
- необходимую потребность в водороде предприятий реального сектора экономики и факторы, влияющие на выход, конечную стоимость и тип производимого водорода.

Полученные теоретические данные станут основой для разработки методов и технологических схем производства водорода чистотой 99,99 %, а также энергоэффективных и экологически безопасных систем производства, хранения и транспортировки водородного топлива под давлением до 70 МПа. Значительный объем электроэнергии, вырабатываемой Белорусской АЭС, позволит производить водород с применением электролизных технологий, а наряду с ним – кислород, который может быть использован в промышленности и медицине. На рисунке 2 показан пример размещения электролизного блока и системы хранения водорода.



Рис. 2. Общий вид площадки для производства водородного топлива

Производство вентильно-индукторных двигателей и тепловых насосов

Укреплению экономического потенциала страны способствует создание современных производств высоколиквидной продукции. В Беларуси может быть рассмотрена возможность строительства заводов по выпуску вентильно-индукторных двигателей (ВИД) с микропроцессорным управлением, а также бытовых тепловых насосов промышленного и бытового назначения.

Продукция завода по выпуску ВИД с микропроцессорным управлением в зависимости от его производственной мощности позволит заменить на всех предприятиях республики устаревший асинхронный электропривод с низким КПД [8]. Ряд флагманов белорусской промышленности (ОАО «СветлогорскХимволокно», ОАО «Гродно Азот», ОАО «Могилевхимволокно», ОАО «Гроднохимволокно» и др.) были построены и введены в эксплуатацию в 60–70-х годах прошлого столетия. Соответственно, в тот период вводились и энергетические мощности, необходимые для обеспечения их работы. Нормативный срок эксплуатации силовых трансформаторов и элект-

родвигателей составляет 25 лет, высоковольтных кабелей – 50 лет. Следовательно, на сегодняшний день на градообразующих предприятиях Беларуси электроприводы отработали два и более срока службы и нуждаются в замене. В противном случае через 5–10 лет их износ может привести к неуправляемому потоку отказов. Кроме того, сегодня в Беларуси такие электроприводы подключают к электрической сети через частотный преобразователь. По мнению авторов, с точки зрения энергосбережения эта схема не является эффективной. На наш взгляд, целесообразно проведение Белорусским институтом стратегических исследований глубокого анализа ситуации с прогнозированием сценариев ее развития.

В отличие от асинхронного электропривода ВИД при высокой эксплуатационной надежности имеют КПД $0,92 \pm 0,05$. Сегодня в России и Средней Азии рынок этих двигателей огромен. В таблице приведены основные параметры ВИД, асинхронных электродвигателей (АЭД) и двигателей постоянного тока (ДПТ).

Отличительными особенностями ВИД являются: двойная зубчатость с разными полюсными делениями статора и ротора; катушечные об-

мотки без пересечения лобовых частей; ротор без обмоток; реактивный момент за счет изменения при вращении ротора магнитной проводимости участка «зубец статора – воздушный зазор – зубец ротора»; отсутствие магнитной связи между фазами; дискретность работы в режиме непрерывного вращения. На рисунке 3 такой двигатель представлен в разобранном виде и в сборке.

Создание в Беларуси собственного производства ВИД с микропроцессорным управлением позволит частично решить проблему модернизации промышленных предприятий, обеспечить частичную (в зависимости от количества выпускаемых двигателей) электрическую загрузку энергоблоков Белорусской АЭС и действующих ТЭЦ. Благодаря высокому КПД ВИД суммарное потребление электроэнергии реальным сектором может снизиться на 6–9 %, что позволит уменьшить энергоемкость выпускаемой продукции.

Следует отметить, что ВИД с микропроцессорным управлением будет востребован не только промышленными предприятиями Беларуси. Они применяются также на современных подводных лодках и на отдельных предприятиях Российской Федерации.

Еще одним решением, позволяющим обеспечить загрузку энергоблоков АЭС и повысить энергетическую безопасность республики, может стать строительство завода по выпуску тепловых насосов промышленного и бытового назначения [9, 10], для чего необходимо также создать производство трехконтурного теплообменника.

Для работы теплового насоса необходимы электрическая энергия и речная вода с температурой 6–12 °С. Во всех странах, где есть избыток электроэнергии, тепловые насосы используются для горячего водоснабжения. Спрос на тепловые насосы

Показатели ВИД, АЭД и ДПТ, выполненных в габарите 112 мм продуваемого исполнения (по данным МЭИ, г. Москва)

Параметр	ДПТ	АЭД	ВИД
Частота вращения, об/мин	1800	1800	1800
Класс изоляции	H	F	F
Длина, мм	140	146	130
Мощность, кВт	7	9	11,3
КПД, %	76	81	86

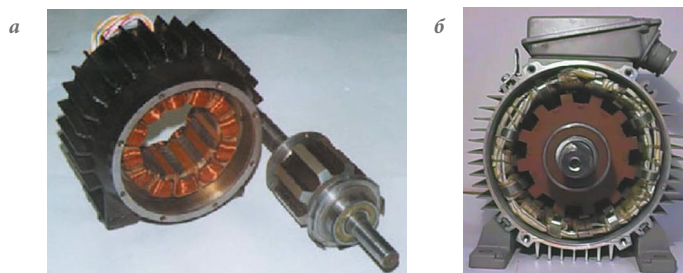


Рис. 3. Конструктивные особенности ВИД:

а – в разобранном виде; б – в собранном виде

на мировом рынке растет. Их использование может быть также актуально в России, где многие регионы еще не газифицированы.

Строительство завода по производству тепловых насосов и последующее их использование позволит значительно сократить закупки газа в России, что повысит энергетическую безопасность Беларуси, а также уменьшить себестоимость тепловой и электрической энергии и за счет этого снизить соответствующие

тарифы для уязвимых категорий населения.

В целом ввод указанных производств в Беларуси даст возможность решить ряд социально-экономических проблем, в том числе:

- создать тысячи рабочих мест с хорошей заработной платой;
- улучшить экологическую обстановку;
- обеспечить поступление в страну валюты за счет экспорта продукции.

Заключение

Предложенные к рассмотрению учеными Российской Федерации и Республики Беларусь перспективные направления совместных исследований ориентированы на создание и развитие единой научно-технической базы, которая станет основой для интенсификации взаимодействия в области разработки и внедрения инновационных технологий, выстраивания общей научно-технологической сферы в области энергетики, экономики и экологии двух стран.

Список литературы

1. Перспективы развития водородной энергетики и рынка транспортных средств на водородном топливе / С.В. Корнилов [и др.] // Вестн. Казан. гос. энергетического ун-та. – 2022. – Т. 14, № 4 (56). – С. 3–18.
2. Развитие «зеленой» водородной энергетики в европейской части Российской Федерации / Э.Р. Зверева [и др.] // Экономика промышленности – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 167–176.
3. Газовая турбина, работающая в составе тепловой электрической станции с водородным накопителем / Г.Е. Марьин [и др.] // Альтернативная энергетика и экология. – 2023. – № 1 (406). – С. 23–35.
4. Влияние водородного топлива на работу газотурбинной установки при работе на оптовом рынке электрической энергии и мощности / Г.Е. Марьин [и др.] // Международный технико-экономический журн. – 2022. – № 1. – С. 17–26.
5. Марьин, Г.Е. Исследование применения водорода в качестве топлива для улучшения энергетических и экологических показателей работы газотурбинных установок / Г.Е. Марьин, Б.М. Осипов, А.Р. Ахметшин // Изв. высш. учеб. завед. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 84–92.
6. Gas turbine operating as part of a thermal power plant with hydrogen storages / G.E. Marin [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. – Vol. 48, iss. 86. – P. 33393–33400.
7. Simulation of the operation of a gas turbine installation of a thermal power plant with a hydrogen fuel production system / G.E. Marin [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. – Vol. 48, iss. 12. – P. 4543–4550.
8. Грунтович, Н.В. Вентильно-индукторные двигатели – будущее регулируемого электропривода / Н.В. Грунтович // Современные проблемы машиноведения: тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 23–24 окт. 2008 г. / Гомельский гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого; под общ. ред. С.И. Тимошина. – Гомель, 2008. – С. 131–132.
9. Горшков, В.Г. Тепловые насосы. Аналитический обзор / В.Г. Горшков // Справочник промышленного оборудования. – 2004. – № 2. – С. 6–10.
10. Жидович, И.С. Системный подход к оценке эффективности тепловых насосов / И.С. Жидович // Новости теплоснабжения. – 2001. – № 11. – С. 22–28.

К сведению специалистов РЗА ГПО «Белэнерго»

Изменились нормы расхода запасных частей для устройств РЗА

С 1 марта вступил в действие СТП 33240.10.360-23 «Релейная защита и автоматика. Нормы расхода запасных частей для устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов напряжением 35 кВ и выше», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 29 декабря 2023 года № 359. Стандарт введен взамен СТП 33240.10.360-18 «Нормы расхода запасных частей для устройств релейной защиты и автоматики в электрических сетях напряжением 35 кВ и выше».

Стандарт устанавливает нормы расхода запасных частей для устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) на ремонтно-эксплуатационные нужды и предназначен для подразделений РЗА организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго».

Пересмотр ранее действовавшего СТП 33240.10.360-18 был вызван необходимостью актуализации существующих норм расхода запасных частей, а также актуализацией норм на микропроцессорные терминалы РЗА.

Нормы настоящего стандарта рассчитаны исходя из условия, что устройства РЗА в подавляющем большинстве являются ремонтнопригодными и условно подразделяются:

- на восстанавливаемые: панели, блоки (модули), реле защиты и автоматики, аппаратура управления;
- невосстанавливаемые: составные части реле (катушки, контакты, пружины и т.д.), радиоэлектронные элементы

(резисторы, конденсаторы, диоды, микросхемы и т.д.), а также неремонтируемые реле.

В стандарте установлены нормы на запасные панели РЗА энергообъектов 35–330 кВ, а также нормы годового расхода: микропроцессорных терминалов РЗА; комплектов запасных частей панелей РЗА энергообъектов 35–330 кВ; комплектов запасных частей панелей РЗА типов ДФЗ, ДЗ, ЭПЗ, ШДЭ, ПДЭ и т.д.; запасных сложных (комплектных) реле защиты, автоматики и высокочастотных постов; запасных простых реле защиты, управления и автоматики; запасной аппаратуры управления, сигнализации и защиты; радиоэлектронных элементов; материалов для технического обслуживания устройств РЗА.

При использовании комплектующих, оборудования и материалов, не вошедших в СТП 33240.10.360-23, следует пользоваться соответствующими нормами, утвержденными руководителем энергоснабжающей организации, а также рекомендациями и инструкциями изготовителей.

Н.П. Паишнович, начальник управления релейной защиты и автоматики ГПО «Белэнерго»,

В.В. Назаров, ведущий инженер управления релейной защиты и автоматики ГПО «Белэнерго»



Александр Александрович Озерец,
генеральный директор Госэнергогазнадзора



ГОСЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

В апреле 2024 года исполнилось пять лет со дня создания государственного учреждения «Государственный энергетический и газовый надзор». Учреждение основано приказом Министра энергетики Республики Беларусь от 5 марта 2019 года № 69 во исполнение Указа Президента Республики Беларусь от 28 февраля 2019 года № 92 в целях совершенствования системы органов государственного энергетического надзора и повышения эффективности их деятельности, а также создания системы органов государственного газового надзора. В связи с юбилейной датой генеральный директор Госэнергогазнадзора Александр Александрович Озерец рассказал в интервью журналу о задачах учреждения, приоритетах его деятельности и результатах работы за прошедшие пять лет.

ГОСЭНЕРГОГАЗНАДЗОР: ПЯТЬ ЛЕТ ПЛОДОТВОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

– Александр Александрович, какие причины обусловили создание Госэнергогазнадзора?

– Создание нашего учреждения было обусловлено необходимостью обеспечить независимость органов государственного энергетического и газового надзора от субъектов хозяйствования – энерго- и газоснабжающих организаций. Благодаря этому функции управления производственно-хозяйственной и надзорной деятельностью были разделены.

Госэнергогазнадзор является органом Министерства энергетики и осуществляет надзор за соблюдением юридическими и физическими лицами, в том числе индивидуальными предпринимателями, требований законодательства в сфере энергетики и газоснабжения. Контрольная (надзорная) и профилактическая деятельность учреждения осуществляется в целях обеспечения безопасности жизни и здоровья людей, надежного и безопасного функционирования энергетического и газового оборудования, систем энергоснабжения, вводных и внутренних газопроводов в жилищном фонде.

Организационно Госэнергогазнадзор включает в себя аппарат управления, 6 филиалов и их структурные под-

разделения: 26 межрайонных отделений, 110 районных (городских) энергогазинспекций, 6 производственных лабораторий. Общее количество сотрудников составляет порядка 1400 человек.

На сегодняшний день представители Госэнергогазнадзора осуществляют надзор в отношении более 4 млн потребителей электроэнергии, в том числе индивидуального и многоквартирного жилищного фонда, более 30 тыс. потребителей тепловой энергии и более 13 тыс. ведомственных теплоисточников, а также в отношении вводных и внутренних газопроводов, систем дымоудаления и вентиляции более 40 тыс. многоквартирных жилых домов и более 3 млн газифицированных квартир в много- и многоквартирных, блокированных жилых домах.

Учреждение реализует мероприятия технического (технологического, поверочного), а также профилактического и предупредительного характера во взаимодействии с субъектами хозяйствования, подлежащими контролю (надзору). Формы такого взаимодействия включают направление писем, иной информации в целях предупреждения (исключения) причин и условий, способствующих совершению нарушений; разъяснительную работу о по-

рядке соблюдения требований законодательства и применения его положений на практике; проведение семинаров, совещаний, круглых столов и др.

– Какие первоочередные задачи стоят перед Госэнергогазнадзором?

– Основные задачи определены в Положении о государственном энергетическом и газовом надзоре, утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.03.2019 № 213 «О государственном энергетическом и газовом надзоре» (в редакции постановлений Совмина от 25.05.2020 № 309 и от 25.03.2022 № 175).

В соответствии с Положением представители Госэнергогазнадзора осуществляют осмотр (допуск) энергоустановок для подтверждения возможности их подключения к электро- или теплосетям, в том числе к собственному теплоисточнику; надзор за энергоустановками энергоснабжающих организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго»; рассмотрение проектной документации на электро- и теплоснабжение объектов в части соответствия требованиям безопасности и эксплуатационной надежности.

В наши задачи входят также адресные проверки технического состояния электро- и теплоустановок, газоиспользующего оборудования, условий их эксплуатации в жилых помещениях граждан, принятие мер по выявлению и устранению причин и условий, способствующих нарушению правил устройства и безопасной эксплуатации таких установок и оборудования.

Кроме того, наши специалисты участвуют в приемке в эксплуатацию объектов строительства, разработке проектов НПА и ТНПА по вопросам деятельности учреждения, проверке знаний требований к устройству, эксплуатации и технике безопасности при использовании тепловых установок и сетей, работе комиссий по присвоению (подтверждению) группы по электробезопасности, а также комиссий по проверке готовности организаций к отопительному сезону.

Госэнергогазнадзор на постоянной основе проводит работы по подготовке к проведению праздничных и массовых мероприятий различного уровня, в том числе с участием высших должностных лиц республики. Сотрудники учреждения обследуют энергоустановки объектов и сети их внешнего энергоснабжения, а также электроустановки, дополнительно монтируемые для проведения мероприятий.

С момента основания Госэнергогазнадзора инспекторским персоналом проведено более 1 млн обследований, осмотров, адресных проверок в отношении электро-, теплоустановок и тепловых сетей, вводных и внутренних газопроводов, газового оборудования, инженерных систем, в том числе порядка 50 тыс. мероприятий технического (технологического, поверочного) характера. Это позволило стимулировать потребителей энергии и газа к соблюдению требований законодательства в сфере энергетики и газоснабжения и, как следствие, снизить риски аварий и случаев электро- и теплотравматизма, а также травматизма при пользовании газом в быту.

Представители Госэнергогазнадзора ведут постоянную работу по контролю за восстановлением кабельных линий 6–10 кВ, находящихся на балансе потребителей. При этом особое внимание уделя-

ется электроприемникам I категории (в том числе особой группы), а также автономным источникам электроснабжения и устройствам автоматического включения резерва, обеспечивающим их надежность.

– Какие направления деятельности сегодня являются приоритетными для учреждения?

– В первую очередь это профилактика электро- и теплотравматизма, а также травматизма при пользовании газом в быту. С целью предупреждения аварий и травм наше учреждение активно проводит профилактическую работу с населением и персоналом потребителей, применяя современные средства информирования, в том числе сеть Интернет, новые формы и методы работы.

Для повышения культуры безопасности жизнедеятельности создаются видеоролики социальной рекламы с последующей трансляцией в телеэфире и на видеомониторах в местах массового скопления людей. Информационные материалы размещаются на остановках общественного транспорта и транспортных средствах, газораспределительных и тепловых пунктах, подстанциях, рекламных щитах. Выпускаются памятки, брошюры, буклеты, плакаты, раскраски. Публикуются материалы в СМИ, на сайте



Госэнергогазнадзор, в социальных сетях Instagram, ВКонтакте, YouTube и мессенджере Telegram.

Особое значение придается работе с детьми: в школах читаются лекции, проводятся тематические уроки по основам энергобезопасности и безопасности при пользовании газом в быту. Разрабатываются компьютерные и мобильные игры по профилактике травматизма для проведения занятий в учебных заведениях с использованием мобильных классов и в мини-центрах, организованных Госэнергогазнадзором.

В 2023 году разработана и утверждена Концепция развития профилактической деятельности органа государственного энергетического и газового надзора. Ее реализация направлена на снижение уровня травматизма, а также на укрепление в обществе знания основ безопасности жизнедеятельности, ответственного отношения к своей жизни и жизни окружающих, понимания важности безопасного поведения на производстве и в быту.

Мы не остаемся в стороне и от международных событий. Госэнергогазнадзор ежегодно принимает участие в Белорусском энергетическом и экологическом форуме «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (Energy Expo), где организует интерактивные обучающие площадки для всех желающих. На выставке научно-технических достижений «Беларусь интеллектуальная», которая состоялась 20–29 января 2023 года, на стенде учреждения демонстрировалось программное обеспечение с применением технологии виртуальной реальности для обучения основным правилам электробезопасности и безопасности при пользовании газом в быту.

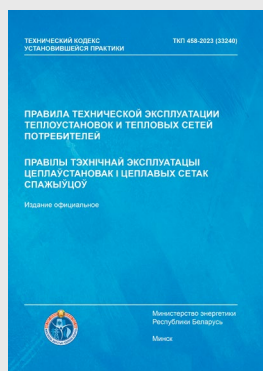
– Сегодня трендом развития энергетической отрасли является цифровая трансформация. Какие достижения Госэнергогазнадзора в этой области вы можете отметить?

– Цифровая трансформация – важнейший этап в процессе развития и совершенствования деятельности учреждения. Мы уже внедрили ряд передовых цифровых технологий для повышения прозрачности и оптимизации всех процессов. Так, активно ведется работа по автоматизации деятельности инспекторского персонала. В корпоративной сети учреждения организовано свое Ethernet-пространство с сетью веб-серверов и сайтов. Разработана информационная система «Автоматизированное рабочее место инспектора», доступная каждому сотруднику Госэнергогазнадзора с любого компьютера, подключенного к корпоративной сети. На данный момент ИС «АРМ инспектора» состоит из пяти модулей, охватывающих в том числе контрольную (надзорную) деятельность. Все разработки взаимосвязаны между собой и функционируют как единое целое.

Для снижения административной нагрузки на субъекты хозяйствования и сокращения временных затрат на проведение административных процедур в 2023 году была организована работа по переводу в электронную (автоматизированную) форму процедуры регистрации документов о готовности теплоисточников и потребителей тепловой энергии к работе в осенне-зимний период.

Сегодня Госэнергогазнадзор – это слаженный коллектив, способный профессионально выполнять задачи любой сложности в целях обеспечения безопасной и надежной эксплуатации энергетического и газового оборудования.

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



ТКП 458-2023 (33240)

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОУСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ



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

ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно
в ЭИС «Энергодokument»
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 energodoc.by

Н.С. КОЧЕРГИН,
заместитель начальника областной
энергогазинспекции
филиала Госэнергогазнadzора по г. Минску
и Минской области



ИЗМЕНИЛСЯ ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА К РАБОТЕ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.02.2024 № 113 «Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь» в акты законодательства Республики Беларусь внесен ряд изменений, в том числе связанных с подготовкой к работе в осенне-зимний период. Скорректированы единый перечень административных процедур, осуществляемых в отношении субъектов хозяйствования, и перечень административных процедур, подлежащих осуществлению в электронной форме через единый портал электронных услуг.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.02.2024 № 113 (далее – постановление) предусмотрена оптимизация административных процедур «Регистрация паспорта готовности потребителя тепловой энергии к работе в осенне-зимний период» и «Регистрация паспорта готовности теплоисточника к работе в осенне-зимний период» за счет их объединения. Ранее процедуры осуществлялись согласно пп. 3.10.1 и 3.10.2 единого перечня административных процедур, осуществляемых в отношении субъектов хозяйствования, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.09.2021 № 548. Учитывая, что паспорта готовности теплоисточника и потребителя тепловой энергии оформляются и регистрируются органом госэнергогазнadzора в идентичном порядке с предоставлением одинаковых документов, процедуры объединены в одну – «Регистрация паспорта готовности теплоисточника или паспорта готовности потребителя тепловой энергии к работе в осенне-зимний период».

Постановлением также обновлены Правила подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.05.2020

№ 286 (далее – Правила). В документе уточнен порядок подготовки организаций к работе в осенне-зимний период (ОЗП), оформления и регистрации паспортов готовности теплоисточников и потребителей тепловой энергии.

Так, новой редакцией Правил определены требования к согласованию планов-графиков проведения ремонта и испытаний оборудования, тепловых сетей при подготовке жилищного фонда к работе в ОЗП в случае отсутствия вышестоящей организации.

Предусмотрена возможность использования представителями энергоснабжающих организаций средств звуко- и (или) видеозаписи с соблюдением требований законодательства о персональных данных при выполнении гидравлических испытаний тепловых сетей, водоподогревателей, гидравлических испытаний и промывок трубопроводов и оборудования тепловых пунктов (ТП), внутридомовых систем теплоснабжения организациями (независимо от формы собственности и организационно-правовой формы):

- имеющими в собственности, хозяйственном ведении, оперативном управлении или на ином законном основании тепловую сеть и (или) систему теплоснабжения;

- осуществляющими эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющими жилищно-коммунальные услуги (ЖКУ).

Внесены изменения также в требования к составу комиссии по проверке готовности организаций к работе в ОЗП. Ранее было предусмотрено обязательное участие в работе комиссии руководителя организации. В новой редакции Правил установлена возможность включения в состав комиссии лица, уполномоченного руководителем. Тем самым законодательно закреплено право передачи другому должностному лицу организации (например, руководителю обособленного структурного подразделения) полномочий на подписание паспортов готовности теплоисточника или потребителя тепловой энергии к работе в ОЗП.

Уточнена дополнительная причина отказа в регистрации паспорта готовности теплоисточника и (или) потребителя тепловой энергии (в осуществлении административной процедуры). Ранее акт проверки готовности являлся неотъемлемой частью паспорта готовности и предоставлялся совместно с ним в виде приложения. Отсутствие акта служило причиной отказа в регистрации паспорта. Из новой редакции Правил

в целях сокращения объема документов (сведений), предоставляемых для регистрации паспорта готовности, исключено требование о предоставлении вместе с паспортом акта проверки готовности, в связи с чем скорректирован порядок его оформления и хранения.

Новой редакцией Правил предусмотрена подача заявления о регистрации паспорта готовности теплоисточника или потребителя тепловой энергии в том числе в электронной форме через единый портал электронных

Цифровизация административной процедуры регистрации паспортов готовности к работе в ОЗП позволит сократить временные затраты на ее проведение, снизить административную нагрузку на субъекты хозяйствования и тем самым повысить качество предоставляемых услуг. При подаче заявления в электронной форме результат будет получен за долю секунды без непосредственного обращения в орган госэнергогазнадзора.

Изменения также коснулись норм, определяющих порядок включения си-

организацией застройщиков, или товариществом собственников (при отсутствии вышестоящей организации) до 15 апреля текущего года планы-графики проведения ремонта и испытания оборудования, тепловых сетей на текущий период с учетом дефектов, выявленных в предыдущем ОЗП и при проведении плановых контрольных вскрытий тепловых сетей подземной прокладки;

- создать необходимый запас материалов и обеспечить достаточное количество персонала для своевременного и качественного проведения ремонта оборудования в случаях его повреждения;

- выполнить работы по техобслуживанию и ремонту оборудования и распределительных тепловых сетей (квартирных), находящихся на балансе данных организаций;

- провести гидравлические испытания тепловых сетей, водоподогревателей, гидравлические испытания и промывку трубопроводов и оборудования ТП, внутридомовых систем теплоснабжения (проводятся в присутствии представителя энергоснабжающей организации с оформлением акта, содержащего сведения о параметрах испытаний, а также о рабочем давлении теплоносителя);

- выполнить проверку плотности закрытия запорной и регулирующей арматуры оборудования и трубопроводов, восстановить нарушенные изоляционные покрытия на трубопроводах и другом оборудовании систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (ГВС);

- произвести замену или ремонт и наладку автоматики регулирования расхода теплоносителя и температуры в системах отопления и на водоподогревателях;

- укомплектовать ТП и узлы учета средствами измерений и системами регулирования потребления тепловой энергии;

- установить при необходимости расчетные дросселирующие устройства (под контролем и по согласованию с представителем энергоснабжающей организации) с установкой пломб энергоснабжающей организации и составлением акта;

- обеспечить наличие в ТП утвержденных руководителем организации температурных графиков внутренних систем теплоснабжения;



услуг. Установлено, что и процедура регистрации паспорта в целях упрощения может осуществляться указанным способом. В связи с переводом процедуры регистрации в электронную форму соответствующие изменения внесены в:

- типовую форму договора теплоснабжения для организаций по управлению общим имуществом совместного домовладения (уполномоченное лицо, товарищество собственников, организация застройщиков), организаций, осуществляющих эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющих ЖКУ, установленную в приложении к постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 25.06.2018 № 485;

- п. 55 Правил теплоснабжения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11.09.2019 № 609.

стем отопления в жилищном фонде. Так, с 2024 года отопление будет включаться при среднесуточной температуре $+8^{\circ}\text{C}$ и ниже в течение трех суток подряд. Ранее нужная для подачи тепла температура должна была держаться пять суток.

Ежегодно подготовка к отопительному периоду регламентируется соответствующим постановлением Совета Министров и решениями областных и Минского городского исполнительных комитетов. В соответствии с принимаемыми решениями и Правилами организациям, осуществляющим эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющим ЖКУ, при подготовке жилищного фонда необходимо:

- разработать и утвердить по согласованию с вышестоящей организацией (при ее наличии), или участниками совместного домовладения, или уполномоченным лицом, или

- обеспечить помещения ТП надежными запирающими устройствами;
- утеплить оконные и дверные проемы мест общего пользования, а также лестничные клетки, чердаки, подвальные помещения, технические подполья, восстановить остекление в местах общего пользования жилых домов;

- до 1 сентября текущего года на основании анализа выполнения в ОЗП договоров теплоснабжения уточнить соответствие договорных нагрузок на отопление и ГВС проектным;

- провести работы согласно разработанным и утвержденным графикам по техобслуживанию и ремонту внутренних и подводящих инженерных коммуникаций, источников электро- и водоснабжения, приборов учета тепловой энергии (средств расчетного учета), в том числе по своевременной поверке таких приборов;

- выполнить работы по техническому обслуживанию дымовых и вентиляционных каналов и при необходимости их ремонт в многоквартирных домах, использующих поквартирное газовое оборудование для отопления и (или) ГВС.

Согласно новой редакции Правил графики отключения внутридомовых систем теплоснабжения должны предусматривать:

- перерывы в подаче горячей воды для населения не более 13 дней;

- при наличии технической возможности – подключение потребителей к другим теплоисточникам для обеспечения ГВС в период ремонта их основного теплоисточника, а также в случае перерыва в подаче горячей воды для населения на больший срок или при повторном отключении, связанном с проведением большого объема ремонтных (строительных) работ.

Оформление организациями, осуществляющими эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющими ЖКУ, акта проверки готовности потребителя тепловой энергии к работе в ОЗП и, соответственно, оформление паспорта готовности с учетом выполнения указанных мероприятий возможно при условии, если:

- обеспечена готовность к приему тепловой энергии;

- выполнены плановые ремонты основного и вспомогательного тепло-механического оборудования в необходимых объемах, соответствующие



установленным требованиям качества и оформленные актами приемки;

- обеспечена готовность теплоустановок и тепловых сетей к выполнению температурных графиков во всех диапазонах температур наружного воздуха в данной местности;

- окончены все ремонтные работы на системах теплоснабжения, а также работы по утеплению зданий и помещений;

- выполнены запланированные мероприятия по предупреждению повреждений оборудования и сооружений в условиях пониженных температур наружного воздуха;

- проведены гидравлические испытания тепловых сетей, водоподогревателей, гидравлические испытания и промывки трубопроводов и оборудования ТП, систем отопления, трубопроводов и калориферов систем вентиляции с оформлением соответствующих актов;

- выполнена проверка технического состояния средств измерений и систем автоматического регулирования теплоснабжения;

- имеются в наличии поверенные приборы учета тепловой энергии (средства расчетного учета), ис-

правные системы регулирования потребления тепловой энергии, температурные графики внутренних систем теплоснабжения в ТП;

- выполнены предписания органа госэнергонадзора, органов государственного надзора за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов, касающиеся подготовки к работе в ОЗП;

- обеспечено исправное техническое состояние дымовых и вентиляционных каналов в многоквартирных домах, использующих поквартирное газовое оборудование для отопления и (или) ГВС;

- обеспечена надежность электроснабжения.

Регистрация паспорта готовности потребителя тепловой энергии к работе в ОЗП осуществляется органом госэнергонадзора на основании заявления организации, осуществляющей эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющей ЖКУ, в письменной (устной) форме с предоставлением паспорта готовности потребителя или в электронной форме через единый портал электронных услуг.

УДК 621.311.25:621.039.58(476)

П.К. НАГУЛА,
к.т.н., заведующий
лабораторией
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
nagulapk@mail.ru



Д.Л. ТРЕТИННИКОВ,
старший научный
сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
trdl@list.ru



А.В. ДОЙНИКОВА,
научный сотрудник
ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси,
Минск, Беларусь,
sirius1991dav_asa@mail.ru



ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОРОДНОЙ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ НА БЕЛОРУССКОЙ АЭС ПРИ ТЯЖЕЛЫХ АВАРИЯХ

Аннотация

В опубликованных ранее первой и второй частях статьи* были рассмотрены стратегии обеспечения водородной взрывозащиты и, в частности, использование каталитических рекомбинаторов водорода в составе системы удаления водорода из защитной оболочки. Был приведен также комплекс мер по управлению водородной ситуацией на внутрикорпусной стадии развития тяжелой запроектной аварии. В завершающей части публикации анализируется возможность дефлаграции/детонации водородсодержащей среды в помещениях под защитной оболочкой Белорусской АЭС при моделировании тяжелой аварии с течью теплоносителя при разрыве трубопровода Ду279.

Ключевые слова: атомная электростанция, защитная оболочка, тяжелая запроектная авария, водородная безопасность, горение водорода, компьютерное моделирование, контейментный код

Annotation

The previously published first and second parts of the article* presented hydrogen mitigation strategies and, in particular, using of catalytic hydrogen recombiners as part of a system for hydrogen removing from the containment. A set of procedures for hydrogen risk managing at the in-vessel stage of a severe accident was also presented. The final part of the publication analyzes the possibility of hydrogen-containing mixture deflagration/detonation in the rooms under the Belarusian NPP containment during a severe accident with a coolant leak due to a rupture of the DN279 pipeline.

Keywords: nuclear power plant, containment, severe beyond design basis accident, hydrogen safety, hydrogen combustion, computer modeling, containment code

*Статья поступила в редакцию
10 ноября 2023 года*

Часть 3

Для оценки возможности дефлаграции (горения) и/или детонации (взрыва) водородсодержащей воздушной смеси (ВСС) в атмосфере защитной оболочки (ЗО) здания реактора Белорусской АЭС проведен анализ тяжелой запроектной аварии (ТА) с течью Ду279 из сборной камеры реактора при разрыве подводящего патрубка гидроемкости системы аварийного охлаждения активной зоны (ГЕ CAOЗ) с одновременным отказом активной части CAOЗ.

Моделирование протекания аварийных процессов в помещениях ЗО выполнялось с помощью контейментного кода COCOSYS (COntainment COde SYStem), разработчиком которого является экспертно-исследовательская организация GRS (Германия). Это теплогидравлический

реалистичный код, предназначенный для расчета теплофизических параметров и компонентного состава парогазовой среды в объеме ЗО (контеймента) при протекании аварийных процессов. Программный комплекс COCOSYS (версия v2.4) был официально передан научному учреждению «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси в рамках международной программы BE/RA/07 «Развитие технического сотрудничества в области ядерной безопасности».

Постановка задачи для расчета параметров парогазовой среды под ЗО

Для дискретизации (деления на ячейки) пространства под ЗО Белорусской АЭС была разработана модель ЗО – схема расчетной области, включающая:

- 120 расчетных объемов;
- 337 атмосферных и 144 дренажных соединения (для расчета потоков воздушной и водной среды между объемами);

* Части 1 и 2 статьи опубликованы в журнале «Энергетическая стратегия» № 6, 2023 и № 1, 2024 соответственно.

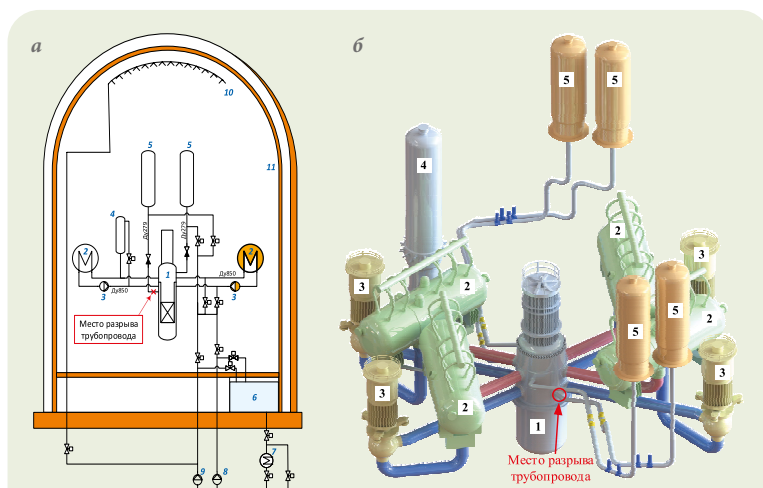


Рис. 1. Схема (а) и общий вид (б) реакторной установки:

1 – реактор; 2 – парогенератор; 3 – главный циркуляционный насос; 4 – компенсатор давления; 5 – ГЕ CAO3; 6 – бак-приямок; 7 – теплообменник CAO3; 8, 9 – насосы CAO3 высокого и низкого давления соответственно; 10 – спринклерный коллектор с распылительными форсунками; 11 – двойная ЗО

– 195 теплообменных структур, моделирующих стены, перекрытия и оборудование под ЗО.

Аварийный отсек парогенераторов (ПГ), в котором по сценарию происходит разрыв трубопровода, задается четырьмя расчетными объемами – 8-1, 8-2, 8-3 и 8-4, при этом выброс теплоносителя и водорода моделируется в расчетном объеме 8-1. Более подробно расчетная модель ЗО описана в работе [1].

В качестве начальных условий для расчета параметров среды под ЗО было принято, что на момент начала аварии давление во всех помещениях под ЗО равно 0,103 МПа, температура воздуха консервативно принята 60 °С (максимальная температура в помещениях при нормальной эксплуатации), относительная влажность – 60 %.

В качестве исходного события принят обрыв трубопровода Ду279 (351×36 мм), осуществляющего связь ГЕ CAO3 со сборной камерой реактора (рис. 1, а, б). По рассматриваемым условиям протекания ТА на исходное событие накладывается отказ на включение всех активных каналов CAO3 – насосов систем аварийного впрыска высокого (ВД) и низкого (НД) давления.

Рис. 2. Место разрыва трубопровода Ду279, соединяющего ГЕ CAO3 со сборной камерой реактора



Расчет выполнялся с учетом работы рекомбинаторов, которые начинают функционировать при образовании в помещении повышенной концентрации водорода и продолжают работать, пока она не снизится до безопасного значения. По условиям расчета величина стартовой концентрации водорода была принята равной 2 об. %, а производительность каталитических пластин рекомбинаторов – сниженной на 10 % (чтобы учесть возможное отравление пластин).

Функционирование спринклерной системы при расчете не учитывалась, поскольку подача борированной воды на распылительные форсунки связана с работоспособностью насосов CAO3 (см. рис. 1, а), на включение которых в принятом сценарии протекания ТА накладывается отказ. В маловероятных ситуациях, когда спринклерная система остается активной, оператор должен ее отключить по требованию руководства по управлению ТА. Обязательность этой меры обусловлена тем, что работа спринклерной системы уменьшает количество пара в атмосфере ЗО, а это приводит к образованию детонационно-опасных ВСС в помещениях.

Развитие аварийной ситуации

В результате разрыва трубопровода Ду279 (рис. 2) происходит нарушение герметичности 1-го контура и начинается истечение теплоносителя в объем ЗО (за 80 с в течь выбрасывается больше 200 т теплоносителя). Происходит быстрое снижение давления и массы теплоносителя в 1-м контуре и полное опорожнение компенсатора давления (КД). Через 0,7 с после начала аварии срабатывает аварийная защита (АЗ), вследствие чего опускание поглощающих стержней в активную зону останавливает цепную ядерную реакцию деления и мощность реактора снижается до уровня остаточных тепловыделений (2,7 с).

После срабатывания АЗ происходит закрытие стопорных клапанов турбины (5,7 с). Как следствие, быстро растет давление во 2-м контуре – в главном паровом коллекторе и ПГ, что приводит к срабатыванию клапанов быстродействующей редуцирующей установки сброса пара в атмосферу (БРУ-А) в режиме поддержания давления. Из-за вскипания теплоносителя в активной зоне отключаются главные циркуляционные насосы (ГЦН) (8,3 с).

После остановки турбины отвод тепла через 2-й контур осуществляется БРУ-А в режиме расхолаживания 30 °С/ч и системой пассивного отвода тепла через парогенераторы (СПОТ ПГ). Последняя выходит на полную мощность через 109,2 с и способствует сохранению естественной циркуляции теплоносителя до начала осушения активной зоны.

Кратковременный рост уровня теплоносителя в реакторе наблюдается при подаче в 1-й контур относительно холодной (~70 °С) воды из ГЕ CAO3 (с 73,7 по 182,9 с). При этом часть подаваемой воды выбрасывается в ЗО через разрыв со стороны корпуса реактора (из аварийной гидроемкости практически вся вода попадает в объем ЗО в момент отрыва трубопровода).

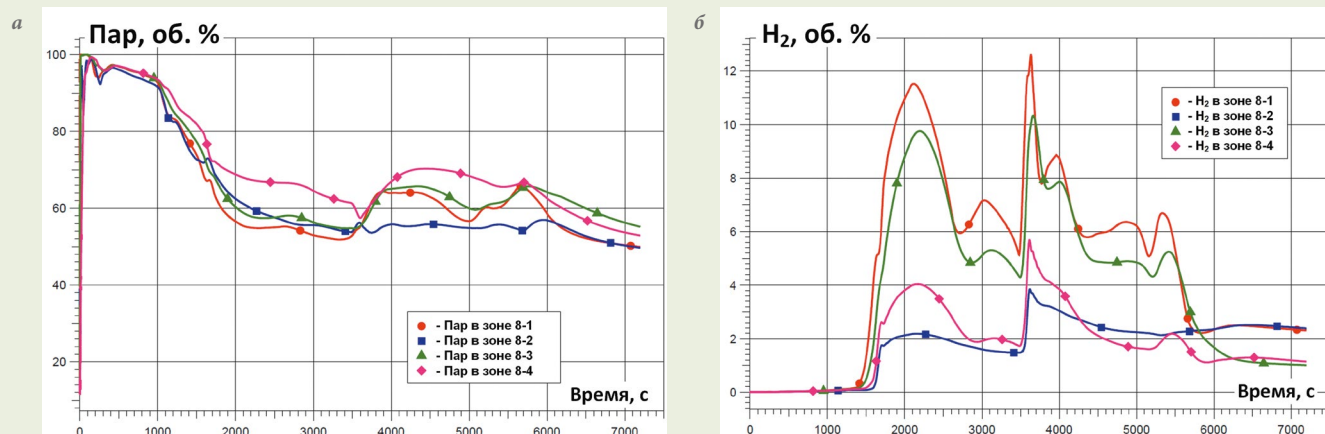


Рис. 3. Концентрация водяного пара (а) и водорода (б) в аварийном отсеке ПГ

Интенсивный разогрев элементов активной зоны начинается после осушения ее верхней части (206,7 с). При отсутствии подпитки 1-го контура охлаждающей водой температура над активной зоной превышает 400 °С (1018 с) – в этот момент диагностируется переход аварии в тяжелую фазу.

Вследствие разогрева активной зоны температура циркониевых оболочек твэлов достигает 1200 °С и начинается их окисление с интенсивной генерацией водорода (1423 с). При этом мощность тепловыделения от пароциркониевой реакции в осушенной части активной зоны может превосходить мощность остаточных тепловыделений.

Для послеаварийной флегматизации атмосферы ЗО с целью предотвращения взрыва водорода оператор осуществляет сброс пара из 1-го контура в барботер путем открытия клапанов импульсно-предохранительных устройств (ИПУ) КД (1048 с), а также выполняет закрытие клапанов БРУ-А и отключение СПОТ ПГ (2400 с). Подробно комплекс мер по управлению оператором водородной ситуацией в ЗО на внутрикорпусной стадии аварии рассмотрен в [2].

После нарушения герметичности циркониевых оболочек твэлов происходит окисление карбида бора (материала поглощающих стержней) и стальных компонентов (паростальная реакция) в активной зоне, идет нагрев и расплавление внутрикорпусных устройств, образуются локальные ванны расплава – кориума (2763 с).

После стекания на опорную плиту и в опоры тепловыделяющих сборок (3435 с) расплав взаимодействует с остатками воды в нижней части корпуса реактора, что приводит к образованию дополнительного количества пара и водорода. Далее происходит обрушение нижней опорной плиты реактора (5095 с), проплавление шахты (6497 с) и разрушение корпуса (7239 с). Кориум поступает в расположенную в подреакторном пространстве шахты ловушку расплава, где осуществляется его долгосрочное захлаживание.

Всего за расчетное время протекания аварии (~7200 с, или 2 ч) через разрыв в атмосферу ЗО поступает приблизительно 300 т воды, 70 т пара, 460 кг водорода.

На начальном этапе развития аварии наблюдается резкий рост объемной концентрации пара (рис. 3, а), давления и температуры среды в помещениях ЗО, связанный

с выбросом через течь большого количества высокоэнергетического теплоносителя, который мгновенно вскипает в атмосфере ЗО. Дополнительное нагревание парогазовой среды происходит за счет работы рекомбинаторов водорода после их разогрева и выхода на номинальную производительность.

Рост давления ограничивается за счет большого свободного объема помещений ЗО, а также благодаря конденсации пара на «холодных» поверхностях строительных конструкций и оборудования. Отвод тепла осуществляется при помощи системы пассивного отвода тепла от ЗО (СПОТ ЗО) за счет конденсации парогазовой среды на теплообменниках-конденсаторах и испарения воды в атмосферу из баков аварийного отвода тепла (БАОТ).

Максимальные концентрации водорода (10–13 об. %) достигаются в расчетных объемах 8-1 и 8-3 (аварийный отсек ПГ), 8-1 – объем, в котором моделируется разрыв (рис. 3, б). В остальных расчетных объемах максимальная концентрация водорода не превышает 6 об. %. Пиковые значения концентрации соответствуют периодам интенсивного поступления водорода из реакторной установки – временным промежуткам, когда происходит потеря герметичности циркониевых оболочек твэлов (2100 с) и когда расплав взаимодействует с остатками воды в нижней части корпуса реактора (3500 с).

После 5500 с в помещениях ЗО наблюдается снижение и выравнивание концентрации водорода по объему ЗО за счет активного перемешивания среды и работы рекомбинаторов.

Исследование возможности дефлаграции/детонации ВСС

Для анализа возможности дефлаграции/детонации в атмосфере ЗО при рассматриваемой аварии на основе рассчитанных концентраций компонентов ВСС (пар, воздух, водород) строится трехкомпонентная диаграмма Шапиро – Моффетти для расчетных объемов, моделирующих аварийный отсек ПГ (общий вид на рис. 4, а, более детальный – на рис. 4, б). Точки на диаграмме показывают долю каждого компонента в смеси для конкретного расчетного объема в определенный момент за все время моде-

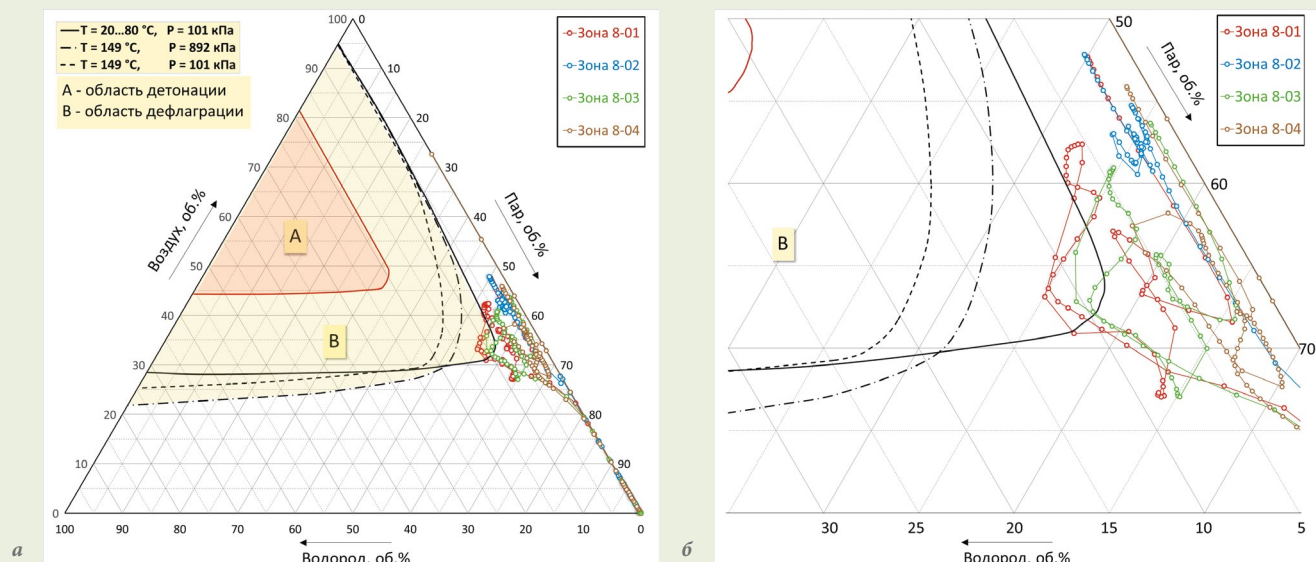


Рис. 4. Трехкомпонентная диаграмма Шапиро – Моффетти для ВСС в аварийном отсеке ПП

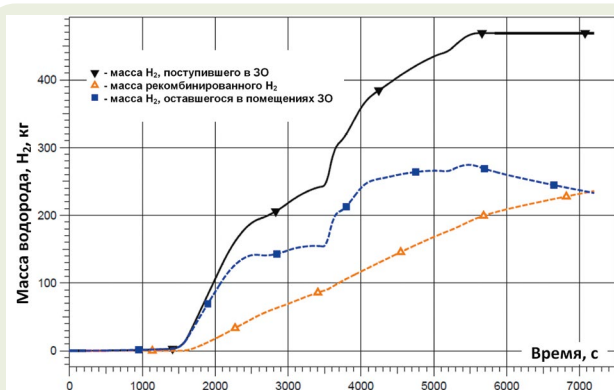


Рис. 5. Графики изменения массы водорода в процессе его поступления, рекомбинации и накопления в ZO

лирования аварии. Как видно на диаграмме, при рассматриваемом сценарии ТА детонация не происходит (точки лежат вне области А).

Горение водорода происходит, когда концентрация водяного пара становится ниже 55 об. %. При ее повышении (вследствие принятия мер по флегматизации атмосферы помещений паром) дефлаграция прекращается, и ее возобновление невозможно даже при высоком объемном содержании водорода в атмосфере.

На диаграммах показано (рис. 4, б), что дефлаграция ВСС возможна в расчетных объемах 8-1 и 8-3 (точки попадают в область В).

Для остальных помещений под ZO детонация и дефлаграция исключаются.

На рисунке 5 представлены графики изменения массы водорода, поступившего в помещения ZO через разрыв трубопровода, удаленного рекомбинаторами и оставшегося в помещениях ZO. Графики позволяют сделать вывод, что за расчетное время аварии система удаления водорода сжигает около 50 % его массы.

Выводы

Использование каталитических рекомбинаторов водорода является эффективным способом снижения объемного содержания водорода в атмосфере под защитной оболочкой.

При переходе аварийной ситуации в тяжелую фазу предусмотрен также комплекс дополнительных мер по управлению тяжелой аварией для снижения вероятности образования взрывоопасных водородсодержащих смесей за счет насыщения водяным паром газовой среды под защитной оболочкой.

Результаты расчетов показывают, что функционирование пассивной системы удаления водорода, а также осуществляемые оператором действия по управлению тяжелой аварией сводят к минимуму вероятность образования взрывоопасных смесей, представляющих угрозу целостности герметичного ограждения.

Водородная безопасность на Белорусской АЭС при протекании рассмотренной тяжелой аварии с течью теплоносителя при разрыве трубопровода Ду279 считается обеспеченной в соответствии с нормами и правилами по обеспечению водородной взрывозащиты [3, 4].

Список литературы

1. Дойникова, А.В. Водородная безопасность на энергоблоках АЭС / А.В. Дойникова, П.К. Нагула, Д.Л. Третинников // Сб. докл. VII Минского междунар. colloquium по физике ударных волн, горения и детонации, Минск, 2–5 окт. 2023 г. – Минск: ИТМО НАН Беларуси, 2023. – С. 91–99.
2. Нагула, П.К. Обеспечение водородной взрывозащиты на Белорусской АЭС при тяжелых авариях / П.К. Нагула, Д.Л. Третинников, А.В. Дойникова // Энергетическая стратегия. – 2024. – № 1 (97). – С. 30–32.
3. Правила обеспечения водородной взрывозащиты на атомной станции: федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-040-02. – Введ. 01.09.2003. – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2003. – 11 с.
4. Правила обеспечения водородной взрывозащиты на атомных электростанциях с реакторами типа ВВЭР: нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности [Электронный ресурс]: постановление М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 11 мая 2010 г., № 19. – Режим доступа: https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/05e/postanovlenie_mchs_19.pdf. – Дата доступа: 22.09.2023.

УДК [621.643.02.076:665.775.4]:620.193.4

А.П. КРЕНЬ,
д.т.н., профессор, заведующий лабораторией
ИПФ НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: 7623300@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-9658-1003

С.Ф. ГОРИЧЕНКО,
начальник транспортной службы
УП «МИНГАЗ», Минск, Беларусь,
e-mail: gsf2003@mail.ru

А.В. НИКИФОРОВ,
младший научный сотрудник
НИЛ «Информационно-измерительные системы»
БГУ, Минск, Беларусь,
e-mail: physnikiforov@gmail.com

М.Н. ДЕЛЕНДИК,
к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Безопасность
технологических процессов и производств»
МИПК и ПК БНТУ, Минск, Беларусь,
e-mail: delendik@mipk.by

О.В. МАЦУЛЕВИЧ,
к.т.н., ведущий научный сотрудник
ИПФ НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: matsulevich.o.v@gmail.com

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА БИТУМНЫХ ПОКРЫТИЙ ГАЗОПРОВОДОВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОМ СТАРЕНИИ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы оценки остаточного ресурса битумно-мастичной изоляции по данным измерения ее механических характеристик в процессе термоокислительного старения. Для контроля упругих и вязких свойств изоляции предложено использовать метод микроударного индентирования, позволяющий провести измерения непосредственно на месте контроля. Представлена методика определения срока службы изоляции.

Ключевые слова: битумная изоляция, старение, остаточный ресурс, микроударное индентирование

Annotation

In this paper the issues of assessing the residual life of bitumen-mastic insulation based on the measurement of the data of its mechanical characteristics during the process of thermal-oxidative aging are discussed. It is proposed to use the micro-impact indentation method to control the elastic and viscous properties. The method allows to carry out measurements directly on the tested coating. The technique for determination of the service life of insulation is developed.

Keywords: bitumen insulation, aging, residual life, micro-impact indentation

*Статья поступила в редакцию
19 января 2024 года*

В настоящее время защита трубопроводов от электрохимической коррозии осуществляется двумя основными методами, которые, как правило, используются совместно: путем нанесения изоляционного покрытия либо управления катодным током, создаваемым станциями катодной защиты (СКЗ). При этом существуют ограничения, которые определяют экономическую эффективность методов: покрытие не должно иметь низкое переходное электрическое сопротивление, поскольку в этом случае для обеспечения надежной защиты катодный ток необходимо увеличивать. Как следствие, повышаются расходы на оплату электроэнергии и содержание СКЗ. При длительной эксплуатации эти расходы могут превысить стоимость самого трубопровода, защита которого обеспечивается.

Несмотря на очевидный рывок в создании новых видов изоляции (полиэтиленовой, эпоксидной, MLPP и др.), значительную долю по-прежнему составляют битумные покрытия. При оценке их качества основными задачами являются прогнозирование долговечности и определение остаточного ресурса.

Как правило, гидроизоляционные покрытия недоступны для осмотра и ремонта, поэтому срок их службы должен быть не меньше срока службы сооружения в целом. При нанесении битумно-мастичной изоляции (БМИ) ее расчетная долговечность с точки зрения экономической эффективности должна составлять минимум 40–50 лет, чтобы обеспечить назначенный ресурс металла газопровода. Однако по мере эксплуатации газопроводов ресурс трубы может неоднократно продлеваться. В связи с этим необходимы

достоверные данные для оценки остаточного ресурса изоляции – в зависимости от результатов он также может быть продлен или понадобится переизоляция трубопровода.

Деградация свойств изоляции происходит под действием различных факторов: атмосферного старения, размягчения под влиянием грунтовых вод, воздействия газообразных продуктов, накопления микродефектов с потерей прочностных свойств и нарушением целостности покрытия из-за действующего статического давления в трубопроводе и др.

Опыт использования битумных покрытий свидетельствует, что экономическая эффективность их применения сохраняется вплоть до достижения значений переходного сопротивления (R) 500–1000 Ом·м². Однако на величину R может повлиять ряд факторов, включая наличие влаги в грунте. При этом само покрытие может быть в относительно хорошем состоянии. Поэтому для принятия решения, например, о снижении влажности грунта и продлении срока службы трубопровода необходимо оценить именно свойства покрытия и иметь четкий прогноз их дальнейшего изменения для своевременного планирования ремонта.

Для оценки качества покрытий также определяют такие параметры, как индекс пенетрации (EN 1426), вязкость (EN 13589), температура размягчения (EN 1427), упругое восстановление (EN 13398), изгибная прочность (EN 10300), водонасыщение (EN 1428) и др. Однако методы их оценки требуют применения достаточно дорогого оборудования и не могут использоваться непосредственно на объекте контроля.

В данной работе в качестве параметра качества предлагается использовать коэффициент жесткости покрытия, измеряемый методом динамического индентирования. Данный метод [1, 2] заключается в нагружении материала посредством жесткого индентора (элемент, вдавливаемый в испытываемый материал), записи диаграммы внедрения и расчете характеристик согласно принятым алгоритмам. Существующие работы по оценке битумных материалов методом индентирования, как правило, ограничиваются статическим вариантом нагружения [3]. Между тем микроударное индентирование имеет существенное преимущество перед другими методами, поскольку отличается простотой реализации и не требует изготовления образцов специальной формы и размеров.

Целью работы является изучение реакции БМИ на приложенное микроударное воздействие, оценка чувствительности измеряемых параметров индентирования к изменению свойств изоляции в процессе старения и разработка методики оценки остаточного ресурса покрытия.

Измерение переходного сопротивления и механических характеристик изоляции

Для измерения переходного сопротивления изоляции R как основного диагностического параметра, использующегося в настоящее время, применялась схема «мокрого контакта», изображенная на рисунке 1. По этой схеме на поверхность изоляции, очищенную от грунта, накладывают тканевое полотенце, смоченное 3%-ным раствором сернокислого натрия. Сверху накладывают металлический электрод-бандаж шириной не менее 0,4 м и плотно стягивают его болтами или резиновыми лентами.

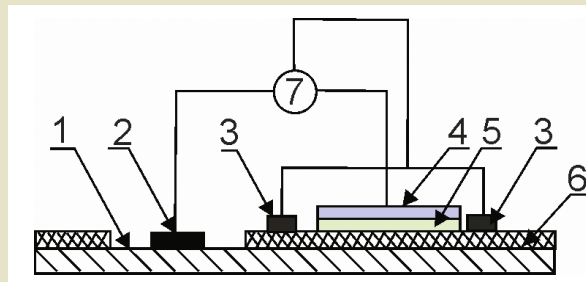


Рис. 1. Схема измерения переходного сопротивления:

1 – стенка трубы; 2 – контакт с трубой;
3 – экранирующие кольцевые электроды-бандажи;
4 – кольцевой электрод-бандаж; 5 – тканевое полотенце;
6 – изоляционное покрытие трубы; 7 – тераомметр или мегаомметр

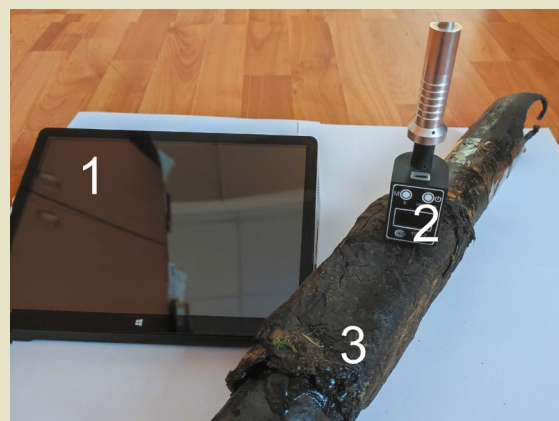


Рис. 2. Внешний вид оборудования для неразрушающего контроля БМИ:

1 – электронный блок; 2 – ударный механизм с датчиком; 3 – образец трубы с битумным покрытием

Переходное сопротивление защитного покрытия на трубах определяют по формуле $R = R_t \cdot S$, где R_t – показания тераомметра или мегаомметра, Ом; S – площадь электрод-бандажа, имеющего контакт с защитным покрытием, м².

Для измерения параметров, характеризующих механические свойства покрытия (коэффициенты жесткости C_m и вязкости η), использовался метод динамического индентирования. Экспериментальные исследования проводились с помощью прототипа прибора, разработанного в ИПФ НАН Беларуси. Подробное описание конструкции оборудования содержится в работе [4].

Прибор (рис. 2) состоит из механизма, обеспечивающего микроударное воздействие на материал, и электронного блока, подключаемого к компьютеру или планшету. Ударный механизм обеспечивает разгон сферического индентора под действием силы тяжести и его возврат в исходное положение по окончании процесса соударения. Измерение скорости индентора (рис. 3, а) производится с помощью магнитоиндукционного датчика. Текущие значения скорости, контактного усилия и глубины внедрения индентора считываются электронным блоком и обрабатываются по заданным алгоритмам. Данные выводятся на дисплей или сохраняются для последующей статистической обработки.

Основную информацию о свойствах материала несет диаграмма вдавливания индентора (P – контактное усилие,

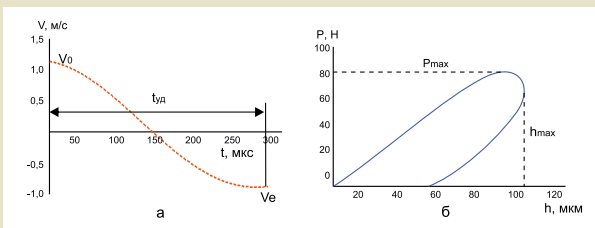


Рис. 3. Типичный график изменения скорости (а) и диаграмма вдавливания (б) индентора

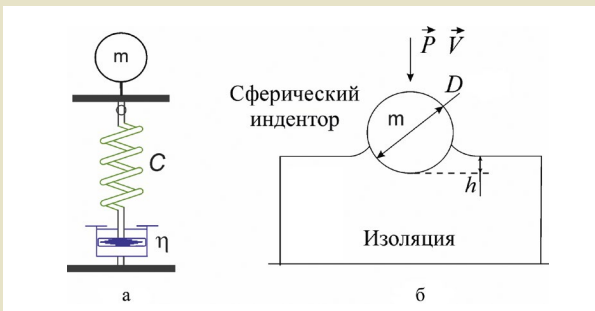


Рис. 4. Модель Максвелла, описывающая взаимодействие индентора с материалом (а) и схема контакта индентора с изоляцией (б)

h – глубина вдавливания), типичный вид которой представлен на рисунке 3, б.

Особенностью механического нагружения битумов является сильная зависимость их свойств от температуры и скорости приложения нагрузки. Поэтому все измерения проводились при температуре 20 ± 2 °С. Как ранее было показано в исследовании [2], оптимальной моделью, описывающей отклик материала на приложенное микроударное воздействие, является модель Максвелла, дополненная элементом в виде массы индентора (рис. 4).

В этой модели характеристики материала описываются коэффициентом жесткости C_m и коэффициентом вязкости η . Выражения (1) и (2) для их расчета также были получены в [2].

$$C_m = mw^2 \left(1 + \frac{\ln\left(\frac{V_0}{V_e}\right)^2}{4\pi^2} \right), \quad (1)$$

где m – масса индентора, г; $w = \pi/t_{уд}$, где $t_{уд}$ – время удара, с; V_0 и V_e – скорости подлета и отлета индентора, м/с.

$$\eta = \frac{C_m t_{уд}}{\ln\left(\frac{V_0}{V_e}\right)}. \quad (2)$$

Свойства материалов, определяемые по формулам (1) и (2), являются механическими характеристиками и в сильной степени зависят от температуры, скорости нагружения, диаметра индентора, энергии удара и других параметров, что необходимо учитывать при создании диагностического оборудования.

Параметры индентирования, используемые в ходе исследования, были следующими:

- масса индентора $m = 7$ г;
- диаметр сферического наконечника $D = 2,2$ мм;
- предударная скорость $V_0 = 1,2$ м/с.

В качестве исследуемых объектов использовались вырезки труб из газопроводов, построенных в разное время и покрытых изоляцией марки БНИ-IV. Данная изоляция представляет собой материал, полученный в процессе окисления нефтяных продуктов с добавками смол, масел и асфальтенов. Технические характеристики материала в исходном состоянии (согласно сертификату производителя) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные технические характеристики битума БНИ-IV

Показатель	Норма
Температура размягчения	До 85 °С
Глубина проникания иглы	25–40 мм при 25 °С
Температура вспышки	Не менее 250 °С
Растяжимость	Не менее 3 см
Массовая доля водорастворимых соединений	Не более 0,2 %
Изменение массы после прогрева	Не более 0,5 %
Водонасыщение за 24 ч	Не более 0,1 %

Измерение C_m проводилось как непосредственно на изолированных трубах, так и на образцах, изготовленных из изоляции. В первом случае измерения выполнялись после удаления верхнего слоя покрытия толщиной 2–3 мм, что позволяло устранить влияние его пористости на результат контроля. Второй вариант требовал подготовки образцов методом теплового старения. Изоляция снималась с труб, измельчалась, засыпалась в специально изготовленные ячейки и нагревалась при температуре 100 °С в течение 30 мин, в результате чего размягчалась и растекалась ровным слоем в ячейке. Как показали эксперименты, такая подготовка не оказывала значительного влияния на изменение исходного значения C_m – оно увеличивалось не более чем на 3 %.

Взаимосвязь критических значений жесткости покрытия и его переходного сопротивления

Эксперименты по определению переходного сопротивления изоляции подтвердили, что в зависимости от времени эксплуатации оно имеет тенденцию к уменьшению. Однако представленные на рисунке 5 графики говорят о том, что прогнозировать динамику переходного сопротивления исходя только из срока службы газопровода невозможно, поскольку в различных местах укладки труб на покрытие действуют различные по интенсивности и характеру агрессивного воздействия факторы. Поэтому необходим дополнительный критерий достижения предельного состояния, в качестве которого нами было предложено использовать коэффициент жесткости покрытия C_m .

Проведенные исследования позволили построить график, связывающий величины R и C_m (рис. 6). Он может быть использован для принятия решения о пригодности изоляции, для чего необходимо определить две величины – R и C_m .

Оценка долговечности (остаточного ресурса) изоляции методом ускоренного температурного старения

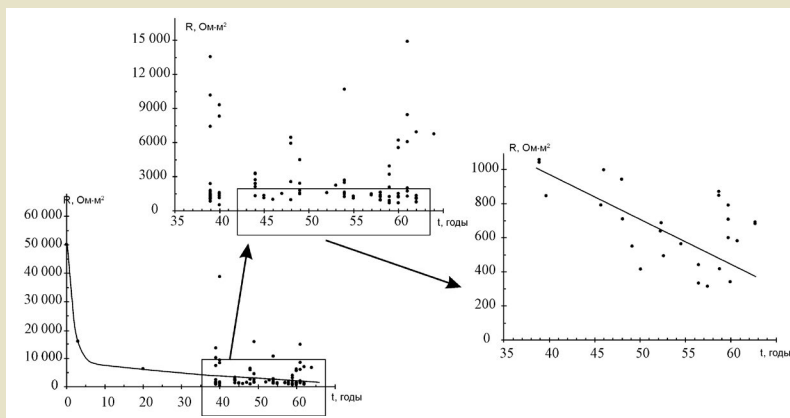


Рис. 5. Изменение переходного сопротивления покрытия в зависимости от срока эксплуатации газопровода

На графике отмечено несколько областей, которые определяют техническое состояние покрытия:

- область 1 – качественное покрытие, которое способно выполнять свои функции;
- область 2 – зона неопределенности. Ее можно разделить на две части. Образцы в первой части (выше линии 1000 Ом·м²) в большинстве случаев были извлечены из сухого песчаного грунта (точки красного цвета), а образцы во второй части – из влажного (точки голубого цвета). То есть мероприятия по водоотведению могут резко повысить значение R;
- область 3 – непригодное покрытие с низким сопротивлением ($R < 1000 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$) и высоким коэффициентом жесткости ($C_m > 1,3 \text{ МН/м}$);
- область 4 – практически разрушенное покрытие с низким сопротивлением ($R < 500 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$) и низким показателем жесткости ($C_m < 1,3 \text{ МН/м}$), что объясняется высокой пористостью.

Покрытия в областях 3 и 4 считаются непригодными и подлежат замене. Можно однозначно утверждать, что при $C_m > 1,3 \text{ МН/м}$ вероятность того, что сопротивление изоляции достигло своего критического значения, составляет практически 100 %. В этом случае даже нет необходимости измерять R.

Для областей 1 и 2, где покрытия могут быть пригодными к дальнейшей эксплуатации, существует необходимость в прогнозировании остаточного ресурса.

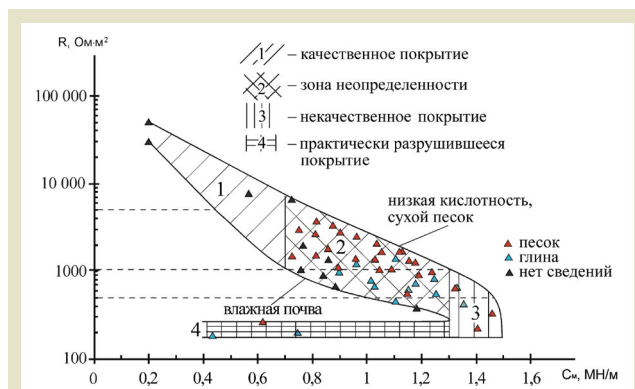


Рис. 6. Связь переходного сопротивления и жесткости покрытия

Оценивать долговечность БМИ можно несколькими способами. Как правило, оценка проводится на основании изменения упругих характеристик материала. В нашем случае при индентировании модуль упругости может быть заменен коэффициентом жесткости C_m .

Установить точный срок службы или хранения материала не всегда представляется возможным вследствие того, что невозможно установить точный механизм старения. Для каждого отдельно взятого полимера он будет определяться условиями, при которых происходит деградация. Это

могут быть различные воздействия – озоновое, химическое, механическое, температурное. Учесть скорость и механизм их совместного влияния очень сложно. Поэтому, как правило, испытания проводят при воздействии какого-либо одного фактора, который оказывает наибольшее влияние, и вводят коэффициент запаса. В нашем случае было принято решение проводить процедуру температурного старения.

Учитывая, что изменения свойств изоляции при рабочей температуре происходят достаточно длительное время, мониторинг свойств проводился методом ускоренного старения при повышенной температуре. При этом деградацию материала можно описать как изменение, скорость которого определяется некоторой константой, зависящей от температуры по закону Аррениуса:

$$K(T) = A \cdot \frac{U}{R_n T}, \quad (3)$$

где $K(T)$ – время достижения характерного значения показателя старения, лет; A – константа, зависящая от свойств материала; U – энергия активации термодеструкции, Дж/моль; $R_n = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot ^\circ\text{K})$ – универсальная газовая постоянная; T – температура, $^\circ\text{K}$.

В качестве показателя старения для испытуемых материалов выбран коэффициент жесткости C_m . За критическое для него принято значение в диапазоне 1,3–1,5 МН/м, причем оно не должно изменяться при дальнейшем старении более чем на 3 % (критерий выхода на предельное значение).

Ускоренная методика прогнозирования длительности сохранения свойств покрытия основывается на экстраполяции и пересчете скоростей изменения показателей старения на температуру эксплуатации. Методика заключается в следующем:

- 1) скорости изменения свойств материала заменяются отношением времени достижения предельного значения C_m при разных температурах;
- 2) строится график зависимости выбранного показателя от продолжительности термического воздействия при разных температурах;
- 3) по графику определяется время до выхода материала из строя или срок его хранения.

Уравнение, которое используется для расчета, широко известно и может быть записано в виде

$$\tau = \tau_0 e^{\frac{U}{R_n T}}, \quad (4)$$

где τ_0 – эмпирическая постоянная.

Из этого уравнения можно получить выражение

$$\tau_p = \tau_1 \exp \left\{ \frac{U}{R_n} \left(\frac{T_1 - T_p}{T_1 T_p} \right) \right\}, \quad (5)$$

где T_1 и T_p – температура старения и рабочая температура, °K; τ_1 и τ_p – значения долговечности при температурах T_1 и T_p , лет.

Значение τ связано с изменением C_m до заданного предела. Для точного определения τ необходимо отслеживать изменение C_m во времени. Неизвестным в (5) является отношение U/R_n , однако оно легко может быть установлено по результатам испытаний при двух различных температурах – T_1 и T_2 :

$$\frac{U}{R_n} = \frac{\ln(\tau_2/\tau_1)}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}. \quad (6)$$

Для получения данных о поведении изоляции в исходном состоянии была установлена зависимость изменения C_m от времени старения при температуре 163 °C (~436 °K) для нового покрытия марки БНИ-IV (образец 1) и того же покрытия с предварительной выдержкой в растворе уксусной кислоты в течение 60 сут (образец 2). При измерениях образцы каждый раз доставались из нагревательного шкафа и охлаждались до 20 ± 2 °C, после чего снова загружались в шкаф с температурой 163 °C.

Зависимости изменения C_m для образцов 1 и 2 показаны на рисунке 7.

Как видно из графика, предельные значения C_m примерно соответствуют полученным на рисунке 6 (1,3–1,5 МН/м). Проведение старения при других температурах позволяет

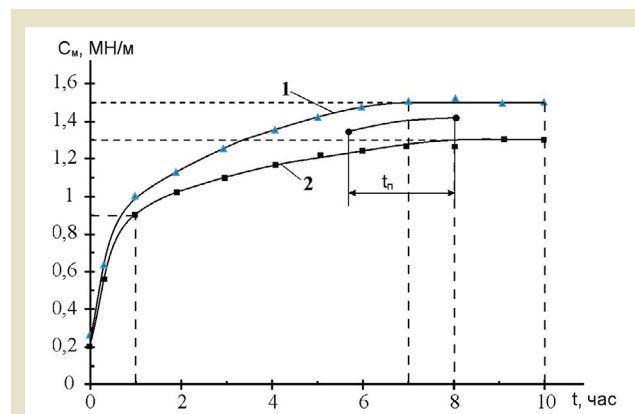


Рис. 7. Изменение жесткости покрытия в процессе термического старения при температуре 163 °C:

1 – новое покрытие на основе БНИ-IV; 2 – новое покрытие, предварительно выдержанное в уксусной кислоте в течение 60 сут

прогнозировать выход на предельное состояние при иных условиях. Так, в таблице 2 показаны результаты расчета долговечности при различных температурах для образцов 1 и 2, в таблице 3 – для случайно отобранных образцов 3 и 4.

По данным таблицы 2 можно утверждать, что полученные при различных температурах значения долговечности могут несколько отличаться. Так, например, для образца 1 при температуре старения 163 °C расчетный срок службы составляет 32 года, а при 130 °C – 49 лет. Здесь следует отметить, что битум является сложным по составу материалом, который не эксплуатируется при высоких температурах. Поэтому оптимально проводить старение при более низких температурах. Однако это может потребовать значительных временных затрат. В связи с этим необходимо найти компромисс между длительностью эксперимента и достоверностью получаемых результатов или воспользоваться коэффициентом запаса. Из таблицы 2 также видно, что образец 2, предварительно выдержанный в уксусной кислоте, имеет меньший срок службы.

Для определения остаточного ресурса образцов изоляции, которые длительное время находились в эксплуатации (таблица 3), применялась аналогичная методика. Вначале измерялось исходное значение C_m изоляции. Далее проводилось старение при 163 °C и определялось время достижения предельного состояния t_n . Это время фиксирует точное положение точки C_m на временной оси рисунка 8 (до и после старения) и дает первичное представление о степени приближения к предельному состоянию.

Для прогнозирования срока службы применялись дополнительные температурные воздействия (см. таблицу 2), которые, с помощью формул (4)–(6) позволяют дать прогноз изменения свойств (остаточный ресурс) при любой другой температуре эксплуатации. В таблицах 2 и 3 приведены данные расчета для $T = 20$ °C.

Таблица 2. Данные расчета долговечности нового покрытия

Темпера- тура ста- рения, °K	Предельное значение C _м , МН/м	Время достижения предельного значения C _м , ч	Соотно- шение U/R _n	Темпера- тура эксплу- атации, °K	Расчетная долговеч- ность при T = 20 °C	
					часы	годы
Образец 1						
436	1,5	7	9464	293	281 475	32
428		10,5	9903		451 277	52
423		13,8	9988		493 421	56
418		18,3	9940		469 937	54
413		24,4	9821		417 442	48
403		44	9971		427 695	49
Образец 2						
436	1,3	8	9464	293	321 685	37
428		12	9507		336 628	38
423		15,6	9666		398 104	45
418		20,5	9516		341 403	39
413		27	9927		513 280	59
403		49	9608		340 943	39

Таблица 3. Данные расчета остаточного ресурса покрытия после длительной эксплуатации

Темпера- тура ста- рения, °K	Предельное значение C _м , МН/м	Время дости- жения пре- дельного зна- чения C _м , ч	Соотно- шение U/R _n	Темпера- тура эксплу- тации, °K	Остаточный ре- сурс (при T = 20 °C)		
					часы	сутки	годы
Образец 3							
436	1,37	1	9464	293	40 211	1675	5
428		1,5	8565		15 265	636	2
423		1,9	9712		50 854	2119	6
418		2,5	9593		45 027	1876	5
413		3,3	9393		36 933	1539	4
403		5,8	9561		38 642	1610	4
Образец 4							
436	0,6	0,5	0	293	0,5	0,02	0
428		0,5	0		0,5	0,02	
423		0,5	6452		436,93	18,21	
418		0,6	0		0,6	0,03	
413		0,6	0		0,6	0,03	
403		0,6	1191		1,8	0,07	

Таблица 4. Данные расчета энергии активации термодеструкции

Номер образца	Энергия активации, Дж/моль	Расчетная долговечность при 20 °C, лет
1	83	48
2	85	43
3	81	4
4	9,8	<0,5

расчета U по формуле (7) с учетом графических данных приведены в таблице 4.

Полученные значения энергии активации термодеструкции согласуются с общеизвестными данными. Анализ результатов также показал резкое снижение энергии активации для образца 4, пришедшего в негодность.

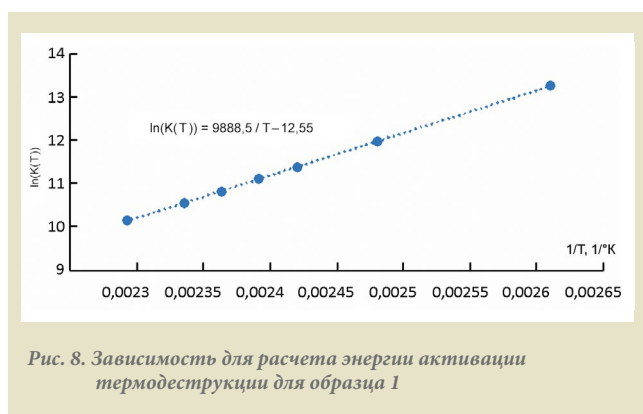


Рис. 8. Зависимость для расчета энергии активации термодеструкции для образца 1

Как видно из таблицы, если покрытие, из которого изготовлен образец 3, еще будет способно выполнять функции, то для образца 4 наблюдается нестабильность данных. При визуальном осмотре этот образец имел потрескавшуюся пористую поверхность. Его переходное сопротивление составило 8 Ом·м². Время выхода на предельное значение не превышало 0,5 ч и определялось с большой погрешностью. Очевидно, это покрытие полностью выработало свой ресурс и непригодно для дальнейшей эксплуатации. Хотя предельное значение C_m составляет 0,6 МН/м, данный образец принадлежит области 4, а не области 1 на рисунке 6.

Расчет энергии активации термодеструкции

Полученные данные дают возможность рассчитать такой важный параметр, как энергия активации U . Если переписать уравнение (3) в виде $\ln(K(T)) = \ln A + \frac{U}{R_n T}$, то

$$U = \text{tg}(k) R_n, \quad (7)$$

где k – угол наклона зависимости $\ln(K(T)) = f\left(\frac{1}{T}\right)$.

Пример такой зависимости для образца 1 из таблицы 2 показан на рисунке 8. Для остальных образцов результаты

Выводы

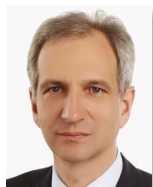
1. Проведенные исследования подтвердили возможность использования метода динамического индентирования для прогнозирования ресурса работоспособности битумно-мастичной изоляции.
2. Разработана методика расчета срока службы и остаточного ресурса на реальных образцах, отобранных на газопроводах низкого давления.
3. Получены значения остаточного ресурса изоляции. Установлены характерные значения энергии активации термодеструкции. Определена связь критических значений жесткости покрытия и его переходного сопротивления.
4. Разработан прототип оборудования для неразрушающего контроля качества покрытий, позволяющего определить значения жесткости непосредственно на объекте контроля.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований. Грант T22-005 «Изучение процессов деградации изоляционных покрытий газопроводов и разработка методики неразрушающего контроля их свойств и остаточного ресурса».

Список литературы

1. Kren, A. Impact indentation of metals in the transition region from the elastic to plastic state / A. Kren, A. Machikhin, A. Marchenkov // Journal of Materials Science. – 2023. – Vol. 58, № 2. – P. 961–967.
2. Оценка степени старения битумно-мастичной изоляции газопроводов по изменению механических характеристик / А.П. Крень [и др.] // Контроль. Диагностика. – 2022. – Т. 25, № 12 (294). – С. 4–10.
3. Ossa, E.A. Spherical indentation behaviour of bitumen / E.A. Ossa, V.S. Deshpande, D. Cebon // Acta Materialia. – 2005. – Vol. 53, № 11. – P. 3103–3113.
4. Kren, A.P. Determination of the relaxation function for viscoelastic materials at low velocity impact / A.P. Kren, A.O. Naumov // International Journal of Impact Engineering. – 2010. – Vol. 37, № 2. – P. 170–176.

Ю.А. ШМАКОВ,
первый заместитель генерального
директора – главный инженер
ГПО «Белэнерго»



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



РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ МАСТЕРА. НОВЫЕ ПОДХОДЫ

В производственной иерархии мастера представляют наиболее многочисленный отряд линейных руководителей нижнего звена, который на практике реализует решения высшего руководства. Главными компетенциями мастера являются профессиональные знания, помноженные на навыки, умения, опыт, лидерские и личностные качества. К сожалению, приходится признать, что сегодня постепенно утрачивается прежнее уважение к должности мастера, снижается ее общественный престиж, остро ощущается проблема дефицита работников этой категории. Так кто же он, мастер – руководитель или исполнитель в управленческой линейке? Насколько четко определен его статус? Как повысить эффективность работы мастеров, а следовательно, и всего энергетического производства?

Общеизвестно, что от профессиональных и организаторских способностей мастера во многом зависит своевременность выполнения производственных заданий, качество ремонтов оборудования и эффективность его эксплуатации, а также поддержание здорового климата и дисциплины в рабочем коллективе. Руководители этого уровня являются ключевым звеном в обеспечении культуры производства и безопасности труда.

В значение слова «мастер» изначально вкладывалось несколько понятий – это человек, достигший высокого искусства в своей профессии, творчески относящийся к своему делу, являющийся наставником молодых рабочих. В прежние времена мастер был на производстве авторитетной фигурой, и это подкреплялось и материально, и морально. Начиная с 1940 года в СССР на государственном уровне принимались нормативные документы и директивные решения, определяющие задачи мастера, его права и роль в организации трудового процесса, воспитании рабочих и борьбе за технологическую дисциплину [1, 2].

Многие из этих вопросов являются актуальными и сейчас, в том числе:

- соотношение прав и обязанностей мастера;
- разграничение функций между мастером и другими управленцами;
- совершенствование подготовки и повышение квалификации мастеров;
- закрепление мастеров на рабочих местах;
- мотивация и стимулирование мастеров.

Дальнейшее развитие эта тема получила и в учебно-методической литературе [3, 4].

В настоящее время мастера – основной кадровый резерв руководителей на энергопредприятиях. Повышение роли мастеров на производстве связано с усложнением личности современных рабочих, многие из которых сегодня имеют не только профессиональное техническое или среднее специальное, но и высшее образование. Кроме того, постоянно возрастающий поток информации повышает нервное напряжение работников и риск возникновения у них стресса. В этих условиях руководителю необходимо быть наблюдательным, уметь вовремя

распознавать предстрессовое состояние у подчиненных и знать, какие меры предпринимать. В связи с этим повышаются требования к навыкам мастера в решении психологических и социальных задач.

Следовательно, современный мастер должен обладать не только специальными знаниями и навыками, но и определенными личностными качествами и способностями, которые помогают ему строить эффективную коммуникацию, работать в команде.

Особенности труда мастера

Первая особенность работы мастера – это многообразие и разноплановость его деятельности. Согласно Единому квалификационному справочнику должностей ЕКСД (выпуск 3), утвержденному постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 29.05.2020 № 56, в должностные обязанности мастера входит обеспечение безаварийной и надежной эксплуатации объектов производства, знание НПА, ТНПА и ЛНА

по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, передового производственного опыта по профилю своей деятельности, а также основ экономики, организации производства, законодательства о труде и охране труда. В число квалификационных требований включено в том числе умение управлять подчиненным персоналом, разрабатывать мероприятия по созданию благоприятных условий труда, способствовать повышению культуры производства, рациональному использованию рабочего времени.

Еще одной особенностью деятельности мастера является динамичность, обусловленная внедрением в производство новой техники и оборудования, систем управления и автоматизации, цифровых технологий. Непрерывные и быстрые изменения в современном производстве требуют систематического переобучения данной категории работников, совершенствования их подготовки.

Таким образом, для эффективного руководства коллективом мастер должен обладать набором разноплановых качеств, среди которых:

- **морально-этические качества:** глубокое уважение к человеку, ответственное отношение к своим обязанностям, высокая мотивация поведения;
- **профессиональные качества:** практическое владение знаниями, умениями и навыками в профессиональной области, склонность к рационализаторству, осведомленность в области экономики, трудового права;
- **организаторские и управленческие качества:** умение организовывать и планировать работу подчиненного коллектива (бригады), подбирать кадры, четко формулировать цели и определять пути их достижения на производстве, качественно убеждать и аргументировать, проявлять новаторство;
- **психологические качества:** широта мышления, умение быстро переключаться с одного вида умственной деятельности на другой, самостоятельность, критичность, волевая собранность и др.

Успешная деятельность коллектива (бригады) и эффективность работы мастера во многом зависят от его профессиональной и психологической подготовки, настроенности и мотивации на результативную работу.

Профессиональная подготовка

Важным условием обеспечения безопасного и высокопроизводительного труда является хорошая профессиональная теоретическая и практическая подготовка персонала, наличие у работников достаточных знаний технологического процесса и обслуживаемого оборудования. Поэтому важной задачей было и остается обеспечение непрерывного профессионального обучения работников, направленного на поддержание уровня квалификации, отвечающего современным требованиям в энергетической отрасли.

В рамках образовательного процесса в учебных центрах РУП-облэнерго уделяется внимание не только выработке профессиональных знаний, умений, навыков, но и подбору средств и методов формирования и развития тех компетенций, которыми должен обладать работник предприятия электроэнергетики, в том числе мастер. Перечислим эти компетенции:

- широта и глубина знаний (владение фундаментальными и прикладными знаниями и готовность использовать их в практической деятельности; знание лучшей инженерной практики и умение применять ее; знание и использование программного обеспечения и техники предприятия);
- знание специфики работы энергосистемы, знание и осмысленное применение требований НПА, ТНПА, ЛНА с учетом конкретной ситуации;
- умение анализировать инженерные проблемы (оценивать и отбирать необходимую информацию, применять теоретические и практические методы для анализа проблем);
- социальная ответственность (принятие общественного блага в качестве высшего приоритета инженерной деятельности, готовность нести ответственность за социальные, культурные и экологические последствия этой деятельности в контексте устойчивого развития);
- законопослушность (готовность соблюдать все юридические нормы и требования, в том числе в части охраны здоровья и безопасности);
- приверженность этике инженерной деятельности (готовность к работе с соблюдением общекультурных этических норм);

- способность к организации и частичному или полному управлению одним или несколькими видами комплексной инженерной деятельности (способность применять знания, помогающие обеспечить эксплуатационную надежность оборудования, использовать техническую информацию и статистику, работать в команде; готовность быть лидером, разрабатывать стратегию, решать организационные и технические задачи, вопросы руководства персоналом);

- коммуникативные навыки (готовность к эффективному устному и письменному общению в процессе профессиональной деятельности);

- стремление к профессиональному развитию и обучению в течение всей жизни (готовность к непрерывному повышению квалификации и профессиональному совершенствованию, достаточному для поддержания и развития компетенций);

- нацеленность на поиск и внедрение инноваций (знание происходящих технических изменений в энергетике, экономической ситуации в стране, современных промышленных и экологических тенденций и проблем, поиск творческих решений в инженерной деятельности);

- способность устанавливать эффективные межличностные отношения и взаимодействовать с окружающими (в первую очередь с подчиненными) благодаря адекватной самооценке и пониманию других людей.

Организация непрерывного обучения и психологического обеспечения мастеров

Обучение персонала на предприятиях электроэнергетической отрасли осуществляется непрерывно в течение всей трудовой деятельности путем освоения образовательных программ дополнительного образования взрослых (повышение квалификации, курсы целевого назначения, обучающие курсы) и внутрипроизводственной подготовки (согласно СТП 33240.12.102-22 «Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики», утвержденному приказом ГПО «Белэнерго» от 30.11.2022 № 267).

Согласно квалификационным требованиям (ЕКСД, выпуск 3), на должность мастера может быть назначен

работник, имеющий высшее техническое образование и стаж работы на производстве не менее одного года или среднее специальное (техническое) образование и стаж работы на производстве не менее трех лет.

В советское время в целях создания резерва управленческих кадров руководителям предоставлялось право при наличии производственной необходимости вводить должность помощника мастера и назначать на нее, как правило, молодых специалистов – выпускников высших и средних специальных учебных заведений. Это позволяло за определенное время сформировать из молодого специалиста квалифицированного руководителя с необходимыми навыками и знаниями.

Сегодня также есть необходимость в течение года организовать целевую комплексную подготовку работника, назначенного инженером или мастером (без права руководства бригадой), в целях формирования у него требуемых компетенций.

В последующем мастер как руководитель должен повышать свою квалификацию не реже одного раза в пять лет посредством освоения образовательной программы повышения квалификации, направленной на его профессиональное совершенствование, обновление теоретических и практических знаний, умений и навыков.

С учетом вышеизложенных требований к должности мастера **считаем, что в целях развития и поддержания высокого уровня профессиональных компетенций мастеров необходимо внедрить для данной категории работников предприятий электроэнергетики дополнительное периодическое обучение в учебных центрах по образовательным программам курсов целевого назначения или обучающих курсов в следующих случаях:**

- при вводе в действие новых ТНПА и НПА, существенных изменений и дополнений в ППБ, ПТЭ, ПТБ, внедрении новых технологий в производство;
- для изучения основных актов программного характера, имеющих приоритетное политическое, социальное и экономическое значение для Республики Беларусь.

Дополнительное периодическое обучение мастеров должно проводиться:

- по определенным направлениям и актуальным вопросам электроэнергетики – не реже одного раза в два года;
- на право выполнения работ под напряжением 0,4–10 кВ – не реже одного раза в три года (мастер с бригадой).

Периодичность обучения должна быть закреплена соответствующим ЛНА предприятия.

Как правило, в обучении мастеров основной упор делается на вопросы охраны труда и безопасности производства, специальные вопросы электроэнергетики, решение практических профессиональных задач. Учитывая многозадачность и многофункциональность деятельности мастера на производстве, в учебные программы следует включать также разделы по трудовому законодательству, борьбе с коррупцией и правонарушениями, правовому просвещению, экономике, экологии и энергосбережению, организации производства, труда и управления персоналом, психологии.

Особое внимание следует уделять развитию и формированию культуры безопасности, имеющей существенное значение для системы управления охраной труда и предотвращения профессиональных рисков для персонала. Поскольку культура безопасности неразрывно связана с поведением людей, то главными факторами являются внутренняя мотивация и компетентность персонала. На предприятии именно мастер определяет реальную культуру производства и контролирует ее состояние. Именно ему приходится самостоятельно разрешать большинство возникающих в коллективе личностно-производственных проблем, в том числе связанных с противоречиями между материальными интересами рабочих и безопасностью их труда.

Для того чтобы мастер мог грамотно управлять вверенным ему участком производства и бригадой, важно сформировать у него четкое представление о том, что такое лидерство с точки зрения культуры безопасности и как он может его проявлять. Он должен понимать, что лидерство выражается в его личном (а не формальном, декларативном) отношении к охране труда, в демонстрации безопасных подходов к выполнению работ. Мастер должен создавать атмосферу доверия и открытости в вопросах обеспечения безопасности труда. Важно проявлять лидерские каче-

ства в повседневном взаимодействии с подчиненным персоналом. Однако не каждый мастер может выступать в роли лидера, ведь для этой роли недостаточно занимать административную должность. Необходима совокупность деловых и личных качеств, активное проявление которых обеспечивает авторитетность этой категории руководителей, их психологическую эффективность [5].

В связи с тем что мастера в своей производственной деятельности испытывают большие психологические нагрузки, им необходима соответствующая подготовка. Кроме комплексного психологического обследования (тестирования) мастеров актуально проведение с ними различных коррекционно-развивающих мероприятий, тренингов, лекций-бесед на следующие темы: «Лидерство и стратегии поведения мастера в вопросах культуры безопасности труда», «Психологические аспекты в проведении мероприятий по охране труда», «Способы и методы организации дисциплины в рабочем коллективе», «Тренинг эффективного взаимодействия в системе руководитель – подчиненный», «Развитие руководящих компетенций мастера» и т.п.

Таким образом, в учебных центрах РУП-облэнерго следует осуществлять комплексный подход к обучению мастеров, ориентированный на повышение квалификационной и психологической подготовленности данной категории руководителей.

Статус должности мастера на производстве

Любая профессия привлекает человека не только содержанием, условиями труда и уровнем оплаты, но и той репутацией, которую она имеет в обществе. Низкий «рейтинг» профессии приводит к оттоку с производства способных работников, особенно молодых. Поэтому на предприятии необходимо формировать и постоянно поддерживать престиж должности мастера. Его деятельность должна рассматриваться как важный фактор успешного решения производственных задач. Психологически восприятие руководителя подчиненными связано прежде всего с уровнем престижа его

должности: чем больше объем власти и полномочий, которыми он обладает, тем сильнее психологический эффект. Естественно, что управленцу, чья должность оценивается как престижная, легче завоевать популярность и стать лидером коллектива.

Пропаганда и популяризация профессий – важная производственная проблема, имеющая экономическое и социально-психологическое значение. Поэтому формирование общественного престижа профессии – задача всего общества, а также средств массовой информации. Что касается должности мастера, то ее престиж формируется в том числе коллективом, в котором трудится работник.

Одной из проблем повышения статуса мастера является отсутствие дифференциации в оценке квалификации мастеров, а следовательно, в оплате их труда. Если для рабочих профессий существует тарифно-квалификационная шкала разрядов, то к должности мастера в ЕКСД предъявляются лишь общие требования в отношении образования и стажа работы. В этой ситуации определить уровень эффективности работы мастера и его компетентности не представляется возможным, особенно в части организаторских и лидерских способностей, психологической подготовленности, деловой культуры и т.д.

Комплексная работа по подготовке мастеров на производстве

Особое внимание следует уделять молодым работникам, назначенным на должность мастера. Именно у них возникает немало трудностей в работе, связанных с отсутствием специальных знаний, производственного и жизненного опыта, навыков взаимодействия с коллективом. Зачастую в этих условиях у мастера на смену горячему желанию эффективно работать приходит разочарование, пропадает интерес к профессии и дальнейшему карьерному росту.

В целях формирования, поддержки и развития профессиональных компетенций молодых мастеров, повышения их эффективности как руководителей и лидеров

предлагаем внедрить целевую комплексную программу по обучению и психологическому сопровождению данного контингента руководителей, которая должна реализовываться под руководством опытных и высокопрофессиональных управленцев и психологов.

В рамках этой программы в течение года следует проводить мероприятия, необходимые для достижения обозначенных целей. После прохождения обучения важно наладить обратную связь с мастерами (в форме анкетирования, собеседований), которая позволит судить об эффективности подготовки.

Целевая программа должна составляться совместно главным инженером филиала (вопросы эксплуатации, ремонта, охраны труда и т.п.), заместителем главного инженера по персоналу (работа с подчиненными) и специалистами учебного центра (профессиональное обучение и психологическая подготовка в целях формирования профессиональных компетенций).

Подготовку мастеров важно осуществлять комплексно – как в учебном центре, так и в структурных подразделениях предприятия в рамках внутрипроизводственной подготовки. Подготовка должна проводиться в два этапа: на протяжении 6 месяцев для вновь назначенных и молодых мастеров и затем в течение всей трудовой деятельности на должности. Второй этап включает планомерно-периодическое профессиональное обучение, периодическое психологическое обследование (тестирование) и психологическое сопровождение.

На базе учебных центров энергосистемы целесообразно организовать работу с мастерами по следующим направлениям:

- психологическое тестирование (обследование), анализ его результатов, определение проблем (периодичность: при назначении на должность; планомерно – один раз в три года; внепланово – при необходимости или сниженных показателях);
- освоение образовательной программы курсов целевого назначения или обучающих курсов (8–16 часов), например, по темам: «Актуальные вопросы производственной деятельности мастера» (формирование про-

фессиональных компетенций, изучение НПА и ТНПА, экономические, социально-политические вопросы); «Я – лидер» (включая повышение психологической компетентности руководителя); «Культура безопасности труда (я – лидер безопасности)»; «Социально-психологический климат коллектива как фактор эффективности деятельности организации в целом. Влияние стиля руководства на психологическую атмосферу в коллективе»; «Деловая этика, корпоративная этика»;

- проведение различных коррекционно-развивающих мероприятий в рамках психологического сопровождения (тренинги);
- психофизиологическое сопровождение.

В заключение следует подчеркнуть, что в системе управления на производстве роль мастера занимает исключительное место, что обусловлено особенностями его труда и ответственностью должности. Мастер – основной кадровый резерв, поэтому комплексная и всесторонняя подготовка мастеров, особенно молодых, является стратегической задачей предприятия.

Список литературы

1. О повышении роли мастера на заводах тяжелого машиностроения [Электронный ресурс]: постановление Совнаркома СССР и ЦК ВКП(б). 27 мая 1940 г. // Тематический электронный ресурс «Эволюция трудовых отношений в российской промышленности: от до-революционной индустриализации к советской». – Режим доступа: https://www.hist.msu.ru/Labour/Law/1940_05.htm. – Дата доступа: 25.03.2024.
2. О мерах по дальнейшему повышению роли мастера производственного участка [Электронный ресурс]: постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 25.04.1977 № 317. – Режим доступа: https://www.libussr.ru/doc_ussr/ussr_9304.htm. – Дата доступа: 25.03.2024.
3. Шепель, В.М. Пособие по психологии для мастеров и бригадиров / В.М. Шепель. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 1978. – 199 с.
4. Дьяков, А.Ф. Надежная работа персонала в энергетике // А.Ф. Дьяков. – М.: Изд-во МЭИ, 1991. – 223 с.
5. Захаров, П. Культура безопасности труда: человеческий фактор в ракурсе международных практик / П. Захаров, С. Пересыпкин. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 128 с.

Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 05.03.2024 № 357-3

[«Об изменении законов»](#)

Внесены изменения в законы от 09.01.2006 № 93-3 «О гидрометеорологической деятельности» и от 27.12.2010 № 204-3 «О возобновляемых источниках энергии», а также в Кодекс Республики Беларусь о недрах. Изменения направлены на оптимизацию административных процедур в области охраны окружающей среды и природопользования.

Законом, в частности, изменен порядок выдачи сертификата о подтверждении происхождения энергии, производимой на установках по использованию ВИЭ.

Закон вступает в силу поэтапно: с 9 марта и с 9 июня 2024 года.

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 04.03.2024 № 77

[«Об освобождении от налога на добавленную стоимость»](#)

Установлены льготы по НДС для оборудования, не имеющего аналогов в Беларуси. Документ направлен на стимулирование модернизации существующих и создание новых производств. От НДС освобождается ввозимое в Беларусь технологическое оборудование, комплектующие и запасные части к нему, аналоги которых в стране не производятся, согласно перечню, определяемому Совмином.

Указ вступает в силу с 7 июня 2024 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.02.2024 № 99

[«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2013 г. № 1166 и от 5 февраля 2014 г. № 96»](#)

Внесены изменения в постановление от 30.12.2013 № 1166 «Об установлении для населения цен на газ, тарифов на электрическую и тепловую энергию, утверждении затрат на единицу оказываемых населению коммунальных услуг газо- и энергоснабжающими организациями Министерства энергетики». Для населения субсидируемые государством тарифы на тепловую энергию для нужд отопления и горячего водоснабжения установлены в размере 24,7187 руб. за 1 Гкал независимо от времени года.

Постановлением также скорректированы цены на природный и сжиженный газ, используемый с установленными приборами индивидуального учета расхода газа и без таковых; тарифы на электроэнергию; цены (тарифы) на коммунальные услуги, обеспечивающие полное возмещение экономически обоснованных затрат на их оказание.

Кроме того, внесены изменения в Положение о порядке индексации субсидируемых государством тарифов (цен) на жилищно-коммунальные услуги для населения, утвержденное постановлением Совмина от 05.02.2014 № 96.

Постановление вступило в силу с 17 февраля 2024 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 января 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.02.2024 № 105

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2020 г. № 758»](#)

Внесены изменения в большинство глав Программы деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 года, утвержденной постановлением Совмина от 24.12.2020 № 758.

Программа, кроме прочего, дополнена главой 13 «Обеспечение технологического суверенитета». Ожидаемый результат – импортонезависимость отраслей экономики от поставок импортных товаров, программного обеспечения, качественные сдвиги в отраслевой и технологической структуре национальной экономики.

Постановление вступило в силу с 21 февраля 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.02.2024 № 113

[«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»](#)

Внесены изменения в ряд постановлений Совмина по вопросам проведения отопительного сезона.

В частности, скорректированы Правила подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденные постановлением Совета Министров от 14.05.2020 № 286.

Постановление вступило в силу с 25 февраля 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.02.2024 № 120

[«О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 14 февраля 2023 г. № 40»](#)

Документ принят в развитие Указа Президента Республики Беларусь от 14.02.2023 № 40 «О кибербезопасности». Установлены:

– перечень организаций, у которых госорганы и иные госорганизации вправе приобретать услуги по обеспечению кибербезопасности с применением процедуры закупки из одного источника;

– перечень госорганов и иных организаций, которые создают центры обеспечения кибербезопасности и реагирования на киберинциденты объектов информационной инфраструктуры и (или) приобретают услуги по обеспечению кибербезопасности у организаций, создавших такие центры.

Постановление вступило в силу с 28 февраля 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.02.2024 № 127

[«О предупреждающем знаке границы зоны безопасности с особым правовым режимом»](#)

Постановление принято в соответствии с Законом Республики Беларусь от 10.10.2022 № 208-3 «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии».

Определены описание и изображение предупреждающего знака, обозначающего границы зоны безопасности с особым правовым режимом на территории, прилегающей к Белорусской атомной электростанции.

Постановление вступило в силу после его официального опубликования.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.03.2024 № 166

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 9 апреля 2021 г. № 213»](#)

Внесены изменения в Комплексную программу развития электротранспорта на 2021–2025 годы, утвержденную постановлением Совмина от 09.04.2021 № 213.

В частности, документ предусматривает организацию производства легковых электромобилей в 2025–2026 годах на базе серийно выпускаемых легковых автомобилей в рамках заключенных лицензионных договоров.

Кроме того, уточнено финансовое обеспечение комплексной программы.

Постановление вступило в силу с 15 марта 2024 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 15 апреля 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.03.2024 № 212

[«О введении временного запрета на вывоз отдельных видов промышленных товаров»](#)

Постановлением продлен временный запрет на вывоз отдельных видов промышленных товаров.

В перечне товаров более 250 позиций, в их числе емкости для сжатого или сжиженного газа, различные котлы, двигатели, насосы, промышленные или лабораторные горны и печи и др. Запрет не распространяется на продукцию белорусского или российского происхождения, имеющую соответствующие сертификаты, а также на товары, поставляемые за рубеж по разовым лицензиям МАРТ.

Постановление вступило в силу с 23 марта 2024 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.03.2024 № 224

[«О порядке присвоения Государственного знака качества»](#)

Документом утверждается Положение о порядке присвоения Государственного знака качества (ГЗК), а также определяется перечень стимулирующих льгот и преференций, предоставляемых производителям при присвоении ГЗК.

Постановление вступило в силу с 3 апреля 2024 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 15.02.2024 № 9

[«Об изменении постановлений Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь»](#)

Установлены тарифы на электрическую и тепловую энергию для организаций, в отношении которых применяются тарифы на уровне тарифов для населения.

Постановления МАРТ от 18.01.2017 № 7, от 27.02.2017 № 16 и от 08.09.2017 № 49 приведены в соответствие

с постановлением Совмина от 14.02.2024 № 99, которым на 2024 год установлены тарифы на электрическую и тепловую энергию для населения.

Постановление вступило в силу после его официального опубликования и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 января 2024 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 22.02.2024 № 12

[Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 14 октября 2021 г. № 69](#)

Скорректированы тарифы на услуги в электроэнергетике, установленные постановлением МАРТ от 14.10.2021 № 69.

Повышены тарифы на услуги по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике (за 1 МВт установленной мощности в месяц), а также по распределению электроэнергии, произведенной блок-станцией, по электрической сети РУП-облэнерго в пределах одной области (за 1 кВт·ч).

Постановление вступило в силу с 8 марта 2024 года.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.12.2023 № 33

[«О деятельности, связанной с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух»](#)

Документом утверждены Положение о порядке проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и Положение о порядке установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Постановление вступило в силу после его официального опубликования и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 23 января 2024 года.

Совместные постановления республиканских органов государственного управления

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 07.03.2024 № 15/7

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 января 2017 г. № 9/2»](#)

В Инструкции по определению групп потребителей природного газа, по которым могут дифференцироваться цены на природный газ, утвержденной постановлением МАРТ и Минэнерго от 26.01.2017 № 9/2, уточнено название (состав) группы потребителей природного газа: «Организации, имеющие общежития, в части использования природного газа проживающими в них гражданами, религиозные организации, организации, использующие природный газ для нужд детских домов семейного типа, детские деревни, детские городки, детские хосписы».

Постановление вступило в силу с 20 марта 2024 года.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ



НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 декабря 2023 года введен в действие **ТКП 290-2023 (33240) «Средства защиты, используемые в электроустановках. Правила применения и испытания»**. Технический кодекс устанавливает правила применения и испытания средств защиты, используемых работающими в электроустановках, классификацию средств защиты и нормы комплектования ими электроустановок. В документе описаны конструктивные особенности таких средств индивидуальной защиты в соответствии с требованиями безопасности, установленными в ТР ТС 019/2011 и взаимосвязанных с ним стандартах. Приведены конструктивные особенности и методы эксплуатационных испытаний электрозащитных средств и устройств, используемых в электроустановках, в соответствии с требованиями безопасности к их конструкции, установленными в стандартах, взаимосвязанных с ТР ТС 004/2011, ТР ТС 010/2011, ТР ТС 020/2011, а при отсутствии таких требований – в соответствии с общими техническими требованиями к электрозащитным средствам и устройствам, в том числе установленными государственными стандартами Республики Беларусь.

С 1 января 2024 года введен в действие **СТБ 2096-2023 «Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. Общие технические требования»**. Обновленный документ приведен в соответствие с Законом Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений». Стандарт распространяется на реконструируемые, проектируемые, разрабатываемые и внедряемые автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ) субъектов и объектов учета Белорусской энергосистемы, а также объектов потребителей электрической энергии независимо от их ведомственной принадлежности и формы собственности.

В документе актуализированы требования к цифровым подстанциям, цифровой безопасности, защите информации, стандартам/технологиям передачи данных. Значительное количество изменений касается требований к средствам измерения измерительного компонента АСКУЭ, каналам связи, функциям счетчиков электроэнергии, достоверности

и защите информации. Применение стандарта будет способствовать более качественному сбору, передаче, обработке и документированию данных о процессах выработки и использовании электроэнергии.

С этой же даты начал действовать **ГОСТ 26522-2023 «Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения»**. Стандарт устанавливает основные термины и определения в области коротких замыканий в электроустановках переменного и постоянного тока. Данные термины рекомендуются для применения во всех видах научно-технической документации, научной, учебной и справочной литературы в области электроэнергетики.

Документ не распространяется на действующие стандарты, принятые до введения его в действие. Приведение указанных стандартов в соответствие с ГОСТ 26522-2023 осуществляется при их очередном пересмотре, а в обоснованных случаях – при разработке изменений к ним.

С 1 февраля 2024 года введен в действие **СТБ ИЕС 60137-2023 «Изоляция вводов для переменного напряжения свыше 1000 В»**. Стандарт регламентирует характеристики и испытания изоляции вводов. Документ распространяется на вводы, изготавливаемые и поставляемые отдельно и предназначенные для применения в электрических аппаратах, машинах, трансформаторах, распределительных устройствах и установках для систем трехфазного переменного тока с наибольшим напряжением для электрооборудования более 1000 В и промышленной частотой от 15 до 60 Гц включительно.

По соглашению между изготовителем и заказчиком стандарт может частично или полностью применяться к вводам, используемым в системах, отличных от трехфазных; для высоковольтных систем постоянного тока; для испытания трансформаторов; для конденсаторов. Специальные требования и испытания трансформаторных вводов, приведенные в документе, распространяются также на вводы реакторов. Вводы, которые являются частью аппаратов и не могут проходить испытания согласно данному стандарту, испытываются с аппаратами, частью которых являются.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной электротехнической комиссии (ИЕС)

ИЕС 61557-13:2023 «Электрическая безопасность в низковольтных распределительных системах до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Оборудование для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 13. Токоизмерительные клещи и датчики тока, переносные и с ручным управлением, для измерения токов утечки в электрических распределительных системах» (принят 25.08.2023);

ИЕС 61557-14:2023 «Электрическая безопасность в низковольтных распределительных системах до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Оборудование

для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 14. Оборудование для испытания безопасности электрического оборудования машин» (принят 25.08.2023);

ИЕС 61936-2:2023 «Установки энергетические напряжением свыше 1 кВ переменного тока и 1,5 кВ постоянного тока. Часть 2. Постоянный ток» (принят 26.09.2023);

ИЕС TS 63222-2:2023 «Менеджмент качества электроэнергии. Часть 2. Система контроля качества электроэнергии» (принят 06.10.2023);

ИЕС TS 63189-2:2023 «Электростанции виртуальные. Часть 2. Примеры использования» (принят 27.10.2023).

Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:

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

Госстандарта – gosstandart.gov.by БелГИСС – belgiss.by

Телефон «горячей линии» Национального фонда ТНПА – +375 17 269-68-74



ЕГО ЗАПОМНЯТ КАК ЧЕЛОВЕКА, БЕЗЗАВЕТНО ПРЕДАННОГО ДЕЛУ

*Памяти
Андрея Михайловича
Зорича*

15.01.1974 – 21.02.2024

21 февраля не стало начальника управления стратегического развития и внешнего инвестиционного сотрудничества Министерства энергетики Республики Беларусь Андрея Михайловича Зорича.

Более 27 лет А.М. Зорич посвятил энергетической отрасли. Энергетика была осознанным выбором и делом всей его жизни. В 1991 году он окончил Белорусскую государственную политехническую академию (с 2002 года Белорусский национальный технический университет) по специальности «Элек-

троэнергетические системы и сети», с 1996-го преподавал в родном вузе на кафедре «Электрические системы». За годы работы в БНТУ А.М. Зорич подготовил для энергетики не одно поколение молодых специалистов, занимаясь одновременно исследовательской работой. На счету Андрея Михайловича ряд изобретений в области электрических систем и многочисленные публикации в специализированных изданиях Республики Беларусь.



К судьбе своей альма-матер Андрей Михайлович не остался равнодушным и после того, как в 2007 году перешел на работу в Министерство энергетики. Он считал, что преподаватели и студенты должны знать, чем живет отрасль, а производственники – интересоваться потребностями университета. Под руководством А.М. Зорича было налажено взаимодействие между энергетическим факультетом БНТУ и специалистами отрасли, разработана и в настоящее время реализуется дорожная карта по сотрудничеству организаций Министерства энергетики и университета, что в значительной степени укрепило связь между производственным и образовательным процессами и позволило поднять на новый уровень подготовку студентов к профессиональной деятельности в современных условиях.

Работая в Минэнерго, А.М. Зорич продолжил свое образование – в 2012 году окончил Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Государственное и местное управление» с присвоением квалификации специалиста в области государственного управления. В 2013-м он был назначен начальником управления стратегического развития и внешнего инвестиционного сотрудничества Министерства энергетики.

А.М. Зорич принимал непосредственное участие в разработке целого ряда нормативных актов, а также программных документов, определяющих стратегию развития отрасли, в том числе Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, Комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции, Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, программ комплексной модернизации производств энергетической и газовой сферы на 2021–2025 годы.

Весомый вклад А.М. Зорич внес и в развитие интеграционных процессов в энергетике. При его непо-

средственном участии были разработаны ключевые документы в рамках Евразийского экономического союза, Союзного государства и СНГ, в частности Договор о Евразийском экономическом союзе, концепции, программы и международные соглашения о создании общих энергорынков ЕАЭС, союзные программы по формированию объединенных рынков газа и электроэнергии Беларуси и России, Договор о формировании объединенного рынка электрической энергии Союзного государства.

За значительный вклад в развитие энергетической отрасли Республики Беларусь Андрей Михайлович неоднократно был отмечен отраслевыми наградами Министерства энергетики, а также Почетной грамотой Совета Министров (2015) и Благодарностью Премьер-министра Республики Беларусь (2016).

Достижения А.М. Зорича высоко оценены и за пределами страны. В 2015 году он удостоен медали «За вклад в создание Евразийского экономического союза» III степени. В 2019-м Андрею Михайловичу присвоено почетное звание «Заслуженный энергетик СНГ». В 2022 году он награжден Почетной грамотой Председателя Евразийской экономической комиссии.

За время работы Андрей Михайлович Зорич проявил себя как мудрый и принципиальный руководитель, грамотный аналитик и настоящий профессионал. Коллеги помнят его как человека большой души, благородного и глубоко порядочного. Он пользовался безусловным авторитетом и уважением у коллектива и руководства Минэнерго, был беззаветно предан любимому делу и неутомимо трудился до последних дней.

Коллектив Министерства энергетики, редколлегия и редакция журнала «Энергетическая стратегия» скорбят в связи с безвременным уходом Андрея Михайловича Зорича. Светлая память о нем навсегда сохранится в наших сердцах.



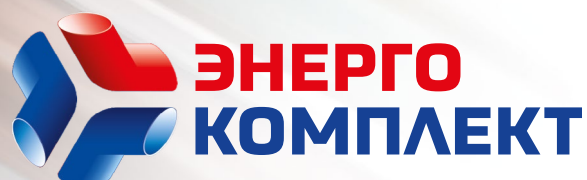
Белорусский производитель
кабельной продукции

210036, г. Витебск
Московский пр-т, 94Б

Лидер
отрасли

vikab.by

+375 (17) 215-04-35
+375 (17) 215-04-65
+375 (212) 48-01-12



**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
СТРАТЕГИЯ**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПОДПИСКА – 2024

Оформить подписку можно:

**В любом
почтовом
отделении**

подписной индекс
009382

в редакции

по тел./факсу
+375 17 286-08-28

по тел.
+375 29 399-11-04

на сайте

energystategy.by

по эл. почте

2934682@mail.ru

30 tibo

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИКТ ФОРУМ

↑
НОВЫЕ
ВОЗМОЖ→
←НОСТИ
КОММУ→
НИКАЦИЙ
↓

VII БЕЛОРУССКИЙ ИКТ САММИТ (ICT SUMMIT)
VI ЕВРАЗИЙСКИЙ ЦИФРОВОЙ ФОРУМ (EADF)
IV ФОРУМ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА» (DEF)
КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

AI Technologies
IT, Digital Solutions and Software
ICT Infrastructure
Industry 4.0
Smart Region/City
e-Education
e-Construction
e-Agriculture
Smart Energy
e-Trade & e-Logistics
e-Taxation, e-Finance
e-Government Services
Open Science, Innovation
Infrastructure
Spatial Data Infrastructure
e-Social Services
e-Health
e-Culture

Телекоммуникационное оборудование.
Технологии сетей 5G/6G.
Спутниковые и радиосистемы связи.
Системы электропитания.
Компьютеры и периферия, мобильные устройства.
Телевизионные, мультимедийные и игровые технологии.
Дополненная и виртуальная реальность.
Облачные технологии и сервисы.
Большие данные, технология блокчейн.
Квантовые вычисления.
Индустриальный интернет вещей.
Программное обеспечение на открытых кодах.
Нейронные сети и искусственный интеллект.
Робототехника, беспилотные системы и дроны.
Импортозамещение в ИКТ и микроэлектронике.
Безопасность информационной инфраструктуры.

5-8 МИНСК, БЕЛАРУСЬ
ИЮНЯ 2024



ЗАО «ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ»
+375 17 3060606, tibo.by, tibo@tc.by