

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 4 (88) июль–август 2022

11
стр. Повышение
надежности
электроснабжения
в условиях цифровой
трансформации
энергетики Беларуси

24
стр. Тенденции в развитии
информатизации и
цифровой трансформации
бизнес-процессов
Белорусской
энергосистемы

59
стр. Изменились требования
безопасности при
организации работ
на ВЛ, находящихся
под наведенным
напряжением



Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич
и член Коллегии (Министр) по энергетике и инфраструктуре ЕЭК
А.О. Кожошев в ходе посещения Белорусской атомной электростанции

ISSN 2310 - 6735



ОБЩИЕ ЭНЕРГОРЫНКИ ЕАЭС.
КОНСТРУКТИВНЫЙ ДИАЛОГ
ПРОДОЛЖАЕТСЯ

С Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!



Избавляем различное
оборудование
от накипи, предприятия –
от необоснованных финансовых
затрат, а руководителей –
от головной боли!

Аппарат
ультразвуковой
противонакипный

АУП-1

подробности на стр. 31

Сертификат собственного
производства, сертификат ЕАС

+375 29 611-40-40, +375 17 355-55-56

E-mail: aup-bel@mail.ru





Учредитель
**МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

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

Реентович С.В., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (заместитель председателя)

Бондарь А.М., главный инженер Белорусской АЭС

Дрозд П.В., генеральный директор ГПО «Белэнерго»

Забелло Е.П., д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ

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

Кушнаренко А.И., генеральный директор ГПО «Белтопгаз»

Лиштвак И.И., д.т.н., академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси

Майоров В.В., генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

Русан В.И., д.т.н., профессор, председатель правления Ассоциации «Возобновляемая энергетика»

Рыков А.Н., к.т.н., заместитель главного инженера по развитию РУП «Белнипиэнергопром»

Седнин В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

Фурсанов М.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ

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

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

Адрес редакции: 220088, г. Минск, ул. Захарова, 59.
Т/ф: (+375 17) 286-08-28, 293-46-82
e-mail: info@energystrategy.by, 2934682@mail.ru
www.energystrategy.by

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

Отпечатано ООО «НАВИТЕХ». ТМ «ГРАДИЕНТ». Свид. о ГРИИРПИ №2/194 от 23.02.2017 г. Республика Беларусь, 220024, г. Минск, ул. Бабушкина, 6А, комн. 204. Подписано в печать 24.08.2022 г., формат 60х90/4, тираж 1500 экз., заказ № 1695.

© Информационно-издательский центр
ОАО «Экономэнерго», 2022

НОВОСТИ

- 4** ТЭК Беларуси
8 Мировая энергетика

ПРИОРИТЕТЫ

- 11** Развитие и повышение надежности электроснабжения в условиях цифровой трансформации энергетики Беларуси

*Интервью заместителя
Министра энергетики
Республики Беларусь
О.Ф. Прудниковой*

ЕАЭС. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

- 16** Казахстан. Вектор на интеграцию в сфере энергетики сохраняется

*Интервью Вице-министра
энергетики Республики Казахстан
Ж.Д. Нурмаганбетова*

- 18** ТЭК Казахстана

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- 24** О тенденциях в развитии информатизации и цифровой трансформации бизнес-процессов Белорусской энергосистемы

- 28** Устройство для определения реальных параметров центробежных нагнетателей

- 31** Энергосберегающие технологии на вашем предприятии

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

- 32** О возможности продления срока службы труб распределительных газопроводов с учетом изменений их структуры и основных механических свойств

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

- 36** Особенности монтажа кабельных линий в строительных сооружениях

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

- 38** Формирование интегральных значений ортогональных составляющих в цифровых защитах с компенсацией динамических погрешностей

- 41** Анализ напряженного состояния металла внутригородских газопроводов в местах наличия дефектов и сварных соединений с помощью рентгеновского дифрактометра

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

- 46** Аварийность газобалонных автомобилей

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- 49** Лидерство в атомной энергетике
53 Практикоориентированность в реализации программ обучения и повышения квалификации персонала в электроэнергетике

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

- 56** Стандарт компетентности для измерительных лабораторий
59 Изменились требования безопасности при организации работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением

- 62** Об оформлении наряда-допуска для работы в электроустановках в соответствии с ТКП 427-2022

- 65** Пересмотрены правила проектирования сельских распределительных электросетей

ПРАВО

- 66** Новости законодательства (июль–август)

Фотография на обложке предоставлена пресс-службой БелАЭС

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

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



УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ!

От имени Министерства энергетики и от себя лично поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

Топливо-энергетический комплекс занимает одно из ключевых мест в национальной экономике, обеспечивает энергетическую безопасность страны, устойчивую работу промышленных предприятий и социальных объектов, комфортное проживание миллионов людей.

Благодаря поддержке государства и реализации масштабных программ по обновлению производственных фондов сегодня отрасль динамично развивается, вносит весомый вклад в решение ключевых задач социально-экономического развития страны.

Несмотря на непростые экономические условия, обусловленные внешними ограничениями, организации газовой сферы и торфяной промышленности достойно сработали по итогам прошлого года и не сбавляют темпы развития в текущем году. Слаженно и сообща, вы в полном объеме выполняете свою основную задачу – обеспечиваете бесперебойное и надежное снабжение энергоресурсами всех категорий потребителей.

Важно, что вы не останавливаетесь на достигнутом. Продолжается модернизация основных объектов отрасли, реализуются инновационные проекты по внедрению новейших технологий, высокотехнологичного оборудования, систем автоматизации и цифровизации. Залог эффективного осуществления этих проектов – ваш высокий профессионализм, целеустремленность, преданность общему делу.

Отдельные слова благодарности ветеранам – их бесценный опыт и глубокие знания лежат в основе трудовых достижений отрасли. Задача молодежи – сохранить и приумножить их наследие, для этого созданы необходимые условия.

В этот праздничный день от всей души желаю вам и вашим близким крепкого здоровья, счастья, благополучия, новых трудовых успехов на благо нашей родной Беларуси!

Министр энергетики Республики Беларусь

В.М. Каранкевич

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДОРОГИЕ ВETERАНЫ!

От имени ГПО «Белтопгаз» и от себя лично сердечно поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!



Представители 23-тысячного коллектива объединения, а также наши ветераны по праву могут гордиться своей причастностью к достижениям газовой отрасли и торфяной промышленности. Эти люди вносят тепло и комфорт в жизнь граждан страны, создают условия для развития производств, эффективной работы различных отраслей народного хозяйства.

Нами накоплен огромный опыт в области газоснабжения, торфопереработки, проектирования, строительства, промышленного производства, подготовки кадров и создания нормативной базы. Планомерно внедряя технические инновации, мы уделяем особое внимание работе с клиентами, повышению качества оказываемых услуг. Для удобства наших потребителей реконструируются существующие и открываются новые центры обслуживания населения по всей Беларуси.

Современная газораспределительная система протяженностью около 66 тыс. км обеспечивает подачу природного газа во все города и районные центры страны, а также во все поселки городского, рабочего и курортного типа. Свыше 3 млн квартир в республике газифицировано природным газом. Уровень газификации квартир составил 82,7 %, в сельской местности – превысил 48 %.

Большое значение сегодня придается повышению надежности и безопасности газоснабжения: строятся закольцовки, реконструируются действующие газопроводы, заменяется оборудование, отработавшее нормативный срок службы, оснащаются средствами телеметрии объекты газораспределительной системы.

Динамично развивается торфяная промышленность, которая занимает особое место в ТЭК страны. Торф составляет порядка 15 % в общей доле использования местных видов топлива. Ежегодно в Беларуси добывается около 2 млн т этого энергоресурса. Благодаря расширению площадей добычи, постоянному обновлению технической базы для болотно-подготовительных работ, добычи и транспортировки сырья специалисты отрасли в этом году обеспечили хорошие темпы уборки и переработки торфа.

Свой вклад в развитие газовой и торфяной отраслей вносят строительно-монтажные и проектные организации. Они осваивают новые виды работ, внедряют передовые методы проектирования, активно разрабатывают и выпускают инновационную научно-техническую продукцию. Создана эффективная система подготовки кадров для газового хозяйства, ряда других специализированных организаций республики.

Особой благодарности заслуживают ветераны отрасли. Мы понимаем, что за сегодняшними достижениями стоит тяжелый труд первопроходцев. Наша задача – сохранить их бесценный опыт и вывести работу отрасли на новый качественный уровень.

Благодарю всех работников объединения за добросовестный, высокопрофессиональный труд, ответственность и дисциплинированность, целеустремленность в решении поставленных задач. От души желаю всем нам стабильной и безаварийной работы, успехов в производственной деятельности и новых свершений. Здоровья, благополучия, тепла и гармонии вам и вашим семьям!

Генеральный директор ГПО «Белтопгаз»

А.И. Кушнаренко

ТЭК БЕЛАРУСИ



ОБЩИЕ ЭНЕРГОРЫНКИ ЕАЭС. КОНСТРУКТИВНЫЙ ДИАЛОГ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Формирование общих энергорынков ЕАЭС – один из самых обсуждаемых вопросов этого года. Он стал ключевым в повестке встреч и совещаний на разных уровнях.

Функционирование общих рынков электроэнергии, газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС должно начаться с 2025 года. Работа над их созданием проводится в рамках Договора о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года и программ формирования общих рынков стран ЕАЭС. Сближение подходов к регулированию энергорынков позволит в значительной степени повысить их доступность для всех категорий потребителей государств – членов ЕАЭС, расширить рынки сбыта для независимых производителей, укрепить энергетическую безопасность, а также заметно нарастить товарооборот стран Союза.

До 1 января 2024 года государствам ЕАЭС предстоит привести в соответствие национальные нормы и правила функционирования технологической и коммерческой инфраструктуры общих энергорынков, гармонизировать правовое поле.

Виктор Каранкевич и Арзыбек Кожошев в Минске обсудили ключевые вопросы формирования общих энергорынков

27 июля в рамках рабочего визита делегации Евразийской экономической комиссии в Беларусь состоялась рабочая встреча Министра энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевича и члена Коллегии (Министра) по энергетике и инфраструктуре Евразийской экономической комиссии А.О. Кожошева.

Стороны рассмотрели ключевые вопросы формирования общих энергорынков, в том числе подготовку соответствующих международных договоров, порядок взаимодействия



в сфере торговли газом и электроэнергией, основные аспекты тарифообразования. Белорусская сторона отметила необходимость обеспечения равных условий для хозяйствующих субъектов на общих рынках. В свою очередь А.О. Кожошев обратил внимание на возможности укрепления интеграционного сотрудничества между странами ЕАЭС в сфере энергетики. Для этого есть необходимый потенциал, и его нужно задействовать.



Министр ЕЭК посетил Белорусскую АЭС, где ознакомился с ходом реализации проекта по строительству станции, работой технологических объектов и учебно-тренировочного центра БелАЭС. «Вы сформировали четкую систему в сфере атомной энергетики – от подготовки кадров до обеспечения безопасности станции, – отметил А.О. Кожошев. – БелАЭС – это не только весомый вклад в укрепление энергетической безопасности Беларуси, но и хороший импульс для развития экономики страны в целом. У вас много чему можно научиться, мы будем использовать белорусский опыт на площадке ЕАЭС».

Урегулирован ряд разногласий по вопросу создания общего рынка газа ЕАЭС

12 августа на площадке ЕЭК в формате видеоконференции состоялось предметное обсуждение главами министерств энергетики стран евразийской «пятерки» проекта между-



народного договора о формировании общего рынка газа ЕАЭС. Белорусскую сторону на мероприятии представлял заместитель Министра энергетики Д.Р. Мороз.

В ходе совещания состоялся обмен мнениями по разногласиям в отношении международного договора по газу. Был достигнут прогресс в понимании статуса участников общего рынка, внутренних потребностей в газе государств-членов, отдельных аспектов исполнения договора на поставку газа. Участники совещания согласовали определения покупателя газа, свободной мощности, трансграничной транспортировки и поставки газа, а также ряд вопросов регулирования общего рынка газа и взаимодействия операторов газотранспортных систем.

Биржевая торговля станет механизмом рыночного ценообразования на общем рынке газа

17 августа представители уполномоченных органов стран евразийской «пятерки» совместно с операторами биржевых площадок обсудили Порядок осуществления биржевых торгов газом в рамках формирования общего рынка газа ЕАЭС. Модератором совещания выступил директор Департамента энергетики ЕЭК В.А. Закревский, который отметил, что документ находится в высокой степени готовности.

В ходе совещания стороны рассмотрели принципиальный для государств-членов вопрос разделения торговых сессий для общего и внутреннего рынков, а также аспекты осуществления клиринга, лицензирования участников торгов и валюты цены биржевого товара.

Порядок осуществления биржевых торгов газом в рамках формирования общего рынка газа ЕАЭС входит в пакет нормативной базы для запуска общего рынка газа Союза.



В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ – ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРАН СНГ

Подписаны соглашения о взаимодействии в области цифровизации энергетики

14 июля состоялось 60-е заседание Электроэнергетического Совета СНГ. Его участники обсудили актуальные вопросы развития устойчивой низкоуглеродной электроэнергетики, сотрудничества стран СНГ в области зеленой генерации с учетом поддержания национальной и региональной энергобезопасности, а также рассмотрели ряд документов, внесенных Координационным советом при ЭЭС СНГ.



С докладом на заседании выступил заместитель Министра энергетики Беларуси Д.Р. Мороз, который затронул тему технологического суверенитета стран Содружества. «Уверен, что интеллектуальный и промышленный потенциал СНГ способен обеспечить технологическую независимость и суверенитет наших стран и обеспечить в этом ключевую энергетическую безопасность», – отметил он.

Стороны договорились о совместных инвестиционных проектах в сфере зеленой экономики, разработке единых технических требований к работе энергосистем, а также подписали соглашения о научно-техническом взаимодействии и обмене опытом в области цифровизации энергетической отрасли.

Эксперты СНГ обсудили подходы к формированию общественной приемлемости атомной энергетики

Представители Беларуси приняли участие в заседании экспертной группы по согласованию проекта Основных направлений сотрудничества государств – участников СНГ по формированию общественной приемлемости атомной энергетики. Заседание состоялось 28 июля в Москве в формате видеоконференции.

Участники мероприятия выработали согласованную редакцию проекта. Основными целями взаимодействия в рамках данного направления являются расширение общественной осведомленности о преимуществах атомной энергетики,

а также содействие обмену опытом, применяемыми практиками и методиками по обеспечению необходимого уровня информационной открытости отрасли.

Одобренный проект документа будет вынесен на рассмотрение высших органов СНГ в установленном порядке.

Минэнерго Беларуси поддерживает развитие сотрудничества в области образования на уровне СНГ

5 июля в Минске состоялась рабочая встреча с делегацией Исполнительного комитета Электроэнергетического Совета СНГ по вопросам сотрудничества со странами Содружества в области подготовки кадров для энергетики. В совещании приняли участие Министр энергетики Беларуси В.М. Каранкевич, генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко, председатель Исполнительного комитета ЭЭС СНГ Т.В. Купчиков, руководители центров подготовки персонала Белорусской энергосистемы и ЕЭС России, профильных учебных заведений.

В ходе совещания обсуждались перспективы и возможный формат сотрудничества в области подготовки и переподготовки кадров для электроэнергетической отрасли, методики и способы аттестации совместных образовательных программ, современные инструменты цифрового образования.



В рамках визита делегации Исполнительного комитета ЭЭС СНГ на базе Учебного центра подготовки и повышения квалификации персонала РУП «Минскэнерго» состоялась деловая встреча российских и белорусских энергетиков. Участники обменялись опытом, обсудили работу по профориентации, взаимодействие с учреждениями образования и др.

По результатам встречи были приняты решения о проведении совместных конференций по подготовке персонала, реализации совместных учебных программ, обмену опытом разработки профессиональных стандартов в энергетике.

Алексей Кушнарченко избран председателем Комиссии по энергетике и транспорту Парламентского Собрания Союза Беларуси и России

20 июня в ходе заседания 62-й сессии Парламентского Собрания Союза Беларуси и России, состоявшегося в Минске, сформированы новые составы комиссий и избраны их председатели. Председателем Комиссии по энергетике и транспорту избран депутат Парламентского Собрания Союза Беларуси и России, член Постоянной комиссии Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь по международным делам и национальной безопасности, генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко.



Взаимодействие Беларуси и России в сфере электроэнергетики продолжается

7 июля в Министерстве энергетики Республики Беларусь состоялась рабочая встреча заместителя Министра энергетики Беларуси Д.Р. Мороза и заместителя Министра энергетики России П.Н. Сниккарса.

Участники встречи обсудили актуальные вопросы взаимодействия в сфере электроэнергетики, в том числе условия сотрудничества в рамках формирования объединенного рынка электроэнергии Союзного государства. Особое внимание стороны уделили подготовке проекта правил функционирования общего рынка.

Беларусь представила в МАГАТЭ доклад об обращении с отработавшим топливом и радиоактивными отходами

Очередной Национальный доклад Беларуси о выполнении Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами представлен в штаб-квартире МАГАТЭ в Вене 29 июня в рамках 7-го обзорного совещания сторон конвенции.

Доклад содержит информацию о государственной политике Беларуси в сфере обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами, практических мерах по ее реализации, включая формирование соответствующей нормативно-правовой базы, подготовку кадров, взаимодействие на системном уровне с ведущими международными организациями, включая МАГАТЭ. В документе также отражены данные о выполнении белорусской стороной рекомендаций по итогам рассмотрения предыдущего доклада.

Импортозамещение определено приоритетным направлением для отрасли

22 июля состоялось заседание коллегии Минэнерго, посвященное подведению итогов работы отрасли в январе – мае. В ходе заседания Министр энергетики В.М. Каранкевич отметил, что необходимо оперативно реагировать на внешние факторы и принимать комплексные меры для обеспечения устойчивой работы предприятий отрасли. Особый акцент Министр сделал на вопросах импортозамещения, определив это направление как важный приоритет для организаций отрасли.

В.М. Каранкевич также напомнил о ключевых задачах, обозначенных Главой государства в Послании белорусскому

народу и Национальному собранию, в том числе для энергокомплекса, и подчеркнул, что эти задачи должны быть безусловно выполнены.

Участники заседания рассмотрели результаты деятельности организаций торфяной промышленности, обсудили вопросы вовлечения местных видов топлива, а также перспективы развития сырьевой базы для торфяных производств.

Делегация Чувашской Республики посетила ГПО «Белэнерго»

12 июля в ГПО «Белэнерго» состоялась встреча с делегацией Чувашской Республики (Российская Федерация) под руководством заместителя Министра промышленности и энергетики Чувашии Б.В. Марковцова. С белорусской стороны во встрече приняли участие первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» В.В. Бобров, представители аппарата управления объединения, РУП-облэнерго, РУП «Белнипиэнергопром», РУП «БЕЛТЭИ», РУП «Белэнергосетьпроект».

В ходе встречи белорусские энергетики отметили, что продукция предприятий Чувашии хорошо известна в республике и широко применяется на объектах Белорусской энергосистемы.

По итогам мероприятия стороны договорились продолжить сотрудничество в сфере электроэнергетики.

Китайские компании изучают возможность импорта торфа из Беларуси

В конце июля представители китайских деловых кругов – Хунаньской логистической компании «Дэ Юй» и компании «Некст» – посетили ОАО «Туршовка». Предприятие специализируется на выпуске торфопроductии как топливного, так и нетопливного назначения (кипованный и кусковой торф, питательные грунты и др.) и является одним из лидеров торфяной промышленности страны.

В ходе визита были обсуждены перспективы взаимодействия в торфяной отрасли, в частности, изучены возможности организации поставок на китайский рынок белорусского верхового кипованного торфа. Стороны выразили заинтересованность в реализации совместных взаимовыгодных проектов. В ближайшее время будут отработаны условия партнерства и выстроена логистика экспорта.

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

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Ядерной энергетике предсказали расцвет

Ядерная энергетика может помочь справиться с двумя основными кризисами – энергетическим и климатическим. Об этом говорится в отчете Международного энергетического агентства (МЭА).

Конфликт на Украине и перебои с поставками энергоносителей заставили правительства стран Запада переосмыслить свои стратегии энергетической безопасности. Для многих ядерная энергия является одним из решений, говорится в отчете. Именно поэтому атомной энергетике эксперты предсказали расцвет.

Атом – второй по величине источник энергии с низким уровнем выбросов после гидроэнергетики. Атомные станции находятся в 32 странах, при этом около 63 % мощности приходится на АЭС, которым более 30 лет. Эра атомной энергетике может наступить, если государства нацелятся на безопасную и устойчивую эксплуатацию АЭС, а также на привлечение инвестиций в эту отрасль, уверены в МЭА. Страны, которые решат продолжить или увеличить использование ядерной энергии, смогут снизить зависимость от импортируемых ископаемых видов топлива и сократить выбросы углекислого газа.

Инвестиции в ВИЭ в мире достигли рекордного уровня

Компания BloombergNEF опубликовала отчет о глобальных инвестициях в возобновляемые источники энергии и смежные сектора, такие как накопители энергии, в I полугодии 2022 года. Объем новых инвестиций за этот период составил \$ 226 млрд, что является рекордным показателем за все время. Он оказался на 11 % выше, чем в прошлом году.

Глобальные новые вложения в крупномасштабные проекты ВИЭ выросли на 12 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составили \$ 152 млрд. Инвестиции в новые крупные и малые солнечные проекты выросли до рекордных \$ 120 млрд, что на 33 % больше, чем в I полугодии 2021 года, финансирование ветроэнергетики – до \$ 84 млрд (16 %).

Новые инвестиции в возобновляемую энергетику в 2018 – I-й половине 2022 года (поквартально)



Источник: BloombergNEF

Большая часть новых инвестиций в первой половине нынешнего года направлена на финансирование проектов в возобновляемой энергетике.

Европа столкнулась с проблемой при импорте газа из Великобритании

Оператор газопровода Interconnector, соединяющего Великобританию с Бельгией, столкнулся с проблемой при экспорте голубого топлива в ЕС. Из-за увеличения поставок британского газа на континент фильтры в газопроводе стали быстро забиваться грязью и пылью. В текущем году по этой причине пришлось снизить или полностью остановить экспорт уже 24 раза, заявила компания в своем отчете. При этом обычно замена фильтров требуется только дважды в год.



По данным оператора, к настоящему моменту поставщикам пришлось заплатить за устранение засоров около \$ 330 млн. В мусоре, забивающем фильтры, обнаружили опасные и токсичные материалы. Всего фильтры уловили 450 кг твердых материалов и 250 л вязкой жидкости, которые попадали в них при извлечении газа или отслаивались внутри трубопровода.

Австралия возвращает в работу угольные электростанции

В Австралии признали отказ от инвестиций в угольную промышленность и закрытие электростанций преждевременными решениями. Основной причиной, почему правительство вновь обращается к «грязному» источнику энергии, является борьба с энергетическим кризисом. Более того, власти Австралии считают, что именно решение о выводе из эксплуатации угольных станций, принятое

под давлением международной общественности, и спровоцировало дефицит электроэнергии в стране.

Что касается ВИЭ, то их мощностей оказалось недостаточно для того, чтобы обеспечить австралийцев электричеством, особенно в условиях недавнего резкого похолодания на юго-восточном и восточном побережье континента. Тогда жителям этих регионов пришлось массово включать обогрев жилищ, что привело к скачку энергопотребления. Обычно в таких ситуациях использовали газ, но в этот раз его стоимость побила все рекорды: за первую неделю июня газ подорожал в 80 раз – до 800 австралийских долларов за 1 ГДж.

«Откат» к углю происходит по всему миру – ранее о подобных намерениях заявили в Европе и Китае. Это идет вразрез с глобальными планами по сокращению парниковых выбросов и переходу к зеленой энергии.

В Азии цены на СПГ взлетели почти в 10 раз

Летние цены на сжиженный природный газ в Азии за последние несколько лет выросли почти в 10 раз из-за опасений по поводу жесткой конкуренции в ближайшие годы.



До 2019 года цена на спотовом рынке в Азии летом в среднем составляла около \$ 5 за 1 млн BTU (британская тепловая единица). Однако 27 июля 2022 года индекс JKM, который отражает стоимость поставок СПГ в Японию, Южную Корею, Китай и Тайвань, вырос до \$ 52 за 1 млн BTU. Это при том, что традиционно спрос на газ достигает пика зимой, а летом цены на топливо падают.

Польша увеличит добычу угля после запрета поставок из России

Премьер-министр Польши Матеуш Моравецкий поручил увеличить добычу угля в стране. Как объяснил политик, ситуация с углем в ближайшие годы будет трудной, поэтому следует использовать любую возможность заменить импорт.

Ранее польские власти полностью запретили поставки российского угля в связи со спецоперацией на Украине. Эта мера коснулась как государственных, так и частных компаний. В результате на рынке сформировался дефицит топлива, а стоимость 1 т угля у частных владельцев выросла почти до \$ 700.

Для снижения напряженности Министерство климата и окружающей среды Польши на 60 дней отменило требование по качеству угля, который можно использовать для отопления.

МЭА предлагает снизить зависимость от Китая в солнечной индустрии



К 2025 году Китай может увеличить свою долю в мировой солнечной индустрии от 80 до 95 %, говорится в докладе Международного энергетического агентства. Такую тенденцию в МЭА считают опасной, так как это может привести к чрезвычайно высокой степени зависимости остальных стран от китайских производителей.

Параллельно растет риск воздействия на развитие солнечной энергетики разного рода внешнеторговых ограничений. Поэтому МЭА предлагает снижать зависимость от КНР, строя интегрированные фабрики за ее пределами.

Эксперты напомнили, что в период до 2030 года в мире необходимо ежегодно вводить 630 ГВт солнечной генерации, чтобы к 2050 году достичь нулевого баланса выбросов.

Южная Корея планирует довести долю ядерной энергетики до 30 %

Новое правительство Южной Кореи отказалось от прежних планов властей по поэтапному сокращению доли ядерной энергетики. Теперь, наоборот, ее будут развивать. Как передает DPA, к 2030 году доля мирного атома в энергетике КНР должна вырасти до 30 % (сейчас 27 %).

В настоящее время в республике действуют 24 реактора. Предыдущая администрация планировала закрыть шесть из них, однако теперь будут построены четыре новых в дополнение к существующим. На этот шаг официальный Сеул пошел ради снижения зависимости от импорта ископаемого топлива.

В то же время развитие ядерной энергетики должно помочь решить проблемы с занятостью населения. Согласно прогнозам, к 2030 году количество инновационных предприятий, связанных с этой сферой, достигнет 5 тыс., что позволит создать порядка 100 тыс. рабочих мест.

Британские власти одобрили проект строительства новой АЭС

Власти Великобритании одобрили проект создания в стране новой атомной электростанции в рамках кампании по сокращению выбросов углекислого газа. 20 июля правительство выдало разрешение на строительство двухблочной АЭС «Сайзвел С» с реакторами EPR мощностью 1600 МВт каждый. Проект, основным владельцем которого является французская компания EDF, предусматривает, что новая АЭС будет способна генерировать достаточно электроэнергии для обеспечения 6 млн домохозяйств.

Одна из старейших британских АЭС «Сайзвел А» была остановлена в 2006 году, срок службы действующей АЭС «Сайзвел В» планируется продлить на 20 лет (ранее предполагалось, что станцию закроют в 2035 году).

Анонсировано создание «вечной» батареи для электромобилей

Китайская компания Tsinghua анонсировала новую разработку – автомобильную батарею, которую можно зарядить до 20 тыс. раз. Речь идет о твердотельном аккумуляторе (solid state). Специалисты утверждают, что даже спустя рекордное число зарядок его емкость уменьшится незначительно: при среднем показателе запаса хода в 500 км жизненного цикла батареи хватит на 10 млн км.



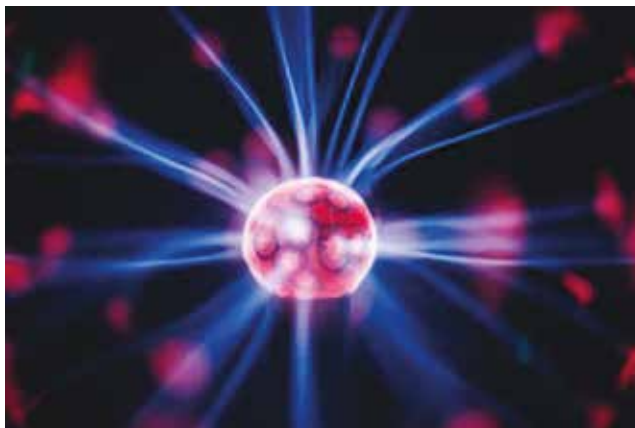
Если исходить из среднегодового пробега такси, равного примерно 200 тыс. км, то аккумулятор проработает примерно 50 лет. Для обычного автомобиля в России со среднегодовым пробегом около 17,5 тыс. км ресурса хватит на 571 год езды, то есть «вечная» батарея сможет пережить не один электромобиль и несколько поколений владельцев.

Насколько реальны обещания китайских разработчиков, пока неясно. Не определена максимальная емкость инновационной батареи, а также зависимость числа возможных циклов зарядки от ее емкости.

Синтезирован экологичный термоэлектрический преобразователь

Команда из университета Хоккайдо синтезировала термоэлектрический преобразователь на основе оксида бария-кобальта, стабильно работающий при температурах до 600 °С.

Термоэлектрическое преобразование происходит за счет эффекта Зеебека: если в проводящем материале есть раз-



ница температур, то генерируется электрический ток. Эффективность преобразования зависит от термоэлектрического показателя полезного действия ZT. Высокий ZT имеют многие материалы, но их стабильность при больших температурах оставалась под вопросом.

Исследователи работали над слоистыми пленками из оксида кобальта. В частности, изучалась термическая и химическая стабильность этих пленок, а также значения их ZT при высоких температурах. В ходе тестирования пленок с добавлением натрия, кальция, стронция и бария анализировались их структура, удельное сопротивление и теплопроводность.

Установлено, что слоистая пленка оксида кобальта с барием сохраняла свою стабильность (с точки зрения структурной целостности и удельного сопротивления) при температурах до 600 °С. Кроме того, пленка безопасна для окружающей среды.

В Египте началось строительство АЭС с участием России

20 июля в Египте началось строительство первой в стране АЭС «Эль-Дабха». Старт сооружению станции с участием России положила торжественная церемония заливки первого бетона.

АЭС «Эль-Дабха» расположится в области Матрух на берегу Средиземного моря, в 350 км от Каира. В состав станции войдут четыре энергоблока с российскими реакторными установками ВВЭР-1200 поколения 3+. Общая установленная электрическая мощность АЭС составит почти 4,8 ГВт.

В соответствии с контрактами «Росатом» не только построит электростанцию, но и обеспечит поставки ядерного топлива на весь ее жизненный цикл. Госкорпорация также проведет обучение персонала и будет оказывать поддержку в эксплуатации и сервисном обслуживании АЭС на протяжении первых 10 лет ее работы. В рамках еще одного соглашения российская сторона построит специальное хранилище и поставит контейнеры для хранения отработанного ядерного топлива.

Египет рассматривает проект АЭС «Эль-Дабха» как важную часть своей стратегии устойчивого развития. Речь прежде всего идет о повышении надежности национальной системы энергоснабжения и об удовлетворении растущего спроса на электроэнергию со стороны египетской экономики и промышленности.

Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов

РАЗВИТИЕ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ БЕЛАРУСИ

Интервью заместителя Министра энергетики Республики Беларусь О.Ф. Прудниковой

13–14 июля делегация Министерства энергетики Республики Беларусь приняла участие в VII Международной научно-технической конференции «Развитие и повышение надежности распределительных электрических сетей», которая состоялась в Москве в Центре международной торговли. В преддверии мероприятия корреспондент журнала «Энергетическая стратегия» побеседовала с руководителем белорусской делегации – заместителем Министра энергетики О.Ф. Прудниковой о современном состоянии и перспективах развития электросетевого комплекса республики в условиях цифровизации отрасли.



Фото предоставлено журналом «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение»

– Уважаемая Ольга Филипповна, каких результатов планируется достичь в сфере развития и повышения надежности распределительных электросетей Белорусской энергосистемы?

– Развитие и техническое перевооружение энергообъектов Белорусской энергосистемы, в том числе электросетевых, сегодня осуществляется на инновационных принципах с использованием современной элементной базы. Это предусмотрено в том числе Концепцией развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, реализация которой позволит достичь прогнозных значений основных индикаторов энергобезопасности, установленных Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь.

Хочу отметить, что в целом мы обеспечили достижение основных прогнозных значений. По итогам 2021 года удельный вес накопленной амортизации в первоначальной стоимости основных средств организаций ТЭК в сфере производства электроэнергии составил 49,5 % (прогноз к 2030 году – 45 %, что считается нормальным уровнем), в области строительства и реконструкции электросетей и подстанций – 49,4 %. Отношение объема инвестиций в основной капитал, вложенных в развитие ТЭК, к первоначальной стоимости основных средств производства составило 6,7 % (прогноз – 6,5 % к 2030 году). Что касается такого индикатора, как отношение среднесуточного количества нарушений электроснабжения населенных пунктов за год к общему количеству

населенных пунктов, то по итогам прошедшего года его значение составило 0,34 %, что ниже прогнозного – 0,4 %.

В долгосрочной перспективе в Беларуси прогнозируется рост потребления электроэнергии, в том числе для целей отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи. В связи с этим важнейшей задачей является развитие электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ. Начиная с 2022 года для снижения уровня износа электросетей всех классов напряжения предусматривается ежегодное строительство и реконструкция порядка 2,7 тыс. км линий электропередачи. По итогам 2021 года этот показатель составил 1,76 тыс. км.

Импульс развитию электросетевого хозяйства придал Указ

Президента Республики Беларусь № 381 «О строительстве распределительных электрических сетей», подписанный в октябре 2021 года. Документом установлен порядок финансирования работ по проектированию и реконструкции сетей для электроснабжения обособленных жилых домов. В частности, закреплена норма, позволяющая гражданам участвовать в финансировании строительства электросетей в целях обеспечения возможности использования электроэнергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи. Дальнейшее развитие распределительных сетей позволит повысить их пропускную способность и, соответственно, надежность работы всего электросетевого комплекса республики.

– Какие технические решения являются ключевыми для повышения надежности распределительных электросетей?

– Актуальность повышения надежности распределительных сетей обусловлена значительным ростом генерирующего потенциала Белорусской энергосистемы. В последнее десятилетие в отрасли было построено около 2 тыс. МВт высокоэффективных генерирующих мощностей. В июне 2021 года введен в эксплуатацию первый энергоблок Белорусской атомной электростанции, готовность второго составляет 96 %. Все это не только повлияет на режимы работы других генерирующих источников, но и потребует значительного обновления электросетевого комплекса с использованием передовых технологий.

Внедрение современных технических решений в электросетевом хозяйстве продиктовано в первую очередь необходимостью обеспечения надежного электроснабжения потребителей в востребованных объемах, особенно в периоды неблагоприятных погодноклиматических условий, стихийных природных явлений и процессов.

В частности, начиная с 2010 года энергоснабжающие организации планомерно осуществляют замену неизолированных проводов на защищенные на ВЛ 10 кВ, расположенных на просеках, граничащих

с землями лесного фонда. На начало мая 2022 года доля таких ВЛ, выполненных защищенным проводом, составила 71 %, а их протяженность – 8,5 тыс. км.

Эффективность этого технического решения уже проверена на практике. Его применение позволило суще-

лена пероксидной сшивки при новом строительстве и реконструкции КЛ.

Особый акцент делается на развитии аппаратных и программных средств систем управления. В электросетевом хозяйстве республики созданы необходимые условия для более широкого применения

В 2021 году удельный вес накопленной амортизации в первоначальной стоимости основных средств организаций ТЭК составил 49,5 %, при прогнозном уровне к 2030 году 45 %

ственно повысить надежность работы ВЛ 10 кВ и сегодня является перспективным направлением развития электросетей данного класса напряжения.

Еще одним инновационным техническим решением стало применение повышенных опор на линиях, проходящих над лесным массивом. Опоры высотой более 60 м были установлены при строительстве трех линий электропередачи: ВЛ 110 кВ Калинковичи – Дрозды протяженностью 2,8 км, ВЛ 330 кВ Белорусская АЭС – Минск Северная (20,5 км) и ВЛ 330 кВ Белорусская АЭС – Столбцы (6,6 км). Однако следует отметить, что реализация данного решения является более дорогостоящим мероприятием по сравнению с применением на линиях, проходящих по лесу, типовых опор (даже с учетом необходимых в последнем случае затрат на расширение просек ВЛ).

Основным вектором развития кабельных линий электропередачи сегодня является расширение использования кабельной продукции с изоляцией из сшитого полиэти-

таких технологий, как умная сеть (Smart Grid) и цифровая подстанция. Одним из таких проектов является первая в республике цифровая подстанция в классе напряжения 330 кВ «Могилев», введенная в эксплуатацию в ноябре 2021 года.

Сегодня Беларусь является одним из лидеров в СНГ по уровню развития цифровых технологий в энергетике. Так, по внедрению микропроцессорных РЗА республика обогнала все страны Содружества, включая Россию.

– Как может повлиять на развитие Белорусской энергосистемы обострение внешнеполитической и макроэкономической ситуации?

– В настоящее время Белорусская энергосистема функционирует в штатном режиме, но в условиях внешних ограничений, безусловно, необходимо корректировать подходы к развитию отрасли. В первую очередь это касается импортозамещения. Это не новое для Беларуси направление – на государственном уровне развитию импортозамещения всегда уделялось большое внимание.

Отношение объема инвестиций в основной капитал, вложенных в развитие ТЭК, к первоначальной стоимости основных средств организаций ТЭК в 2021 году составило 6,7 % при прогнозном уровне к 2030 году 6,5 %

Реализация мероприятий в этом направлении ведется в рамках соответствующих планов. Поскольку для системы Минэнерго производство промышленных и потребительских товаров не является профильным, план Минэнерго по импортозамещению включает несколько десятков товарных позиций. Эта продукция для нужд энергетики производится на восьми предприятиях энергетической, газовой и торфяной отраслей.

Примерами таких товаров являются контроллеры ULC-02, предназначенные для использования в составе АСУ ТП (системы управления уличным освещением, автоматического контроля и учета электроэнергии, охранной сигнализации и др.), а также реклоузеры 10 кВ КРУмАЭС для автоматизации управления электросетями 6–10 кВ.

В сфере импортозамещения мы активно сотрудничаем с российской стороной. Функционирует соответствующая рабочая группа, созданная Минпромторгом России и Минпромом Беларуси, а в ее составе – отраслевая подгруппа по импортозамещению в сфере машиностроения для топливно-энергетического комплекса. В эту подгруппу входят представители Минпромторга России и Минэнерго Беларуси.

В настоящее время поступивший от российской стороны перечень необходимой продукции прорабатывается с соответствующими государственными органами и организациями республики. В свою очередь, аналогичный перечень, сформированный белорусской стороной, направлен российским партнерам. Перечень включает:

- силовые трансформаторы 110 кВ, измерительные трансформаторы тока и напряжения 10 кВ и 110 кВ;
- выключатели элегазовые и разъединители 110 кВ, вакуумные выключатели 10 кВ;
- ограничители перенапряжения 6, 10 и 110 кВ;
- вводы высоковольтные 110 кВ, изоляторы электрические, в том числе для разъединителей 110 кВ;
- ячейки комплектных распределительных устройств, в том числе наружной установки (КРУ и КРУН);
- микропроцессорные устройства РЗА, предназначенные также

для электросетевого оборудования напряжением 220–750 кВ, генераторов, блоков «генератор – трансформатор».

Для Минэнерго Беларуси определенный интерес представляет также сотрудничество в сфере разработки и внедрения систем управления ресурсами предприятий и планирования деятельности (ERP-систем).

В настоящее время на отраслевом уровне прорабатываются

вопросы до 2025 года. В частности, этими документами предусмотрена автоматизация основных бизнес-процессов и внедрение ряда автоматизированных систем, в том числе АСУ ТП в области электро-, тепло- и газоснабжения, систем управления распределительными электрическими сетями (элемент Smart Grid), а также систем контроля и учета энергоресурсов (электрической и тепловой энергии, природного газа).

Отношение среднесуточного количества нарушений
электроснабжения населенных пунктов за год
к общему количеству населенных пунктов
в 2021 году составило 0,34 % при прогнозном
уровне к 2030 году 0,4 %

отдельные вопросы импортозамещения элементной базы, используемой при цифровизации бизнес-процессов, что может стать предметом диалога между белорусскими и российскими энергетиками в целях поиска взаимовыгодных направлений сотрудничества в сфере цифровизации отрасли.

В перспективе взаимодействие Беларуси и России по линии импортозамещения продолжит укрепляться, в том числе за счет создания совместных производств по товарным позициям, представляющим взаимный интерес. Видится целесообразным рассмотреть вопрос введения дополнительных мер поддержки взаимной торговли между субъектами хозяйствования двух стран в рамках Союзного государства.

– В Беларуси накоплен значительный опыт по развитию цифровых сервисов для потребителей. Какие перспективы у этого направления деятельности?

– Вопросам информатизации и цифровой трансформации энергетической, газовой и торфяной отраслей в Минэнерго Беларуси уделяется особое внимание. Приоритетные направления развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) определены соответствующими стратегиями на пе-

риод до 2025 года. Кроме того, планируется продолжить строительство цифровых подстанций, реализацию проектов по предоставлению электронных услуг в области электро-, тепло- и газоснабжения потребителей, переходу на электронные платежи за потребленные услуги, а также внедрению инструментов информационной безопасности и защиты персональных данных.

В целях координации деятельности организаций отрасли при внедрении и развитии ИКТ по названным выше приоритетным направлениям планируется создание «офисов цифровизации».

Для максимального соблюдения принципа «одно окно» в сфере электронных услуг сегодня проводится оптимизация административных процедур с последующей их цифровизацией, что позволит осуществлять электронные услуги на едином портале.

В целях повышения уровня работы с населением в республике внедрен портал рейтинговой оценки качества оказания услуг и осуществления административных процедур организациями Беларуси, позволяющий гражданам высказать свое мнение о качестве их обслуживания государственными организациями.

Хочу отметить, что по результатам проведенного в республике исследо-

вания Министерство энергетики получило одну из самых высоких оценок по уровню цифровизации отрасли.

– Реализация задач инновационного развития энергетической сферы требует подготовки новых законодательных и нормативных актов. Какая работа в этом направлении ведется в отрасли?

– Обновление законодательной и нормативной базы особенно актуально в условиях формирования общих рынков энергоресурсов ЕАЭС и интенсификации интеграционных процессов в рамках Союзного государства.

Общие подходы к среднесрочному и долгосрочному планированию нормотворческой деятельности Минэнерго определены рядом государственных и отраслевых документов, в том числе Концепцией энергетической безопасности, Концепцией развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, Программой комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021–2025 годы.

В рамках совершенствования законодательства по регулированию отношений в энергетической сфере мы проводим системную работу по подготовке НПА. Только в 2020–2021 годах было принято более 25 нормативных документов, разработанных Минэнерго. В их числе ряд законодательных актов, направленных на создание в республике конкурентного товарного рынка электроэнергии. Первым этапом этого процесса стало принятие Указа Президента Республики Беларусь от 16 апреля 2021 года № 153 «О развитии электроэнергетики», а также утверждение постановлением Совета Министров от 2 июля 2021 года № 381 Правил доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и Правил доступа к услугам по передаче и (или) распределению электрической энергии.

С учетом рекомендаций ЕЭК по регулированию деятельности естественных монополий (в Беларуси к таковым отнесены услуги по передаче и распределению электроэнергии) Минэнерго примет участие в уточнении подходов к оценке технологических эффектов от реализации проектов по созданию элементов новой, высокотехнологичной сети. В настоящее время в рамках гармонизации законодательства государств – членов ЕАЭС изучаются наилучшие практики в сфере регулирования деятельности субъектов естественных монополий в отношении экологических аспектов и энергоэффективности.

Показатели надежности работы энергосистемы

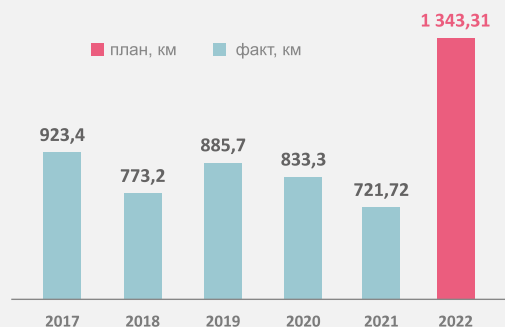
		2019	2020	2021
SAIFI	индекс средней частоты отключений по системе	0,839	0,732	0,867
SAIDI, ч	индекс средней продолжительности отключений по системе	1,112	0,978	1,228
CAIDI, ч	индекс средней продолжительности отключения одного потребителя	1,33	1,34	1,42

Основные показатели непрерывности электроснабжения

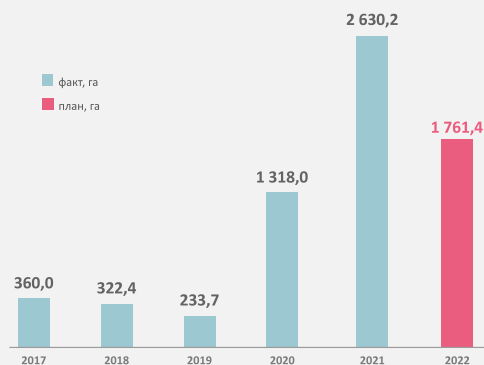


Соотношение среднесуточного количества нарушений электроснабжения населенных пунктов за год к общему количеству населенных пунктов

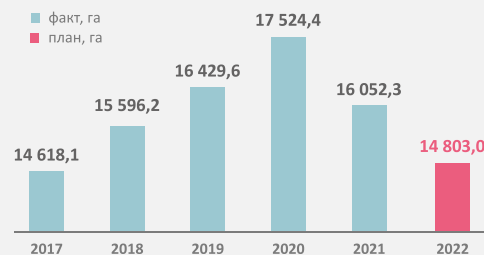
Основные направления работы по повышению надежности электрических сетей



Реконструкция ВЛ 10 кВ с применением изолированных проводов



Расширение пролетов ВЛ 35–750 кВ



Расчистка пролетов ВЛ 6–750 кВ, проходящих по землям лесного фонда



Евразийский экономический союз ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН



Республика Казахстан расположена в центре Евразийского материка. Трансконтинентальный статус республики позволил ей стать стратегически важной территорией для контроля потоков нефти и газа из Центральной Азии на восток и запад, а энергетическая политика страны оказывает влияние на энергобезопасность не только Азии, но и Европы.

В 2014 году Казахстан стал одним из учредителей Евразийского экономического союза, подписав договор о его создании. Сегодня страна продолжает поддерживать интеграционные процессы в регионе.



Кыз-Жибек. 1984. Шаймардан Сариев

В рамках реализации проекта «Евразийский экономический союз. Энергетическая интеграция» предлагаем вниманию читателей материал о развитии топливно-энергетического комплекса Казахстана и участии республики в формировании единого энергетического пространства ЕАЭС.

КАЗАХСТАН. ВЕКТОР НА ИНТЕГРАЦИЮ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ СОХРАНЯЕТСЯ

Интервью Вице-министра энергетики Республики Казахстан
Ж.Д. Нурмаганбетова

Сегодня энергетический сектор Казахстана переживает масштабные изменения: в стране стремительно растет электропотребление, в электроэнергетике продолжается отход от угля, рассматривается вопрос о строительстве АЭС, реализуются мероприятия по переходу к низкоуглеродной энергетике. О том, какие из этих тенденций сегодня преобладают, каковы приоритеты развития ТЭК Казахстана, а также об участии республики в формировании общих рынков энергоресурсов ЕАЭС рассказывает Вице-министр энергетики Республики Казахстан Ж.Д. Нурмаганбетов.



– Уважаемый Жандос Демесинович, какие стратегические цели и приоритеты положены в основу энергетической политики страны?

– Действующая государственная политика в электроэнергетической отрасли осуществляется в целях обеспечения безопасного, надежного и стабильного функционирования электроэнергетического комплекса Республики Казахстан.

Основным приоритетом развития отрасли является формирование эффективной структуры энергокомплекса и рыночных механизмов, направленных на создание прозрачной среды для конкуренции и улучшение инвестиционного климата.

Стратегически важной задачей для развития экономики страны является своевременный ввод объектов генерации, реконструкция и модернизация электрических станций и сетей.

– Несмотря на рост генерации в Казахстане, эксперты отмечают обострение дефицита располага-

емой и регулировочной мощности. Что планируется предпринять для решения этой проблемы?

– Ввиду сложившейся структуры генерации энергетическая система Казахстана испытывает нехватку регулировочной электрической мощности. В целях решения данного вопроса в 2020 году был введен механизм возврата инвестиций, вложенных в реализацию проектов строительства энергетических установок с маневренным режимом генерации путем проведения международных аукционных торгов.

Первые торги состоялись в текущем году. По их итогам определены инвесторы проектов строительства двух современных парогазовых установок суммарной мощностью свыше 1,2 ГВт. Ввод в эксплуатацию данных электростанций запланирован на 2025 год.

Осенью текущего года планируется проведение аукционных торгов по инвестированию в строительство объектов маневренной генерации на площадках действующих энергопроизводящих

организаций суммарной мощностью свыше 0,5 ГВт.

Кроме того, до 2027 года предполагается нарастить существующие мощности более чем на 1,6 ГВт.

– В топливно-энергетическом балансе республики предусмотрено снижение доли угля. Какие перспективы у угольной генерации Казахстана?

– Исторически сложилось, что главную роль в энергетическом балансе Казахстана играют угольные электростанции. Вместе с тем, ввиду повсеместного отказа международных финансовых организаций от инвестирования в проекты по строительству новых угольных электростанций, перспективы дальнейшего ввода новых электрогенерирующих мощностей, использующих уголь в качестве топлива, являются ограниченными.

В соответствии с прогнозами, для покрытия спроса растущей экономики к 2035 году в Казахстане планируется ввести свыше 17 ГВт новых энерго-

Основной приоритет отрасли – формирование эффективной структуры энергокомплекса и рыночных механизмов, направленных на создание прозрачной среды для конкуренции и улучшение инвестиционного климата

источников, из которых порядка 11 ГВт будут являться источниками низкоуглеродной генерации. Планируется, что к данному периоду доля угольной генерации в энергетическом балансе республики снизится с текущих 69 % до 40 %.

– В 2016 году Казахстан подписал Парижское соглашение по климату. Какие цели в области декарбонизации энергетики стоят перед страной и каким образом планируется их достичь?

– Как известно, Казахстан взял обязательства по сокращению выбросов парниковых газов на 15 % к декабрю 2030 года по сравнению с 1990 годом. В декабре 2020 года Казахстан на климатическом саммите ООН, подтвердив свои обязательства по Парижскому соглашению, объявил о новой цели – достижении углеродной нейтральности к 2060 году.

В настоящее время ведется разработка Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года, которая должна определить общенациональные подходы к последовательной трансформации экономики.

Для достижения этой цели потребуются глубоко трансформировать весь энергетический сектор, включая добычу первичной энергии, ее транспортировку и преобразование во вторичную энергию, ее передачу и распределение, конечное использование энергии во всех отраслях экономики.

– В результате рыночных преобразований в республике создан национальный электроэнергетический рынок. Как Вы оцениваете его функционирование?

– Казахстан одним из первых в регионе начал проводить рыночные реформы в электроэнергетике. Был осуществлен переход от монополии

в рамках вертикально интегрированной национальной энергетической компании к либерализации тех видов деятельности на рынке электроэнергии, где конкуренция возможна и целесообразна.

В секторах производства, передачи и снабжения были сформированы многочисленные частные энергокомпании, обеспечивающие функционирование электроэнергетического комплекса.

Проведенные ранее реформы по либерализации рынка электроэнергии достигли целей, поставленных на том историческом этапе. Однако дальнейшее реформирование и развитие отрасли было ограничено рядом объективных причин.

Несовершенство текущей рыночной модели, безусловно, влияет на эффективность энергокомплекса и может привести к рискам для энергетической безопасности страны.

электроэнергетического рынка ЕАЭС, Казахстан совместно с другими государствами – членами ЕАЭС участвует в работе по проработке основных механизмов его функционирования.

В начале этого года в республике был принят Закон «О ратификации протокола о внесении изменений в договор о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года (в части формирования общего электроэнергетического рынка ЕАЭС)». Протоколом внесены уточнения по основам формирования, функционирования и развития общего рынка электроэнергии ЕАЭС, устанавливаются сферы, которые будут урегулированы правилами его функционирования. Учитывая особенности национальных рынков, сторонами достигнута договоренность при формировании общего рынка Союза сохранить существующие национальные электроэнергетические рынки, в том числе рынки мощности.

Формирование общего рынка ЕАЭС открывает для хозяйствующих субъектов возможность осуществлять торговлю электроэнергией между собой в рамках заключенных договоров. Кроме этого, предполагается создание механизма для урегулирования почасовых отклонений фактических поставок электрической энергии от плановых значений, что повысит от-

Для покрытия спроса растущей экономики к 2035 году в Казахстане планируется ввести свыше 17 ГВт новых энергоисточников, из которых порядка 11 ГВт – источники низкоуглеродной генерации

В связи с этим в настоящее время ведется соответствующая работа по дальнейшему реформированию отрасли путем ввода балансирующего рынка электроэнергии и механизма ее централизованной купли-продажи на оптовом рынке.

– Сохраняет ли Казахстан приверженность энергетической интеграции в рамках ЕАЭС? Каких позитивных для страны результатов можно ожидать от этого процесса?

– Как подписант основополагающих документов по формированию общего

ответственность субъектов рынка за соблюдение согласованных графиков.

Сейчас ЕАЭС проводит работу по разработке и согласованию правил функционирования общего электроэнергетического рынка. Предстоит найти решения по ряду проблемных вопросов, которые могут повлиять на модель рынка, устойчивость и эффективность его работы. В рамках формирования основных правил функционирования общего рынка важно обеспечить паритет национальных интересов государств – членов Союза.

ТЭК КАЗАХСТАНА

Топливо-энергетический комплекс Казахстана, его добывающая промышленность (в том числе урановая), нефтеперерабатывающая, химическая и ряд других отраслей были созданы еще в советский период и сегодня активно развиваются в рамках независимого государства. Республика сохранила тесные связи в электроэнергетике со странами СНГ. Казахская энергосистема (как и связанные с ней энергосистемы Киргизии и Узбекистана) продолжает работать параллельно с Единой энергетической системой (ЕЭС) России.

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

Благодаря значительным запасам сырой нефти, газа, угля и урана Казахстан набирает вес в мировой экономике как энергетическая держава.

Так, по данным МАГАТЭ, запасы урана в стране оценены в 900 тыс. т. При этом в республике работает завод по про-

изводству готового ядерного топлива для атомных электростанций Китая.

По доказанным и вероятным запасам природного газа, согласно Национальному энергетическому докладу KAZENERGY 2021, Казахстан занимает 16-е место в мире (4,4 трлн м³), а по его добыче – 22-е (более 30 млрд м³ в год).

Что касается нефти, то по ее добыче Казахстан занимает 17-е место в мире и второе – в ЕАЭС (после России). Энергоресурс добывается на трех основных месторождениях: Тенгиз, Карачаганак и Кашаган. Последнее входит в десятку крупнейших в мире: достигнутый уровень добычи на нем составляет около 400 тыс. баррелей в сутки.

В экономике страны доминирует углеводородная промышленность. В структуре производства свыше 60 % приходится на добычу нефти и газа, металлургическую промышленность и электрогенерацию.

Углеводороды – главная составляющая экспорта страны. Казахстан является чистым экспортером первичных энергоресурсов (в основном сырой нефти).



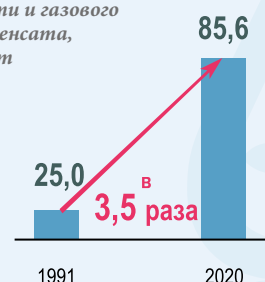
НЕФТЬ И НЕФТЕПРОДУКТЫ

Нефтегазовый комплекс Казахстана играет особую роль в развитии страны, обеспечивая значительную часть налоговых поступлений в бюджет и формируя около четверти ВВП.

По данным Статистического ежегодника Евразийского экономического союза, в 2020 году в Казахстане было добыто 85,6 млн т нефти и газового конденсата. При этом основная часть этого объема – 68,6 млн т – поставлена на экспорт, а внутреннее потребление составило 16,1 млн т.

Основная добыча углеводородов ведется консорциумами с участием транснациональных вертикально интегрированных компаний. Для поддержания и увеличения добычи на крупных месторождениях реализуются проекты по их расширению.

Динамика добычи нефти и газового конденсата, млн т



ТРАНСПОРТИРОВКА НЕФТИ



на казахстанском участке – с 21,6 до 53,7 млн т. В ближайшей перспективе предполагается увеличить мощность нефтепровода на всем его протяжении.

Нефтепровод Казахстан – Китай протянулся на 2228 км. По нему поставляется нефть из Актюбинской области и с Кумкольского нефтяного месторождения. Трубопровод также используется Россией для транспортировки нефти из Западной Сибири по соединению с нефтепроводом Омск – Павлодар – Шымкент – Туркменабад на международный терминал Атасу вблизи казахстанско-китайской границы.

Казахстан имеет диверсифицированную систему транспортировки нефти на экспорт и на внутренний рынок. Поставки осуществляются в страны Европы, а также на терминалы Черного и Балтийского морей по трубопроводам Каспийского Трубопроводного Консорциума (КТК) и Атырау – Самара; на китайский рынок – по нефтепроводу Казахстан – Китай, а также через порт Актау. Основными действующими маршрутами транспортировки морским путем являются Актау – Баку и Актау – Махачкала.

Нефтепровод КТК общей протяженностью 1510 км (из них 452 км – на территории РК) введен в эксплуатацию в 2001 году. Он соединяет месторождение Тенгиз и терминал «Южная Озеревка» на Черном море (вблизи порта Новороссийск). После реализации проекта по расширению трубопровода пропускная способность КТК выросла с 28,2 до 67 млн т в год, в том числе

НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

В 2018 году в Казахстане завершилась реализация комплексной программы реконструкции и модернизации Шымкентского и Атырауского НПЗ, а также Павлодарского нефтехимического завода. Это позволило увеличить производство светлых нефтепродуктов (в том числе бензина – более чем вдвое, авиатоплива – в 3 раза, дизельного топлива – в 1,3 раза) и полностью обеспечить потребности внутреннего рынка республики.

В Казахстане планируется создать кластер для комплексного развития нефтехимических производств мирового уровня по глубокой переработке углеводородного сырья и выпуску широкого ассортимента конкурентоспособной нефтехимической продукции с высокой добавленной стоимостью.

В настоящее время в Атырауской области ведется строительство первого в Казахстане газохимического комплекса

*Нефтеперерабатывающие заводы Казахстана**

Наименование предприятия	Мощность, млн т	Объем переработки, млн т	Глубина переработки
ТОО «Атырауский НПЗ» (АНПЗ)	5,5	4,7	87 %
ТОО «ПетроКазахстан Ойл Продактс» (ПКОП, бывший Шымкентский НПЗ)	6,0	4,6	81,6 %
ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» (ПНХЗ)	5,1	4,7	78,5 %

*Данные Статистического ежегодника Евразийского экономического союза, 2021 год

по производству полипропилена. В ближайшей перспективе полипропилен и октаноповышающие присадки для бензина начнут производить и в г. Шымкенте. Планируется также реализовать проекты по переработке газа, в том числе в полиэтилен, бутадиен, карбамид, метанол, олефины и другие производные.

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ



Газовая отрасль Казахстана – одна из наиболее динамично развивающихся в стране. Она играет ключевую роль в обеспечении экономического и социального благополучия республики. Добыча голубого топлива растет, создаются новые газоперерабатывающие мощности, расширяется сеть газопроводов.

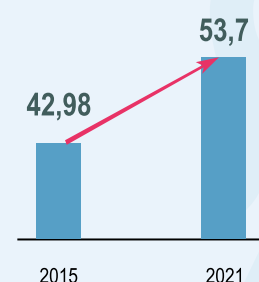
Согласно Комплексному плану развития газовой отрасли до 2030 года, республика планирует увеличить производство природного газа за счет создания благоприятного инвестиционного климата для разведки и освоения новых газовых месторождений. Предполагается также увеличить охват населения природным газом путем модернизации и расширения газотранспортной инфраструктуры.

ГАЗИФИКАЦИЯ

Главным стратегическим направлением развития газовой отрасли в Казахстане до 2030 года является обеспечение надежного газоснабжения потребителей страны. В период с 2010 по 2020 год за счет государственного бюджета реализовано свыше 1300 проектов в области газификации, построено более 18 тыс. км газораспределительных сетей в регионах. Благодаря инвестиционным программам АО «КазТрансГаз» – национального газового оператора Республики Казахстан – ведено более 9,5 тыс. км распределительных газопроводов. Расширение газораспределительной сети позволило увеличить объемы потребления газа на внутреннем рынке на 91 % – с 9 до 17 млрд м³ в год.

Сегодня развитие газовой инфраструктуры продолжается в рамках реализации Генеральной схемы газификации Республики Казахстан на 2015–2030 годы, утвержденной правительством страны в ноябре 2014 года. По состоянию на 1 января 2021 года уровень газификации населения достиг 53,07 %, доступ к природному газу получили 9,8 млн человек, а общая протяженность газораспределительных сетей составила более 48 тыс. км.

Динамика газификации, %



МАГИСТРАЛЬНЫЕ ГАЗОПРОВОДЫ

Казахстан обладает огромным транзитным потенциалом. Общая протяженность магистральных газопроводов, проходящих по его территории, составляет более 19 тыс. км, их совокупная мощность – 200 млрд м³ в год. В республике эксплуатируются 56 компрессорных станций, 316 газоперекачивающих агрегатов и три подземных хранилища газа (ПХГ).

Наиболее мощными из числа магистральных являются газопроводы Средняя Азия – Центр и Казахстан – Китай.

В декабре 2019 года была введена в эксплуатацию первая очередь магистрального газопровода «Сарыарка» (более 1000 км), по которому был подведен газ в столицу Казахстана – г. Нур-Султан. Реализация проекта позволит обеспечить сетевым газом 14 областей страны и все города республиканского значения.

Благодаря развитой газотранспортной системе Казахстан стал мощным центральноазиатским газовым хабом и эффективно использует имеющийся транзитный потенциал. Сегодня страна является важным газовым партнером для России, Китая, Узбекистана, Туркменистана и Кыргызстана.

С 2017 года наряду с транзитом в Китай туркменского и узбекского газа Казахстан стал экспортировать в КНР и собственный газ. С 2014 по 2019 год объем экспортных поставок вырос в 5 раз – с 1,8 до 8,8 млрд м³. В 2020 году на долю экспорта пришлось порядка 16,7 млрд м³. По газотранспортной системе было перекачано 112,8 млрд м³ газа, причем 56 % этого объема составил международный транзит из Туркменистана, Узбекистана и России.

Крупнейшие магистральные газопроводы Казахстана

Газопровод	Оператор	Протяженность, км	Пропускная способность, млрд м³/год
Средняя Азия – Центр	АО «Интергаз Центральная Азия»	3962	60,2
Казахстан – Китай (нитки А, В и С)	ТОО «Азиатский газопровод»	3909	30,0

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Электроэнергетика занимает центральное место в топливно-энергетическом комплексе Казахстана. В состав Единой электроэнергетической системы Республики Казахстан (ЕЭС РК) входят свыше 190 электростанций различных форм собственности. В 2021 году их общая установленная мощность составила 23 957,3 МВт, выработка электроэнергии – 114,447 млрд кВт·ч, из них на внутреннее потребление пришлось 113,890 млрд кВт·ч.

Электростанции страны работают преимущественно на углеводородном топливе. Около 69 % электроэнергии вырабатывается на угле, 20,0 % – на газе, 3,6 % составляет генерация ВИЭ, 7,4 % производится гидроэлектростанциями (без учета малых ГЭС).

Прогнозный баланс электрической энергии и мощности на 2020–2028 годы, млрд кВт·ч*

Год	Выработка	Потребление
2022	115,1	119,7
2023	117,3	123,2
2024	121,8	125,8
2025	125,9	129,7
2026	131,5	131,9
2027	131,5	134,5
2028	131,7	136,9

* Утвержден Приказом Министра энергетики РК от 14.01.2022 № 16

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ



Основной объем электроэнергии в Казахстане вырабатывают 67 тепловых электростанций, на которых в качестве топлива используются угли Экибастузского, Майкубенского, Тургайского и Карагандинского угольных бассейнов.

Крупнейшей в республике является **Экибастузская ГРЭС-1**. Ее проектная мощность составляет 4 тыс. МВт, фактическая (по состоянию на 2022 год) – 3,5 тыс. МВт. Теплоэлектростанция состоит из восьми энергоблоков. В настоящее время идут работы по восстановлению и модернизации первого энергоблока ГРЭС, выведенного из эксплуатации в 2018 году.

Установленная мощность **Экибастузской ГРЭС-2** составляет 1000 МВт. На два энергоблока станции приходится около 6 % всей электрогенерации в республике.

Крупнейший поставщик электроэнергии на казахстанский рынок – **Аксуская (Ермаковская) ГРЭС**, когда-то самая большая тепловая электростанция в Средней Азии. В настоящее время здесь работают семь энергоблоков ГРЭС. Общая установленная мощность станции составляет 2535 МВт.

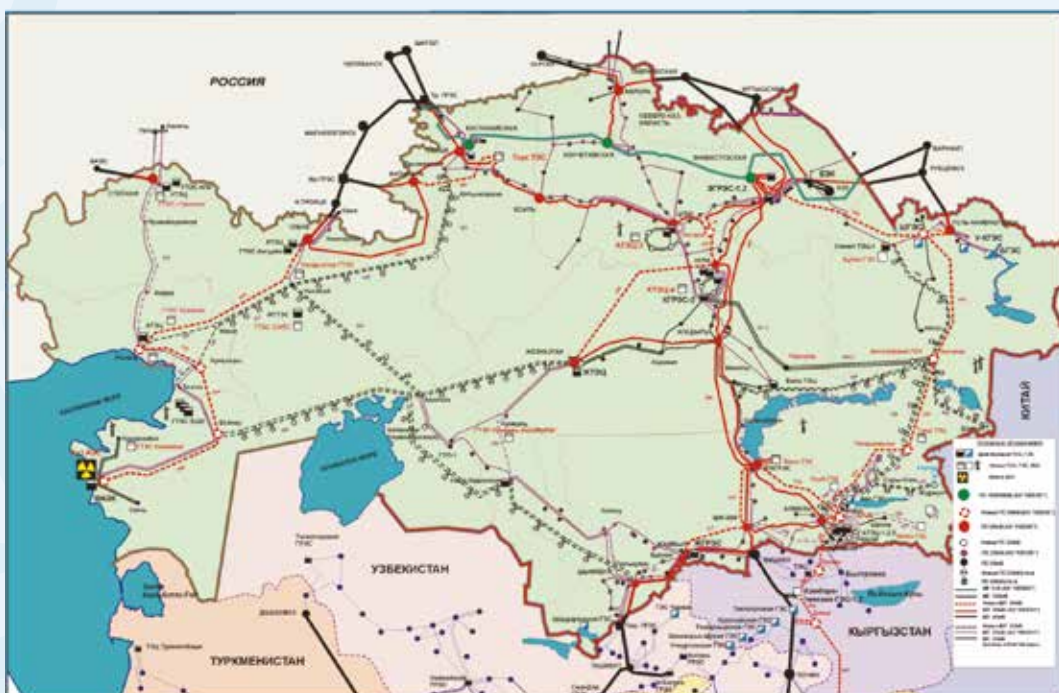
По данным Статистического ежегодника Евразийского экономического союза, в 2020 году удельные затраты топлива на производство электроэнергии в энергосистеме Казахстана составляли 370 г/кВт·ч.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Функции системообразующей сети ЕЭС РК выполняет Национальная электрическая сеть (НЭС), обеспечивающая электрические связи между регионами республики и соединяющая энергосистемы сопредельных государств – России, Кыргызстана и Узбекистана. Электросетевая инфраструктура находится на балансе АО КЕГОС – системного оператора ЕЭС РК.

Общая протяженность электросетей общего пользования в Республике Казахстан составляет:

- ВЛ 1150 кВ – 1,4 тыс. км (эксплуатируются на напряжении 500 кВ);
- ВЛ 500 кВ – около 8,2 тыс. км;
- ВЛ 330 кВ – более 1,8 тыс. км;
- ВЛ 220 кВ – более 14,8 тыс. км;
- ВЛ 110 кВ – около 352,8 тыс. км;
- ВЛ 35 кВ – более 44,1 тыс. км;
- ВЛ 6–10 кВ – около 129,6 тыс. км.



В настоящее время в республике разрабатывается прогнозная модель развития Национальной электрической сети, которая будет синхронизирована с вводом новых генерирующих мощностей. Модель предусматривает масштабную модернизацию электросетевого хозяйства.

Основные ЛЭП Казахстана и их связь со смежными энергосистемами

НАЦИОНАЛЬНЫЙ РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Казахстан более других стран ЕАЭС (исключая Россию) готов к вхождению в общий электроэнергетический рынок Союза. Одной из наиболее важных особенностей сектора электроснабжения республики является наличие развитого национального рынка электрической энергии – оптового и розничного. В свою очередь, в структуре оптового рынка выделяются централизованный и децентрализованный рынки, балансирующий рынок, а также рынок электрической мощности (функционирует с 1 января 2019 года) и рынок системных и вспомогательных услуг.

Утверждение предельных тарифов на электроэнергию входит в компетенцию Министерства энергетики Республики Казахстан, которое является уполномоченным органом, осуществляющим государственную политику в области электроэнергетики.

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В 1973 году в г. Актау была введена в эксплуатацию единственная в Казахстане атомная электростанция с первым в мире реактором на быстрых нейтронах мощностью 350 МВт. Однако с 1999 года энергия мирного атома не используется. Между тем страна обладает хорошим потенциалом для раз-



вития атомной отрасли: Казахстан занимает первое место в мире по добыче природного урана, имеет соответствующие возможности для его обогащения и располагает собственным производством топлива для АЭС.

В связи с ростом электропотребления в Казахстане рассматривается вопрос о строительстве новой атомной электростанции. В настоящее время специалисты активно изучают предложения мировых поставщиков реакторных технологий с точки зрения их безопасности, референтности, мощности и стоимости.

Развитию атомной энергетики в стране во многом будет способствовать имеющийся опыт работы с ядерными реакторами (сегодня в стране эксплуатируются три исследовательских реактора), а также наличие высококвалифицированных специалистов в этой области.

Строительство АЭС позволит Казахстану снизить долю угольной генерации, уменьшить износ генерирующих мощностей и приблизиться к заявленным климатическим целям.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

В настоящее время в Республике действуют 142 объекта ВИЭ, установленной мощностью 2332 МВт, в том числе:

- 43 ветровые электростанции мощностью 894 МВт;
- 54 солнечные электростанции мощностью 1150 МВт;
- 40 малых гидроэлектростанций мощностью 280 МВт;
- 5 биоэлектростанций мощностью 8 МВт.

По итогам I полугодия 2022 года объем электроэнергии, выработанный объектами возобновляемой энергетики, составил **2392,49 млн кВт·ч** (ВЭС – 1053,78 млн кВт·ч; СЭС – 853,327 млн кВт·ч; ГЭС – 484,963 млн кВт·ч; БиоЭС – 0,421 млн кВт·ч), или 4,24 % от общего объема производства электрической энергии.

В соответствии с Концепцией перехода страны к зеленой экономике и Стратегией «Казахстан-2050» планируется довести долю ВИЭ в энергобалансе страны до 15 % в 2030-м и до 50 % – в 2050 году. Согласно прогнозу, к середине века с использованием ВИЭ будет производиться половина всей электроэнергии в стране.

Динамика установленной мощности возобновляемой энергетики Казахстана, 2014–2021 годы, МВт (количество объектов)



Гидроэнергетика. Наиболее мощные гидроэлектростанции построены на таких крупных реках, как Иртыш, Или и Сырдарья. Среди самых значимых ГЭС – Бухтарминская, Шульбинская, Усть-Каменогорская и Капчагайская. Суммарно они обеспечивают 10 % потребностей страны. До 2030 года в стране планируется ввести ряд гидроэлектростанций суммарной мощностью 1500 МВт.

Гидроэнергетический потенциал Казахстана оценивается примерно в 62 млрд кВт·ч/год.

Ветроэнергетика. Казахстан обладает значительными ресурсами ветровой энергии. Примерно на 50 % его территории скорость ветра составляет 4–5 м/с на высоте 30 м. Наиболее высокий ветровой потенциал в районе Каспийского моря – в Атырауской и Мангистауской областях, а также в Северном и Южном Казахстане. Ресурсный потенциал ветровой энергетики составляет 920 млрд кВт·ч в год.

В стране реализуется ряд ветроэнергетических проектов. По мнению экспертов, этот сектор обладает исключительными возможностями для роста.

Солнечная энергетика. Солнечная генерация также имеет огромный потенциал – около 2,5 млрд кВт·ч в год, количество солнечных часов в Казахстане составляет 2200–3000 ч/год, а в южных регионах – 2500–3000 ч/год.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В соответствии с Законом Республики Казахстан о поддержке использования ВИЭ от 2009 года для производителей чистой энергии предусмотрена возможность реализовать ее в сети общего пользования по специальным тарифам через Расчетно-финансовый центр поддержки ВИЭ, который гарантирует закуп этой электроэнергии.

Производители зеленой энергии освобождаются от оплаты услуг по ее передаче, определен также приоритет для ВИЭ при транспорте электроэнергии по сетям.

Эти меры государственной поддержки в виде гарантированной покупки электроэнергии позволяют стимулировать развитие возобновляемой энергетики. При этом условием получения господдержки является реализация проектов ВИЭ через механизм аукционных торгов.

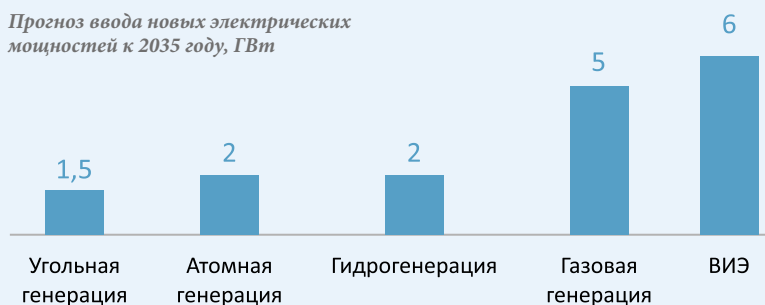
ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЭК

Новой реальностью для Казахстана стал острый дефицит электроэнергии. Основными причинами эксперты называют высокий износ энергосистемы и большое количество «серых» майнеров, использующих энергоемкое оборудование. Согласно прогнозу Энергетического баланса Республики Казахстан до 2035 года, разработанного Министерством энергетики РК, потребление электроэнергии в стране к этому году вырастет до 152,9 млрд кВт·ч, при этом выработка действующих энергообъектов снизится до 89 млрд кВт·ч.

Решением проблемы должно стать развитие в Казахстане атомной энергетики, ВИЭ, водородной энергетики и других инновационных направлений, а также масштабная модернизация энергосистемы. К 2035 году планируется ввести 17,5 ГВт новых мощностей, в первую очередь источников низкоуглеродной генерации.

Согласно Национальному энергетическому докладу за 2021 год, в ближайшие десятилетия ископаемое топливо сохранит свою значимость для экономики Казахстана. В 2035 году экспорт нефти достигнет максимума и начнет

Прогноз ввода новых электрических мощностей к 2035 году, ГВт



Источник: Энергетический баланс Казахстана до 2035 года

снижаться, а в начале 2040 года страна может из чистого экспортера газа превратиться в чистого импортера. Значение угля снизится, при этом он продолжит играть важную роль в национальной экономике.

В перспективе страна продолжит энергетический переход к безуглеродному будущему. В рамках Парижского соглашения по климату, которое Казахстан подписал в 2016 году, планируется к 31 декабря 2030 года снизить выбросы парниковых газов не менее чем на 15 % от уровня 1990 года, а к 2060-му – достигнуть нулевого баланса выбросов.

При подготовке материала использовались данные Статистического ежегодника Евразийского экономического союза за 2021 год, сайта Министерства энергетики Республики Казахстан, публикации информационно-аналитического журнала «KAZENERGO». Редакция благодарит за информационную поддержку Департамент энергетики ЕЭК, а также Министерство энергетики Республики Казахстан



А.В. КАБАНОВ,
заместитель главного инженера ГПО «Белэнерго»
по информационным технологиям

О ТЕНДЕНЦИЯХ В РАЗВИТИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

В 2021 году приказом ГПО «Белэнерго» от 9 апреля 2021 года № 75 утверждена Стратегия информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 годов. Положения документа не статичны и развиваются с опорой на текущие реалии. Уже в апреле этого года в Стратегию были внесены изменения, учитывающие как технические аспекты, связанные с отраслевой деятельностью, так и новации в законодательстве.

Цифровая трансформация была и остается актуальной темой для любой отрасли, в том числе энергетической. Для теоретиков это поле дискуссий и исследований, для практиков – сфера конкретных решений и их реального применения. Несмотря на относительную новизну термина, цифровая трансформация является прямым «потомком» автоматизации, компьютеризации, информатизации, она неразрывно связана с этими процессами, а значит, понятна и близка любому практикующему специалисту, имеющему отношение к информационным технологиям (ИТ).

В отличие от практиков, теоретики не сводят все к строгим алгоритмам и схемам, а стараются рассмотреть тему под неожиданным углом, базируясь на новейших технических разработках, теориях и подходах. Если одни – «хранители» технологий, другие – генераторы идей, пусть не всегда в полной мере понятых и внятно изложенных. Со временем опыт использования инновационных ИТ-решений позволит отсеять лишнее и прогрессивная идея превратится в обыденность.

И тот, и другой подходы применимы как в текущей деятельности, так и при стратегическом планировании. Причем в последнем случае следует учитывать новинки в цифровой области, пусть пока еще не до конца изученные, и делать на них упор. Хочется надеяться, что этот принцип станет основным для развития информационных технологий в ГПО «Белэнерго» – сочетая прогрессивность без излишнего авантюризма с основательностью и надежностью.

Особенности Стратегии

Если говорить в целом о Стратегии, важно отметить ряд ее особенностей. В первую очередь это достаточно узкий спектр целей и задач цифровой трансформации Белорусской энергосистемы. Такой подход сугубо прагматичен. При разработке документа было решено, что не следует пытаться объять необъятное – целесообразнее сосредоточить усилия на решении вопросов, наиболее актуальных для важнейших бизнес-процессов в энергосистеме:

- управление электросетями;
- оперативно-диспетчерское управление;
- управление бизнес-процессами в рамках отрасли;
- управление бизнес-процессами на уровне предприятия;
- защита информации и мониторинг уровня безопасности информационных систем (ИС) в режиме реального времени.

Есть еще одна цель, косвенно связанная с цифровизацией бизнес-процессов, а именно – создание так называемого отраслевого «офиса цифровизации».

Рассмотрим особенности реализации этих направлений.

Управление электрическими сетями

В части цифровизации управления электросетями действия принимаются и будут предприниматься по понятным и достаточно хорошо проработанным схемам. Речь идет о реализации основных положений концепции умных сетей (Smart Grid):

- внедрение умных счетчиков;
- модернизация существующих и внедрение новых современных типовых систем автоматизации управления распределительными сетями на основе использования единой цифровой модели электросети в соответствии со стандартами МЭК 61970/61968 и СТП 33240.01.108-22 «Определение единой информационной модели электрической сети в сочетании с единой системой идентификации объектов модели и единой системой управления нормативно-справочной информацией»;
- модернизация существующих и строительство новых цифровых подстанций.

Правда, эти, казалось бы, очевидные шаги осложняются многими неизвестными, особенно в непростых условиях сегодняшнего дня. В частности, формулировка «внедрение

на провал. Следовательно, решение сводится к выбору ИС подходящего класса и функционала из перечня существующих и доведению этой системы до уровня, позволяющего использовать ее в белорусской энергетике. Причем выбор должен делаться в расчете не только на длительную эксплуатацию системы, но и на ее развитие с переходом на качественно новый уровень. Продукты-однодневки в данном случае не годятся.

Не менее серьезный и сложный вопрос – внедрение единой модели электрической сети с опорой на требования упомянутых стандартов МЭК и ГПО «Белэнерго». Решение этого вопроса тесно связано с цифровизацией такого бизнес-процесса, как оперативно-диспетчерское управление. Основные цели в данной области:

Управление бизнес-процессами в отрасли и на уровне предприятия

Цифровизация процесса принятия управленческих решений в отрасли неразрывно связана с рядом других задач – прежде всего с цифровизацией бизнес-процессов на уровне предприятия и деятельностью по созданию и развитию «офиса цифровизации».

Отметим, что в Стратегии зафиксирована новая для нас позиция относительно схемы распределения сфер (областей) автоматизации бизнес-процессов на разных уровнях управления отраслью. Ранее во всех концептуальных документах, посвященных автоматизации в энергетике, главенствующим являлся подход, предполагающий следующие шаги:

- создание типовой интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ) предприятием, входящим в состав ГПО «Белэнерго»;
- внедрение соответствующего пилотного проекта в одной из энергоснабжающих организаций;
- последующее тиражирование полученного типового решения в остальных организациях.

Все это планировалось реализовывать на базе единого для отрасли центра обработки данных. Однако это сложный, дорогой и трудноосуществимый проект. Он требует радикальной ломки сложившихся бизнес-процессов, отказа от проработанных ERP-систем (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия), уже используемых в энергоснабжающих организациях. Эти системы обладают серьезным функционалом и при этом «заточены» под нужды каждой организации.

В настоящее время парадигма изменена в сторону более простого решения, учитывающего реальную практику и средства, вложенные в создание локальных ERP-решений уровня отдельных предприятий.

В основе предлагаемого в Стратегии и уже достаточно давно реализуемого подхода лежит типовая для всей отрасли двухуровневая иерархическая архитектурная схема взаимодействия ИС в рамках единого отраслевого информационного про-



современных типовых систем автоматизации управления распределительными сетями» содержит немало подводных камней. Предстоит решить множество вопросов, например, что это за системы (или система), кто их производит, существует ли система, подходящая для нас, или ее еще предстоит разрабатывать. В отношении последнего пункта большинство специалистов склоняются к мысли, что создание подобной системы с нуля (без многолетней школы разработки, грамотных специалистов, значительных вложений, проведенных экспериментов, опыта внедрения) обречена

- создание и внедрение единой модели CIM (Common Information Model – общая информационная модель) в автоматизированных системах диспетчерского управления (АСДУ);

- модернизация и внедрение типовых оперативно-информационных диспетчерских комплексов (SCADA) и платформ EMS/DMS для управления системообразующими сетями ОЭС.

Работа над CIM-моделью должна идти сверху вниз, и застрельщиками в этом процессе, хранителями знаний и законодателями отраслевой моды должны являться именно специалисты по АСДУ.



странства, физическим воплощением которого является корпоративная сеть передачи ГПО «Белэнерго». Нижний уровень схемы – ERP-системы отдельного предприятия. Они обеспечивают работу с первичными документами, генерацию цифровой информации и цифровых двойников документов, накопление, обработку и хранение данных, обслуживание бизнес-процессов предприятий. Верхний уровень – BPM-система (Business Process Management – управление бизнес-процессами), или система поддержки принятия решений. Она обеспечивает прозрачный автоматизированный импорт отчетной, сводной и аналитической информации от ERP-систем нижнего уровня, агрегацию и обслуживание бизнес-процессов принятия решений на отраслевом уровне, хранение информации и отраслевую аналитику на основе технологии Big Data, позволяющей обрабатывать большие массивы данных.

При таком подходе одной из задач в области создании комплексных интегрированных решений по автоматизации отдельных предприятий отрасли, основанных на методологии ERP, является обеспечение открытых интерфейсов, обеспечивающих интеграцию всех ИС в единое отраслевое информационное пространство и стыковку с отраслевыми системами поддержки принятия решений.

Обеспечение информационной безопасности

Следующим ключевым направлением деятельности, отмеченным в Стратегии, является работа по обеспечению безопасности информации в ИС. Это одна из важнейших задач современного этапа информатизации. Очевидно, что ее выполнение должно быть поручено профессионально подготовленным специалистам из подразделений технической защиты информации. Такие подразделения должны в той или иной форме существовать на каждом крупном предприятии. При этом в прошлое должна уйти практика, когда весь связанный с обеспечением информационной безопасности функционал (выработка и контроль соблюдения политики информационной безопасности, мониторинг ее уровня, выявление и предупреждение уязвимостей и угроз и др.) возлагается на существующие структурные ИТ-подразделения в дополнение к их непосредственным обязанностям.

Необходимо понимать, что у подразделений технической защиты информации и обычных ИТ-подразделений разные, зачастую прямо противоположные цели. Не секрет, что последним требования к обеспечению информационной безопасности иногда осложняют жизнь, заставляя стремиться к простым решениям. Реализация мероприятий

по защите информации и контроль их эффективности – функции разнонаправленные, их должны исполнять разные люди, структурные подразделения с разными задачами.

И уж конечно, подразделения технической защиты информации не должны подчиняться обычным ИТ-подразделениям – для них на предприятии должна существовать независимая вертикаль управления. С другой стороны, и война между этими подразделениями недопустима, их отношения должны быть партнерскими.

Мониторинг и управление информационной безопасностью

В соответствии со Стратегией в организациях, входящих в состав ГПО «Белэнерго», планируется создание отраслевой системы мониторинга и управления информационной безопасностью. Ее концептуальная модель состоит из нескольких уровней.

Отраслевой уровень. Предполагается, что в составе аппарата управления ГПО «Белэнерго» будет существовать самостоятельное структурное подразделение – отдел цифровизации и защиты информации со следующими функциями:

- общая координация деятельности в области защиты информации в ИС организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», определение политики в этой сфере;
- разработка отраслевых нормативных документов и контроль их исполнения;
- общий контроль текущего уровня информационной безопасности, мониторинг ее состояния в ИС аппарата управления ГПО «Белэнерго», создание на этом уровне системы защиты информации;
- организация проверок на предприятиях.

Уровень энергоснабжающей организации. В составе аппарата управления либо в филиале, на который возложены обязанности по проведению единой технической политики и координации деятельности по использованию ИТ в рамках энергоснабжающей организации, должно быть создано

самостоятельное подразделение технической защиты информации. В его функции войдут координация деятельности по защите информации в информационных системах энергоснабжающей организации и ее филиалах, определение политики на уровне организации, разработка документации, создание систем защиты информации и систем информационной безопасности, внутренние аудиты, мониторинг уровня информационной безопасности с использованием специализированных ИС. В перспективе возможно создание на базе таких структурных подразделений центров мониторинга кибербезопасности.



Уровень филиала. На этом уровне вопросами информационной безопасности могут заниматься специалисты по защите информации в составе отделов АСУ или служб ИТ, наделенные функциями организации и обеспечения эксплуатации элементов систем защиты информации и систем информационной безопасности критически важных объектов информатизации. В круг их должностных обязанностей должно входить участие в создании указанных систем защиты, а также разработка соответствующей документации, внутренние аудиты и мониторинг информационной безопасности в ИС филиала.

Казалось бы, налицо противоречие между декларируемыми целями по разделению функций подразделений технической защиты информации и обычных ИТ-подразделений и подходами к обеспечению информационной безопасности на уровне филиалов. Но это не совсем так. Основной задачей уровня филиала является не выработка политики и контроль ее исполнения путем проверок, а обычная повседневная работа по организации эксплуатации, обеспечению надежной и постоянной работы всех элементов систем защиты, мониторинг ситуации и реакция на ее изменения, то есть исполнение требований информационной безопасности.

«Офис цифровизации»

Ключевым для деятельности по сосредоточению отраслевых ИТ-ресурсов (интеллектуальных, человеческих, аппаратно-программных) является сравнительно новое для Республики Беларусь понятие «офис цифровизации».

В настоящее время традиционные подходы к созданию, внедрению и поддержке программного обеспечения (ПО), исторически сложившиеся в Белорусской энергосистеме и предполагающие наличие в каждой крупной организации собственного коллектива разработчиков, утратили свою актуальность. Кризисные явления, экономическая нестабильность, активный рост коммерческих компаний, отток кадров из государственного сектора привели к изменению парадигмы разработки ПО на предприятии. Акценты сместились, с одной стороны, на эксплуатационную поддержку существующих ИС, с другой – на приобретение и внедрение разработок сторонних компаний либо лицензионного тиражируемого ПО. Однако такой подход порождает ряд проблем, в том числе необходимость одновременного вложения средств на приобретение или модернизацию ПО, затратность его внедрения или обновления (стоимость лицензий на готовое ПО корпоративного уровня или уникального заказного продукта весьма значительна).

Альтернативным подходом является укрупнение собственных групп

разработчиков с ориентацией на оказание ими аутсорсинговых услуг как в части разработки, так и в части сопровождения ПО (в том числе узкоспециализированного), если это представляется возможным.

Понятие «офис цифровизации» введено Указом Президента Республики Беларусь № 136 «Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации», подписанным 7 апреля 2022 года. Это термин, обозначающий функцию, которая может быть возложена как на структурное подразделение организации, так и на подчиненное государственному органу или государственной организации юридическое лицо. При этом «офис цифровизации» (как юрлицо) на законодательном уровне наделяется правами по оказанию на договорной основе широкого спектра услуг в области ИТ для государственных органов или организаций.

Стратегия предполагает, что отраслевой «офис цифровизации» должен выполнять функции разработки и сопровождения ПО, создания информационных систем и обеспечения их эксплуатационной поддержки. При этом его деятельность может ориентироваться как на решение задач отрасли, так и на обеспечение нужд отдельных предприятий.

Основным вариантом формирования «офиса цифровизации» является использование возможностей (с последующим их развитием) одного из филиалов РУП-облэнерго, специализирующегося на услугах в области ИТ. Такой филиал должен обладать сложившимся, стабильным и потенциально сильным коллективом разработчиков ПО, имеющим опыт создания соответствующих продуктов и их сопровождения.

Проблем в области цифровизации энергетики много, все сразу решить не удастся – следует быть реалистами. Но стратегические цели и задачи информатизации и цифровой трансформации отрасли должны быть разумными и достижимыми, каждый шаг по их реализации должен приносить качественный прирост – будь то эффективность бизнес-процессов или качество защиты информации и безопасность работы в информационных системах.



Н.Е. ТЕЛЮК,
ведущий инженер отдела режимной автоматики
и электрических систем РУП «Белнипиэнергопром»

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ

В статье приводится описание принципа работы и результаты испытаний многофункционального устройства, позволяющего определять реальные параметры центробежного нагнетателя (КПД, производительность) и его экономическую эффективность при работе в составе регулируемого электропривода, а также осуществлять непрерывную диагностику контролируемого механизма с регистрацией аварийных процессов.

Актуальность создания устройства

В ходе технико-экономического анализа эксплуатации регулируемых электроприводов (РЭП) в составе механизмов тягодутьевой группы и насосных агрегатов тепловых сетей возникает проблема реальной оценки эффективности работы РЭП. На сегодняшний день способ этой оценки ограничивается сравнением суточных замеров энергопотребления электропривода с архивными данными, но при изменении режима работы оборудования данный метод некорректен.

В процессе непрерывной эксплуатации механизма тягодутьевой группы или насосного агрегата невозможно получить объективную информацию о степени отклонения его основных параметров от номинальных заводских значений. Проведение испытаний со снятием необходимых характеристик возможно только с выводом оборудования из работы и изменением технологической схемы.

Определить оптимальный режим работы механизма с целью минимизации энергопотребления за счет распределения нагрузки между параллельно включенными механизмами практически невозможно (эта

задача наиболее актуальна для параллельно включенных насосов сетевой и питательной воды).

Таким образом, назрела необходимость в разработке технологии, которая позволила бы:

- оценивать экономическую эффективность применения РЭП с учетом режима его работы по сравнению с нерегулируемым приводом;
- проводить диагностику состояния механизма с определением его реального КПД и напорной характеристики;
- определять в режиме реального времени расход (производительность) механизма с относительной погрешностью не более 2,0 % и временем отклика не более 1,0 с вне зависимости от схемы его подключения и технических особенностей воздушного тракта (теплосети).

Попытка решить эти задачи посредством объединения в информационно-расчетную систему уже имеющихся на объектах энергетики средств измерения, расчета, сбора и хранения данных не привела к положительным результатам. Это обусловлено изначально недостаточными техническими характеристиками существующего оборудования, задействованного в работе АСУ ТП. В то же время модерни-

зация этого оборудования привела бы к необходимости корректировки работы отлаженных систем и сложно прогнозируемым результатам.

По этим причинам единственным возможным выходом стала разработка отдельного устройства, основанного на более специализированной микропроцессорной архитектуре, с предварительным тестированием его алгоритмов по отдельным компонентам в рамках проектов, не связанных напрямую с рассматриваемыми задачами.

Принцип работы

Поскольку любой расход рабочей среды подразумевает наличие механизма, приводящегося во вращение электродвигателем, можно определить массу рабочей среды, проходящей непосредственно через механизм, измерив потребляемому приводом мощность.

Применительно к центробежным машинам это выражается известным уравнением

$$N = \frac{\rho g H Q}{\eta},$$

где N – потребляемая мощность; ρ – плотность рабочей среды; g –

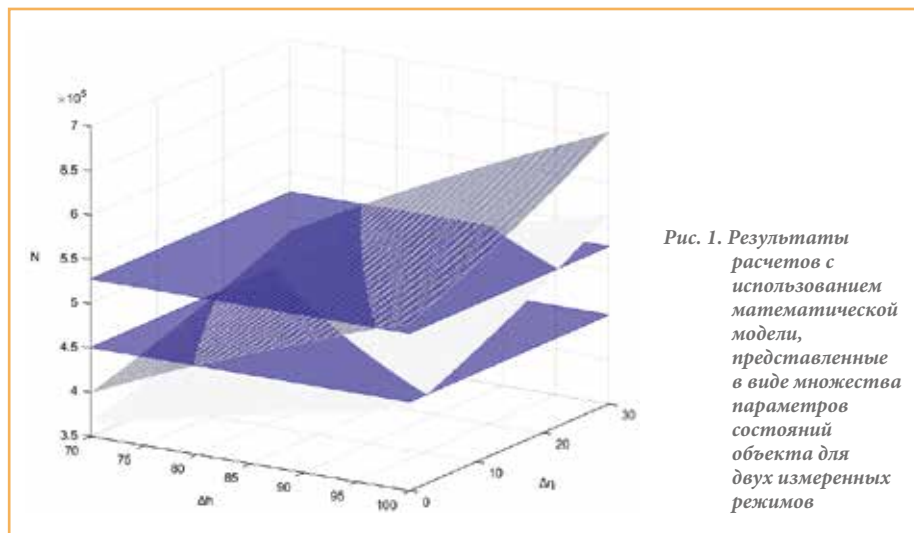


Рис. 1. Результаты расчетов с использованием математической модели, представленные в виде множества состояний объекта для двух измеренных режимов

ускорение свободного падения; H – располагаемый напор; Q – производительность механизма; η – КПД механизма.

Электрическую мощность, равно как и располагаемый напор, можно рассчитать по результатам измерений тока, напряжения, давления на напоре и всасе с достаточно небольшой относительной погрешностью (не более 0,5 %). Но это невозможно сделать применительно к КПД, который зависит от частоты вращения и текущей производительности механизма.

Реальные значения КПД и производительности могут быть получены только с использованием динамической математической модели центробежного нагнетателя. Используемая в основе модель базируется на принципе, который предполагает, что для каждого режима работы механизма в зависимости от основных параметров существуют равнозначные значения приведенной мощности электродвигателя, принадлежащие следующему множеству:

$$N \in [f(H(Q)_m), \eta(Q)_m, \epsilon(A)_i],$$

где $H(Q)_m$, $\eta(Q)_m$ – характеристики, используемые в математической модели; $\epsilon(A)_i$ – множество режимных параметров для i -го режима, включающее в том числе отклонения характеристик напора и КПД от паспортных значений.

На рисунке 1 представлены результаты расчетов с использованием математической модели.

Характеристики строения

В качестве платформы для создания устройства параметрической идентификации (УИРП) был выбран отечественный многофункциональный контроллер производства ЗАО «ИСЭЛ». Данный контроллер состоит из многофункциональной операционной системы реального

времени и независимой подсистемы управления на базе сигнального 32-разрядного процессора с высокоскоростными аналого-цифровыми преобразователями и модулями дискретных входов и выходов.

Опционально контроллер может быть дополнен модулем программируемой логики на базе интегральной схемы FPGA, подключаемым к подсистеме управления с помощью высокоскоростной параллельной шины.

Контроллер оснащен интерфейсом Ethernet (100 Мбит/с) с возможностью подключения витой пары и оптического кабеля, а также последовательным полудуплексным интерфейсом RS-485. Наличие резервирования питания, модуля DDR4 SDRAM, внутренней флеш-памяти для хранения пользовательской информации, поддержки протоколов синхронизации времени SNTP, PTPv2 и др. позволяет характеризовать устройство как достаточно надежный и мощный инструмент для решения нетиповых задач в промышленности и энергетике.

Реальные параметры центробежных нагнетателей, определяемые многофункциональным устройством УИРП

Параметр измерения	Обозначение	Ед. изм.	Погрешность
Параметры механизма			
Экономия электроэнергии РЭП	Э	Вт	5 %
Реальный КПД	η	%	± 1 %
Производительность	Q	м³/ч	± 2 %
Давление на всасе и на напоре	h_v, h_n	м	$\pm 0,25$ %
Положение запорной арматуры*	h	%	
Гидравлическое сопротивление сети*	z	о.е.	
Параметры электрической сети			
RMS-значения фазных токов	I_a, b, c	A	$\pm 0,5$ %
RMS-значения фазных напряжений	U_a, b, c	B	
Ток нулевой и обратной последовательности	I_0, I_2	A	
Напряжение нулевой и обратной последовательности	U_0, U_2	B	
Активная мощность	P_e	Вт	$\pm 0,5$ %
Реактивная мощность	Q_e	вар	
Полная мощность	S	ВА	
Коэффициент мощности	$\cos \varphi$		$\pm 0,01$
Частота питающей сети	f	Гц	$\pm 0,01$ Гц
Коэффициент гармонических искажений	THDu	%	Нет данных

* Только для насосных агрегатов и при наличии информации о давлении в выходном коллекторе тепломагистральной.

Функциональная схема подключения сигналов к УИРП представлена на рисунке 2.

Результаты испытаний

В рамках реализации проекта по замене в филиале «Брестские тепловые сети» РУП «Брестэнерго» сетевого насоса СЭН-4 на ВРК-1 при поддержке руководства предприятия и специалистов службы тепловой автоматики и измерений, наладки и испытаний были проведены натурные испытания по определению характеристик восьми насосных агрегатов типа СЭ800-100, 1Д1250-125 и Д250-600 с использованием УИРП.

Программа испытаний предусматривала снятие напорных характеристик каждого насоса для режима одиночной работы в теплосети г. Бреста. Контроль величины расхода сетевой воды производили по штатному теплосчетчику SKU-02, напорного давления – по манометрам ЭКМ160Вм, электрической мощности, тока и напряжения – по счетчикам СС-301.

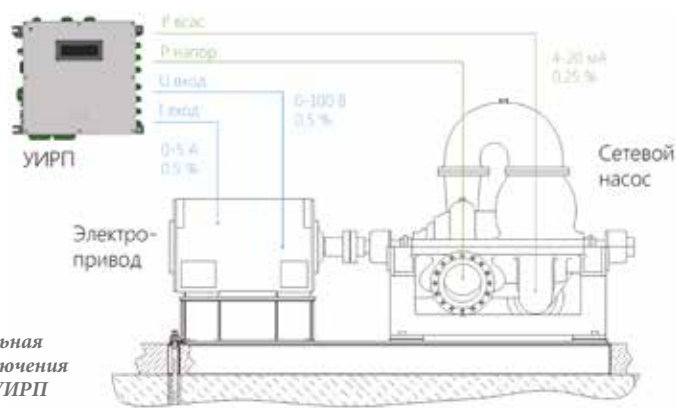
Результаты испытаний показали, что относительная погрешность расчета производительности и КПД насосных агрегатов устройством идентификации параметров не превысила 2,0 % (рис. 3).

Выводы

1. Разработанное устройство УИРП для определения реальных параметров центробежных нагнетателей может использоваться для оценки эффективности работы как сетевых насосов (циркуляционных, конденсационных и питательных), так и тягодутьевых механизмов котлоагрегата.

2. Применение данного устройства в теплосетях в ближайшей перспективе позволит решить задачи оптимального распределения нагрузок между параллельно включенными насосными агрегатами, диагностирования порывов в теплосети и автоматического регулирования температуры прямой сетевой воды. Для котлоагрегатов УИРП может быть применено в качестве источника информации о состоянии газозводушного тракта.

Рис. 2. Функциональная схема подключения сигналов к УИРП



После продолжительной верификации алгоритмов устройство получило следующие функциональные возможности:

- определение реальных характеристик механизма (напор, КПД) и его производительности;
- оценка реальной экономии электроэнергии РЭП;
- сохранение работоспособности алгоритма вне зависимости от характера участков трубопровода или воздушного тракта;
- определение положения запорной арматуры;

- регистрация переходных процессов с выборкой до 10 кГц и пуском регистратора по настраиваемым триггерам или внешней команде;
- способность к интеграции в существующую АСУ ТП с помощью протоколов передачи данных Modbus RTU, МЭК 60870-5-101 и МЭК 60870-5-104;
- возможность подключения датчиков и исполнительных устройств с аналоговым, цифровым или дискретным выходом для организации сбора вспомогательной информации;
- передача параметров на верхний уровень (см. таблицу).

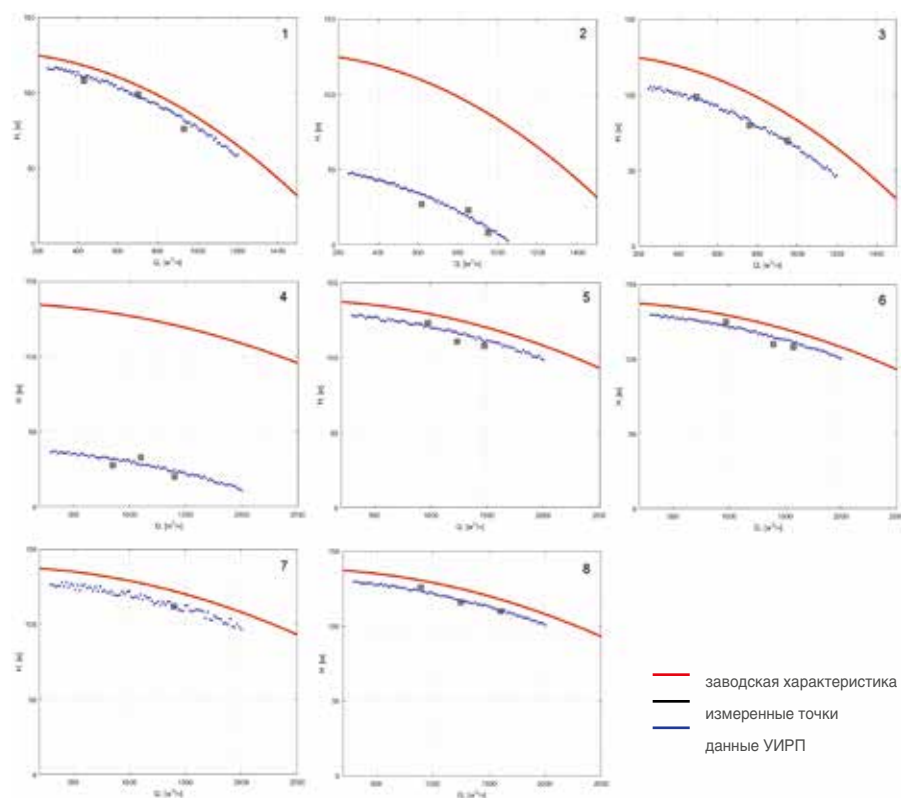


Рис. 3. Характеристики насосных агрегатов, полученные в ходе испытаний (второй и четвертый агрегаты оснащены РЭП на базе частотных преобразователей)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ВАШЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

Рациональное использование энергоресурсов является фактором, непосредственно влияющим на экономику как малых предприятий, так и промышленных гигантов, на которых установлено большое количество теплообменного оборудования, компрессоров, котлов, экономайзеров, деаэраторов и т.д. Их техническое состояние напрямую влияет на количество расходуемых энергоносителей, а значит и на затраты предприятия. Между тем образование твердых солевых отложений значительно снижает КПД машин и механизмов и приводит к перерасходу энергоносителей. Поэтому для восстановления проектной работоспособности оборудования требуется периодическая очистка его от накипи. Однако процедура очистки зачастую связана с остановкой, охлаждением, разборкой оборудования, прерыванием технологического цикла, а это влечет финансовые потери.

Традиционные технологии борьбы с солевыми отложениями имеют свои недостатки. Так, химическая подготовка воды требует использования очень дорогого оборудования, периодической закупки реактивов, подготовки и содержания высококвалифицированного персонала, что в конечном итоге ставит под сомнение экономическую эффективность данного способа борьбы с отложениями.

■ **ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫВКА** с использованием агрессивных реактивов имеет высокую стоимость, при этом ее необходимо выполнять с постоянной периодичностью. Кроме того, агрессивная среда разрушает поверхностный слой оборудования, проникает в микротрещины стенок и поры уплотнителей, остается там и вызывает преждевременное разрушение теплообменных поверхностей, тем самым сокращая срок службы оборудования. Эта технология не удаляет накипь в труднодоступных местах, которые становятся очагами быстрого образования новых отложений, в связи с чем через непродолжительное время требуется проведение повторной очистки. Зачастую реактивы без должной нейтрализации сливают прямо в канализацию, что наносит вред окружающей среде. Необходимо также отметить, что потребитель не может самостоятельно оценить степень очистки оборудования и ему приходится полагаться на добросовестность тех, кто ее проводил.

■ **МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА** сопровождается сильным повреждающим эффектом для стенок теплообменного оборудования, что также снижает срок его службы. Метод не позволяет устранять накипь с криволинейных поверхностей, а с ровных удаляет ее не полностью. Значительное количество остающейся накипи приводит к быстрому повторному зарастанию твердыми солями, увеличивающемуся перерасходу энергоносителей и, как следствие, к необходимости повторной очистки.

Таким образом, эти способы не решают проблему накипи.

Между тем в Беларуси разработан **прибор АУП-1 (аппарат ультразвуковой противонакипный)**, который более 10 лет успешно применяется на многих предприятиях республики. Аппарат может устанавливаться на разном теплообменном

и технологическом оборудовании. Он изготовлен на самой современной элементной базе, а использованные в нем технические решения подтверждены патентами Республики Беларусь. **АУП-1** также имеет сертификат ЕАС и сертификат продукции собственного производства.

Прибор не имеет прямых аналогов. Его работа основана на воздействии модулированных ультразвуковых сигналов на стенки оборудования и теплоноситель. Сигналы вызывают изгибные колебания стенок и тем самым способствуют откалыванию чешуек имеющейся накипи, препятствуют образованию новой, удаляют из микротрещин активный кислород, предотвращая внутреннюю коррозию стенок теплообменника. Параллельно увеличивается текучесть жидкости на границе с металлом, а кавитационные пузырьки не позволяют образовываться кластерам солей в теплоносителе.

АУП-1 обеспечивает круглосуточную непрерывную защиту оборудования от солевых отложений на чистых поверхностях. За счет устранения ранее образовавшейся накипи сокращение расхода энергоносителя на подогрев одной условной единицы теплоносителя может достигать 10 %. В свою очередь, повышение текучести жидкости существенно снижает расход электроэнергии на прокачку. Немаловажным является и то, что стоимость одной химпромывки зачастую равна стоимости прибора **АУП-1**, а то и значительно превосходит ее.

Прибор не требует специальных знаний и навыков – он работает по принципу «поставил и забыл», позволяя сохранить непрерывность технологического цикла. Кроме того, изделие имеет двухгодичную гарантию и обеспечивается сервисным обслуживанием.

**Аппарат АУП-1 –
надежная защита Вашего
оборудования от накипи, а Вашего
предприятия – от необоснованно
больших финансовых затрат**

 **Объединенные
Технологии**

Закрытое Акционерное Общество

Дополнительную информацию о приборе можно найти по ссылке:

<http://против-накипи-ауп2.бел>,

а также получить по телефонам:

+375 29 611-40-40; +375 17 355-55-56.

E-mail: aup-bel@mail.ru

УНП 100843354

А.А. ЧУХНОВ,
начальник службы электрохимической защиты,
связи, метрологии и электрофизических измерений,
УП «Витебскоблгаз»

А.П. АНДРИЕВСКИЙ,
генеральный директор ГП «НТППГУ»

О.П. ШТЕМПЕЛЬ,
к.т.н., доцент кафедры трубопроводного транспорта и гидравлики
Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой

А.Н. ЯНУШОНОК,
старший преподаватель кафедры трубопроводного транспорта и гидравлики
Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ТРУБ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ СТРУКТУРЫ И ОСНОВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Анализ условий эксплуатации, материальной базы и действующего напряжения в магистральных и распределительных газопроводах показал, что в распределительных сетях низкого давления избыточное давление не вызывает таких значительных напряжений в металле труб, как в магистральных трубопроводах. Очевидно, что при меньших напряжениях процесс накопления повреждений протекает медленнее, а это, в свою очередь, снижает скорость деградации свойств распределительных газопроводов. Таким образом, необходима реальная оценка фактического технического состояния стальных подземных газопроводов, выработавших нормативный срок службы (определение состояния металла труб и их сварных соединений, изоляционного покрытия и др.).

Через газораспределительную систему Республики Беларусь потребителям ежегодно поставляется порядка 18–19 млрд м³ природного газа. В настоящее время общая протяженность распределительных газовых сетей составляет около 65 тыс. км, в том числе 35 тыс. км полиэтиленовых и 30 тыс. км стальных газопроводов.

Газификация Республики Беларусь как процесс создания в масштабе страны разветвленной распределительной системы для снабжения потребителей газообразным топливом осуществляется с 6 ноября 1958 года. Таким образом, сегодня фактический срок эксплуатации многих стальных газопроводов превышает нормативный – 40 лет. До достижения данного срока газопроводы подлежат техническому обследованию, а при нахождении в эксплуатации свыше 40 лет (в среднем

по системе это 17 % от общей протяженности стальных газопроводов) – техническому диагностированию для принятия решения о продлении назначенного ресурса или реконструкции (замены) [1].

Если магистральные газопроводы подвергаются периодической внутритрубной диагностике, объективно позволяющей выявить дефекты и накопившиеся повреждения, то для распределительных сетей широкое использование данных методов практически невозможно из-за сильной разветвленности, малых диаметров и давлений, которые не позволяют пропускать диагностические снаряды в потоке газа. Диагностическое обследование распределительных сетей путем тотального вскрытия также не представляется возможным, поскольку затраты будут сравнимы со строительством новой сети. К тому

же такое обследование является в организационном плане сложным мероприятием в связи с необходимостью сохранения комфортного социального положения населения.

Существующая система комплексных приборных обследований позволяет оценивать состояние распределительных газопроводов на основании выборочных данных. Казалось бы, это ведет к повышению рисков их эксплуатации по сравнению с магистральными. Между тем именно этот метод является наиболее целесообразным способом определения состояния распределительных газовых сетей в процессе эксплуатации.

Таким образом, продление срока службы газопроводов, прослуживших более 40 лет, позволит снизить эксплуатационные затраты на обслуживание в связи с тем, что затраты на техническое обследование суще-

ственно ниже затрат на техническое диагностирование.

Срок службы газопроводов, проработавших длительное время, возможно продлить по результатам оценки технического состояния. Для этого следует разработать программу диагностирования и оценки изменений структуры и основных механических свойств труб распределительных газопроводов [2].

В целях поиска закономерностей изменений состояния металла труб распределительных газопроводов, находящихся в длительной эксплуатации, авторы провели ряд исследований.

Анализ технического состояния стальных труб подземных газопроводов

Для оценки фактического состояния стальных подземных газопроводов, эксплуатируемых 60, 55, 50, 45, 40, 35 и 30 лет, из них были вырезаны 49 фрагментов труб длиной 1,5–2,0 м со сварным соединением в середине. Минимальная толщина стенки составляла 4 мм, диаметр – не менее 89 мм. Для исследований выбирали трубы, которые эксплуатировались в наихудших условиях. К таковым следует отнести малый радиус изгиба, что ведет к повышенным напряжениям в металле труб в процессе эксплуатации, а также прокладку в грунтах с высокой коррозионной активностью.

Образцы труб и сварных соединений газопроводов испытывали на растяжение, статический и ударный изгиб, также проводили металлографические исследования.

Отбор проб для испытаний на растяжение и ударный изгиб выполняли по ГОСТ 7564-97 [3]. Использовали стандартные образцы, изготовленные из объектов исследования.

Испытания на одноосное статическое растяжение основного металла и сварного соединения трубы проводили на продольных плоских образцах без головок: основного металла – по ГОСТ 10006-80 (приложение 2, чертеж 1) [4]; сварного соединения – по ГОСТ 6996-66 (тип XII, чертеж 20) [5]. Размеры образцов: ширина – 20 мм; длина – 250 мм; тол-

щина стенки равна толщине стенки основного металла и стенки трубопровода без снятия усиления соответственно.

В ходе испытаний на одноосное статическое растяжение основного металла труб устанавливали предел прочности σ_b , предел текучести $\sigma_{0.2}$, относительное удлинение δ_5 . При аналогичных испытаниях сварных соединений эти показатели не определяли. Испытания на растяжение проводили на разрывной машине ZD 10/90 №55/72.

Согласно ГОСТ 9454-78 [6] испытания на ударный изгиб выполняли на маятниковом копре МК-300 с определением ударной вязкости KCV материала на образцах длиной 55 мм, шириной 8 мм с V-образным концентратором напряжений. Изучали образцы, вырезанные из сварного шва, околошовной зоны и основного металла справа и слева от шва.

Сварные соединения испытывались на статический изгиб согласно ГОСТ 6996-66 [5] с использованием разрывной машины РМ-50.

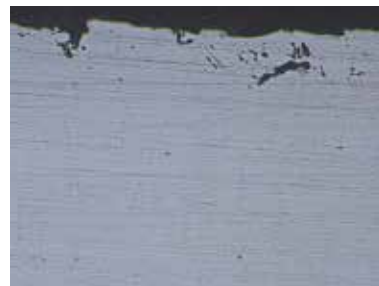
Макро- и микроструктуру металла оценивали по стандартным методикам [7] с помощью металлографического микроскопа Nikon Epiphot. Твердость определяли на твердометре ТК-2.

Результаты исследований наносили на временную шкалу. Полученные зависимости анализировали для экстраполяции изменений механических свойств металла, возникающих в течение времени [8]. Это позволило определить, за какой временной период свойства металла достигают значений, которые действующей технической нормативной документацией определены как недопустимые.

Оценка возможности потери герметичности газопроводов

Предварительные результаты исследования позволяют говорить о том, что ресурс газопроводов с превышенным сроком эксплуатации в настоящий момент не исчерпан.

Так, например, по критерию возможности потери герметичности вследствие развития равномерных коррозионных повреждений можно



а) образец № 1



б) образец № 2

Рис. 1. Коррозионное разрушение отдельных участков поверхностных слоев металла труб, увеличение $\times 100$

было ожидать значительного утонения стенки труб газопроводов. Исследованные участки действительно имели некоторые коррозионные повреждения (рис. 1), однако толщина стенки находилась в допустимых пределах. Также не была выявлена зависимость изменения толщины стенки от срока эксплуатации. Это объясняется наличием изоляционного покрытия и перманентным воздействием электрохимической защиты, что значительно замедляет скорость коррозии [9].

Таким образом, исследования показали, что при должном контроле мест возможных локальных коррозионных повреждений (действие блуждающих токов, биокоррозия и др.) газопроводы могут прослужить еще длительное время.

Исследование микро- и микроструктуры металла

Исследование микро- и микроструктуры металла труб и их сварных соединений показывает, что они имеют значительное количество дефектов, появившихся на этапе изготовления конструкции. Это неметаллические включения, поры, подрезы, смещения кромок и т.д. (рис. 2).



а) образец № 3, $\times 100$



б) образец № 4, $\times 100$



в) образец № 5, $\times 50$

Рис. 2. Дефекты сварных швов, выявленные при исследовании нетравленных шлифов металла

Следует отметить, что, несмотря на рост количества данных дефектов, отказов газопроводов за 60 лет эксплуатации не наблюдалось. Это обусловлено низкими напряжениями в металле труб от внутреннего давления и стабильным тепловым режимом эксплуатации с незначительными колебаниями температуры, находящейся в области положительных значений.

Значимую роль в деградации структуры металла при длительной эксплуатации стальных трубопроводов в «щадящих» условиях (без нагревов до температур выше 250–300 °С и существенных нагрузок, способных вызвать даже незначительные деформации материала) играет процесс сфероидизации перлита, который мы можем наблюдать на представленной микроструктуре образца № 8 (рис. 3, в). У других образцов данный процесс также наблюдается, но в разной

стадии развития (явно выраженное пластинчатое строение зерен перлита не выявлено) [10].

Опасность данных дефектов с точки зрения отказов газопроводов по критерию потери прочности будет видна по итогам механических испытаний. Первые неполные данные о результатах испытаний на статическое растяжение сварных соединений показывают, что временное сопротивление на разрыв, как правило, достигает не менее 420 МПа (максимальные значения – до 500 МПа), за исключением отдельных образцов, у которых этот показатель составляет 320 МПа и более. Испытания второго образца из той же вырезки показали допустимые значения, что в данном случае объясняется скоплением и развитием существующих локальных дефектов при приложении нагрузки. При этом в целой массе металла пониженные значения временного сопротивления будут компенсированы находящимся рядом металлом, и статическая нагрузка не вызовет разрушения конструкции.

Таким образом, несмотря на высокую дефектность, ресурс трубопроводов по критерию снижения прочностных показателей остается достаточно высоким, а незначительные нагрузки в виде избыточного внутреннего давления не смогут привести к разрыву.

Оценка пластичности и ударной вязкости металла сварных соединений

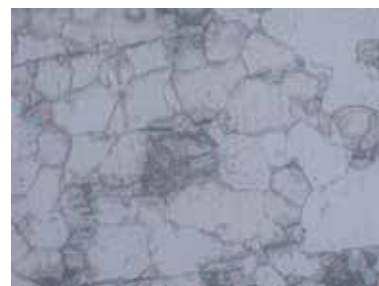
Немаловажным является изучение пластичности металла сварных соединений. Предварительные данные испытаний на статический изгиб свидетельствуют о соответствии угла загиба нормативным требованиям для большинства испытанных образцов (85 %). Некоторое снижение пластичности может представлять опасность при значительных изгибающих нагрузках, например, в случае проведения ремонтных работ с подъемом газопровода. Однако в обычных условиях эксплуатации, когда подобные нагрузки отсутствуют, а значительных подвижек грунта не наблюдается, разрушение газопровода из-за снижения пластичности не произойдет.



а) образец № 6



б) образец № 7



в) образец № 8

Рис. 3. Степень деградации структуры металла труб:
а – минимальная, б – средняя;
в – максимальная, увеличение $\times 500$

Надежность конструкции также определяется показателями комплексного параметра – ударной вязкости. Даже тогда, когда нормативной документацией не предъявляются требования к данному показателю (как в случае с газопроводами с толщиной стенки менее 5 мм), его изменение в процессе эксплуатации, согласно [11], будет свидетельствовать о возможности сопротивления ударным нагрузкам и распространению трещин.

Испытания проводили с использованием копра с максимальной энергией удара 150 Дж на образцах с V-образным надрезом при температуре –20 °С. Несмотря на столь жесткие условия, результаты исследования показывают, что большинство экспериментальных значений ударной вязкости находятся в пределах 80–120 Дж/см². У отдельного образца значения этого

показателя были ниже рекомендуемых 39,2 Дж/см² [10], что также может быть обусловлено имеющимися дефектами и требует более детального рассмотрения. В целом испытания заранее были запланированы для условий более жестких по сравнению с условиями эксплуатации, в которых температура газопровода не опускается ниже –5 °С.

Таким образом, результаты исследования ударной вязкости металла свидетельствуют об имеющемся ресурсе газопровода по этому критерию [12].

Выводы

Исследования изменений структуры и основных механических свойств металла труб распределительных газопроводов, находящихся в длительной эксплуатации, показали, что они находятся в хорошем состоянии и имеют достаточный ресурс для продления эксплуатации, в том числе трубопроводы, которые эксплуатируются 60 лет, – по своим механическим свойствам они мало отличаются от новых.

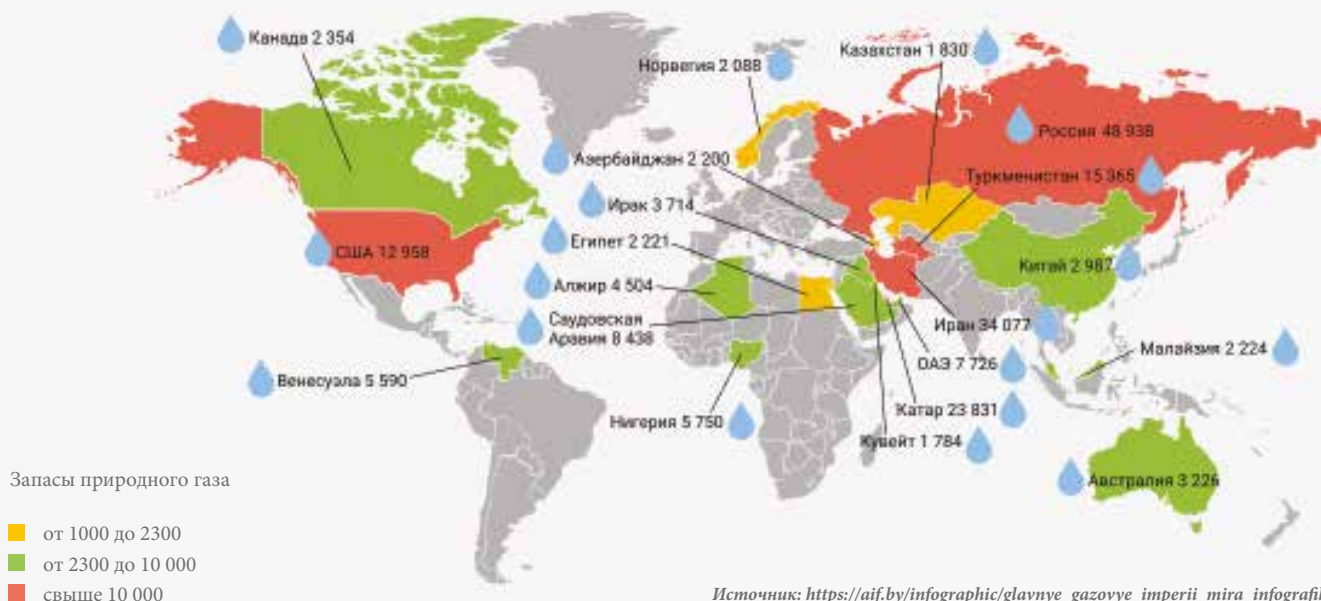
Исходя из этого можно говорить об экономической целесообразности проведения комплексного приборного обследования, а не диагностики состояния объектов газораспределительных сетей. Такой подход позволит продлить срок службы газопроводов, снизить эксплуатационные затраты на обслуживание газораспределительных сетей и повысить уровень социального благополучия населения за счет сокращения количества земляных работ на придомовых территориях.

Список литературы

1. Правила по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь: постановление М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 02 февр. 2009, № 6. – Минск: ИИЦ ОАО «Экономэнерго», 2018. – 178 с.
2. Горицкий, В.М. Диагностика металлов / В.М. Горицкий. – М.: Металлургиздат, 2004. – 408 с.
3. Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний: ГОСТ 7564-97. – Введ. 01.06.1999. – Минск: Изд-во стандартов, 2009. – 16 с.
4. Трубы металлические. Метод испытания на растяжение: ГОСТ 10006-80 (ИСО 6892-84). – Введ. 01.07.1980. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
5. Сварные соединения. Методы определения механических свойств: ГОСТ 6996-66 (ИСО 4136-89, ИСО 5173-81, ИСО 5177-81). – Введ. 01.01.1967. – М.: Стандартинформ, 2006. – 48 с.
6. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатных и повышенных температурах: ГОСТ 9454-78. – Введ. 01.01.1979. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 12 с.
7. Лившиц, Б.Г. Металлография: учебник для вузов / Б.Г. Лившиц. – 3-е изд. – М.: Металлургия, 1990. – 236 с.
8. Основы научных исследований: учеб. пособие / Л.В. Камкина [и др.]. – Днепрпетровск: НМетАУ, 2013. – 88 с.
9. Притула, В.В. Подземная коррозия трубопроводов и резервуаров / В.В. Притула. – М.: Акела, 2003. – 225 с.
10. Пантелеенко, Ф.И. Методология оценки состояния материала ответственных металлоконструкций / Ф.И. Пантелеенко, А.С. Снарский. – Минск: БНТУ, 2010. – 196 с.
11. Газораспределение и газопотребление: СН 4.03.01-2019. – Введ. 21.09.2020 (с отменой ТКП 45-4.03-267-2012 (02250), ТКП 45-4.03-257-2012 (02250) (в части проектирования газопроводов из полиэтиленовых труб)). – Минск: Стройтехнорм, 2020. – 113 с.
12. Справочник по конструкционным материалам / Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьева, С.А. Герасимов; под ред.: Б.Н. Арзамасова, Т.В. Соловьевой. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 640 с.

К сведению

Топ-20 стран по доказанным запасам природного газа, млрд м³



В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

Как правило, кабельные линии электропередачи прокладывают в местах, где затруднено строительство воздушных линий, в том числе на территории промышленных предприятий. КЛ имеют определенные преимущества перед ВЛ – закрытая прокладка защищает линию от атмосферных воздействий (ветра, грозы, обледенения), обеспечивая большую надежность и безопасность в эксплуатации. Поэтому, несмотря на высокую стоимость и трудоемкость прокладки, эти линии широко применяют в сетях внешнего и внутреннего электроснабжения.

При этом роль заказчика в реализации проекта строительства КЛ не должна ограничиваться только подписанием акта технической готовности – он должен контролировать качество работ на всех этапах. В помощь специалистам, выполняющим эти функции, публикуем статью об особенностях монтажа КЛ.

Если у вас возникли вопросы по применению требований ТНПА в области строительства КЛ или эксплуатации энергетических объектов, пишите. На страницах журнала вы сможете получить консультации высококвалифицированных специалистов.

Тел. +375 17 293-46-82

E-mail: 2934682@mail.ru
energystategy.by

Особенности монтажа кабельных линий в строительных сооружениях

Кабельная линия электропередачи состоит из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.

В цехах производственных предприятий прокладка кабелей выполняется на опорных конструкциях, в лотках и коробах, по стенам зданий и в туннелях в соответствии с проектно-технической документацией, в которой должны быть указаны данные о трассе линии и ее геодезических отметках, позволяющих судить о разности уровней отдельных участков трассы.

Опорные кабельные конструкции изготавливают из листовой стали в виде стоек с полками, стоек со скобой или настенных полок. Специальные перфорированные и сварные лотки используют для прокладки проводов и небронированных кабелей по кирпичным и бетонным стенам. Лотки необходимо заземлять не менее чем в двух местах и электрически соединять между собой.

Совместная прокладка силовых кабелей, осветительных и контрольных цепей допускается при условии разделения их стальными перегородками. Для кабельных муфт устраивают специальные лотки. Кабели должны быть жестко закреплены на прямых участках трассы через каждые 0,5 м при вертикальном расположении лотков и через каждые 3 м – при горизонтальном, а также в углах и в местах соединений.

При монтаже кабелей с полиэтиленовой оболочкой как внутри зданий, так и за их пределами необходимо обеспечить защиту КЛ от пожара. Для этого кабели следует покрыть составом, препятствующим распространению огня, либо использовать огнестойкие кабели.

Следует помнить, что при монтаже КЛ в кабельных сооружениях следует избегать муфтирования.

При прокладке кабеля в блоках соединительные муфты монтируются в специальных колодцах. Если трасса из проходного туннеля переходит в непроходной (частично проходной), то муфты устанавливаются в проходном туннеле. При этом в нем возводятся конструкции для прокладки кабеля, а также основания для установки перегородок, защищающих от огня. Перегородки из кирпича допускается создавать по завершении монтажных работ.

Расстояния между конструкциями для прокладки кабеля регламентируются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и должны соответствовать проекту. Конструкции, выполненные из металла, не должны иметь острых граней и иных неровностей. При размещении соединительных муфт монтируется своя полка для каждой муфты. Кабель фиксируется так, чтобы избежать его повреждения под собственной тяжестью, изменения формы в результате скачков температуры и воздействия электромагнитного поля, обусловленного коротким замыканием.

При горизонтальной прокладке КЛ вне зданий для защиты от ветра кабель дополнительно крепится через каждые 1–1,5 м в лотках, коробах и на полках по всей длине.

Если кабель укладывается на консолях длиной не менее 50 см, то он обязательно фиксируется на них, при этом консоли монтируются через каждый метр линии. При жестком креплении кабелей к конструкциям необходимо подложить под хомут прокладки, выступающие не менее чем на 5 мм за границу хомута. Если на объекте существует вероятность повреждения кабеля при движении спецтехники или к нему есть доступ рабочих, не имеющих необходимой квалификации, кабель защищается на 2 м от уровня земли или пола и не менее чем на 30 см под землей.

При вводе кабеля в здание используются трубы из асбестоцемента или пластмассы, которые выходят за пределы стены на 60 см и спускаются по направлению к траншее. В точках ввода кабеля в помещения в перегородках и стенах устанавливаются участки труб (или прокладка выполняется через открытые проходы). После окончания монтажа все зазоры в местах входа заделываются огнеупорными материалами.

Согласно ПУЭ в кабельных сооружениях кабели прокладываются нормированной длиной кабельного изделия в одном отрезке:

- контрольные кабели и кабели связи – только под или только над силовыми кабелями, при этом их разделяют перегородкой;
- силовые кабели на напряжение до 1 кВ – над кабелями на напряжение выше 1 кВ, также с разделением перегородкой;
- различные группы кабелей (рабочие и резервные кабели на напряжение выше 1 кВ генераторов, трансформаторов и т.п.), питающие электроприемники I категории, – на разных горизонтальных уровнях, разделенных перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

Силовые кабели в лотках должны быть проложены в один ряд, контрольные в лотках и коробах допускается прокладывать в несколько слоев: в лотках – пучками, в металлических коробах – многослойно. При этом соблюдают следующие условия:

- наружный диаметр пучка кабелей не должен превышать 100 мм, высота слоев в одном коробе – 150 мм;
- в пучках и многослойно прокладывают только кабели с однотипными оболочками;
- крепить кабели к лоткам и коробам следует так, чтобы исключить деформацию оболочек кабелей под действием собственного веса и устройств крепления;
- в целях пожарной безопасности внутри коробов должны устанавливаться огнепреградительные пояса: на вертикальных участках – на расстоянии не менее 20 м, а также при проходе через перекрытие; на горизонтальных участках – при проходе через перегородки;
- запас емкости коробов, прокладываемых в каждом направлении кабельной трассы, должен составлять не менее 15 % от их общей емкости.

Трасса КЛ выбирается с учетом наименьшего расхода кабеля, обеспечения его сохранности при механических воздействиях, защиты от коррозии, вибрации, перегрева, а также от повреждения соседних КЛ электрической дугой при возникновении КЗ на одном из кабелей. При размещении кабелей следует избегать их перекрещивания между собой и с тросопроводами.

Кабельные сооружения и конструкции, на которых укладываются КЛ, необходимо выполнять из негорючих материалов. Запрещается установка в них каких-либо временных устройств, а также хранение материалов и оборудования.

Кратность радиуса внутренней кривой изгиба кабелей по отношению к их наружному диаметру должна быть не меньше предусмотренной стандартами или техническими условиями на соответствующие марки кабеля.



Трубная проходка кабельной линии через стену помещения



Силовые кабели, уложенные в лотках

На территории подстанций и распределительных устройств КЛ должны прокладываться в туннелях, коробах, каналах, трубах, в земле (в траншеях), наземных железобетонных лотках, по эстакадам и в галереях. Прокладывать КЛ в туннелях, по эстакадам и в галереях рекомендуется в том случае, если количество силовых КЛ, идущих в одном направлении, превышает 20.

Профессионально выполненная проектная документация и качественный монтаж кабельных линий обеспечат потребителю надежное бесперебойное электроснабжение и позволят предотвратить возникновение аварийных ситуаций.

А.В. Петлицкий,
заместитель начальника Островецкого МРО
филиала Госэнергонадзора по Гродненской области

УДК 621.3.049.771.16

В.Ю. РУМЯНЦЕВ,
к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции»
БНТУ, Минск, Беларусь,
e-mail: vrumiantsev@bntu.by

Ю.В. РУМЯНЦЕВ,
к.т.н., заведующий группой релейной защиты и автоматики № 2
РУП «Белэнергосетьпроект», Минск, Беларусь,
e-mail: y.rumiantsev@gmail.com

Ф.А. РОМАНЮК,
чл.-кор. НАН Беларуси, д.т.н., профессор, профессор кафедры
«Электрические станции» БНТУ, Минск, Беларусь,
e-mail: faromanuk@bntu.by

Е.А. ДЕРЮГИНА,
к.т.н., доцент, заместитель декана энергетического
факультета БНТУ, Минск, Беларусь,
e-mail: derugina@bntu.by

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОРТОГОНАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ В ЦИФРОВЫХ ЗАЩИТАХ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Аннотация

Применение ортогональных составляющих является основным направлением для определения информационных параметров сигналов, используемых измерительными органами современных микропроцессорных защит. Формирование ортогональных составляющих традиционными цифровыми фильтрами Фурье всегда сопровождается появлением в переходных режимах динамических амплитудной и фазовой погрешностей. В статье представлен разработанный метод формирования ортогональных составляющих на основе интегрального преобразования Фурье, позволяющий существенно снизить указанные динамические погрешности и, как следствие, повысить скорость и достоверность получения информационных параметров контролируемых защитой сигналов.

Ключевые слова: цифровые защиты, ортогональные составляющие, динамические погрешности, быстродействие

Annotation

The use of orthogonal components is the main direction for determining the information parameters of signals used by measuring elements of modern microprocessor protection. The formation of orthogonal components by traditional digital Fourier filters is always accompanied by the appearance of dynamic amplitude and phase errors in transient modes. The article presents the developed method of forming orthogonal components based on the integral Fourier transform, which significantly reduces these dynamic errors and, as a result, increases the speed and reliability of obtaining information parameters of signals controlled by protection.

Keywords: digital protection, orthogonal components, dynamic errors, speed

Статья поступила в редакцию 29 марта 2022 года

Быстродействие микропроцессорных защит объектов электроэнергетических систем определяется главным образом быстродействием их цифровых измерительных органов (ИО), в основу построения которых положено использование ортогональных составляющих (ОС) входных сигналов, выделяемых цифровыми фильтрами (ЦФ). В свою очередь, функционирование ЦФ в переходных режимах всегда сопровождается динамическими погрешностями – амплитудной и фазовой.

Амплитудная составляющая погрешности сказывается на динамике определения амплитуды выделяемого цифровым фильтром контролируемого сигнала и присуща всем видам цифровых ИО. Для снижения амплитудной погрешности, то есть для повышения быстродействия выделения ОС входного сигнала, в работе [1] предложено формировать так называемые эквивалентные ОС, использование которых будет рассмотрено ниже.

Цель работы – компенсация динамических амплитудной и фазовой погрешностей, которые могут существенно влиять на функционирование цифровых защит и создавать возможность для их излишних срабатываний при внешних коротких замыканиях (КЗ) и замедление срабатывания при внутренних КЗ.

Фазовая составляющая динамической погрешности, определяемая как разность фаз выходного и входного сигналов, оказывает существенное влияние на работоспособность ИО, контролирующих как амплитуду, так и фазу сигнала (органы сопротивления, направления мощности и т.д.). Снижение влияния фазовой погрешности на функционирование указанных ИО может быть достигнуто введением соответствующего запаздывания либо за счет частичной компенсации самой динамической погрешности.

Для выделения из входного сигнала (в общем случае несинусоидального) его первой гармоники применяются ЦФ, основанные на использовании преобразования Фурье, которое имеет несколько разновидностей. Наиболее распространенным является дискретное преобразование Фурье, при котором информационные параметры сигнала определяются по отсчетам его мгновенных значений с заданной дискретностью. Компенсация фазовой динамической погрешности для указанного случая подробно рассмотрена в статье [2].

При использовании интегрального преобразования Фурье амплитуда сигнала основной гармоники X_{m1} и его начальная фаза φ_1 определяются по значениям синусной (X_s) и косинусной (X_c) ОС [3]:

$$X_c = \frac{2}{T} \int_{t-T}^t x(t) \cos \omega t dt, \quad X_s = \frac{2}{T} \int_{t-T}^t x(t) \sin \omega t dt, \quad (1)$$

$$X_{m1} = \sqrt{X_c^2 + X_s^2}, \quad \varphi_1 = \arctg \frac{X_c}{X_s},$$

где T – период основной частоты; $x(t)$ – входной сигнал.

Рассмотрим принцип компенсации фазовой динамической погрешности применительно к эквивалентному сигналу, который формируется по значениям синусной и косинусной ОС интегрального преобразования Фурье с учетом корректирующего коэффициента k_k [4].

Значение k_k определяется как отношение квадрата амплитуды входного сигнала

$$X_{md}^2 = \frac{2}{T} \int_{t-T}^t x(t)^2 dt \quad (2)$$

к сумме квадратов синусной и косинусной ОС основной гармоники согласно выражению

$$k_k = \frac{X_{md}^2}{X_s^2 + X_c^2}. \quad (3)$$

В дискретном представлении, с учетом того, что все расчеты производятся на каждом шаге дискретизации, в обозначениях сигналов дополнительно будет присутствовать индекс n – номер соответствующей выборки. Тогда формирование косинусной (X_{eqcn}) и синусной (X_{eqsn}) ОС эквивалентного сигнала для выборки n осу-

ществляется путем умножения X_{cn} и X_{sn} на корректирующий коэффициент k_{kn} :

$$X_{eqcn} = k_{kn} X_{cn}, \quad X_{eqsn} = k_{kn} X_{sn}. \quad (4)$$

Алгоритм компенсации фазовой погрешности

1. На каждом шаге n с использованием фильтра Фурье определяются интегральные синусная (X_{sn}) и косинусная (X_{cn}) ОС первой гармоники входного сигнала, а также с помощью дополнительного фильтра определяется квадрат амплитуды входного сигнала X_{mdn}^2 .

2. В соответствии с выражением (3) рассчитывается корректирующий коэффициент k_{kn} .

3. Согласно формуле (4) по известным ОС Фурье и значению k_{kn} рассчитываются ОС эквивалентного сигнала на текущем шаге n – X_{eqcn} и X_{eqsn} . По их значениям вычисляется амплитуда эквивалентного сигнала X_{meqn} , а также фиксируются и запоминаются ОС предшествующего режима, отстоящие от текущих на m шагов, – $X_{eqc(n-m)}$ и $X_{eqs(n-m)}$.

4. Проверяется условие $k_{kn} > 1$.

Если оно не выполняется, то это свидетельствует об установившемся режиме входного сигнала. В этом случае начальная фаза эквивалентного сигнала определяется по текущим ОС согласно следующему выражению:

$$\varphi_{1n} = \arctg \frac{X_{eqcn}}{X_{eqsn}}. \quad (5)$$

Если условие $k_{kn} > 1$ выполняется, можно говорить о наступлении аварийного режима. При синусоидальной форме аварийного сигнала указанное условие будет выполняться в течении периода T , а затем наступит установившийся режим. При несинусоидальном входном сигнале переходный процесс может длиться несколько периодов основной частоты. Фаза сигнала при этом будет изменяться и выйдет на установившееся значение по завершении переходного процесса. Поэтому в общем случае целесообразно при выполнении условия $k_{kn} > 1$ зафиксировать время его наступления t_{kz} , а затем задать желаемое окно наблюдения за фазой сигнала длительностью Δt .

Таким образом, в промежутке времени $t = t_{kz} + \Delta t$ начальная фаза эквивалентного сигнала будет вычисляться по ОС предшествующего режима согласно

$$\text{выражению } \varphi_{1n} = \arctg \frac{X_{eqc(n-m)}}{X_{eqs(n-m)}}, \text{ а по истечении этого}$$

времени – по выражению (5).

Моделирование

Эффективность предложенного алгоритма компенсации фазовой погрешности оценивали с помощью модели формирователей ОС, реализованной в среде динамического моделирования MATLAB-Simulink [4, 5].

Работоспособность предложенного алгоритма проверяли с использованием двух видов тестовых воздей-

ствий – синусоидальным сигналом с частотой 50 Гц (идеализированное воздействие) и сигналом, приближенным к реальному вторичному току трансформатора тока (ТТ) при КЗ [6].

Синусоидальное воздействие. Входной сигнал содержит только составляющую основной гармоники с начальной фазой $\varphi_1 = 45^\circ$. В момент времени $t = t_{\text{кз}} = 0,03$ с происходит КЗ, которое имитируется скачкообразным нарастанием сигнала, превышающим в 20 раз сигнал предшествующего (доаварийного) режима. Время компенсации фазы после возникновения КЗ составляет $\Delta t = 0,01$ с, то есть половину периода основной частоты.

Результаты моделирования представлены на рисунке 1. На временном отрезке $t = 0,03–0,04$ с (первый полупериод после наступления КЗ) наблюдается наибольшая фазовая погрешность, которая существенно снижается во втором полупериоде. Поэтому начиная с момента времени $t = 0,04$ с действие фазовой компенсации прекращается и изменение начальной фазы сигнала происходит в соответствии с кривой 1.

Воздействие, приближенное к реальному. Первичный аварийный сигнал моделируется с учетом насыщения измерительного ТТ, к которому подключается ИО.

При возникновении КЗ ($t = 0,1$ с) вторичный ток ТТ приобретает форму, соответствующую кривой 1 на рисунке 2. Использование эквивалентных ОС позволяет существенно снизить амплитудную динамическую погрешность, что выражается в уменьшении времени установления амплитуды контролируемого сигнала.

Компенсация фазовой погрешности моделировалась в течение двух периодов основной частоты: от $t_{\text{кз}} = 0,1$ с до $t = 0,14$ с (рис. 3, кривая 2). По истечении этого времени изменение начальной фазы сигнала совпадает с некомпенсированной фазой, рассчитанной по интегральному преобразованию Фурье (рис. 3, кривая 1), а после отключения КЗ ($t = 0,2$ с) ее значение приобретает доаварийный уровень.

Выводы

1. Разработан метод формирования ОС с компенсацией динамических погрешностей на основе цифровой обработки интегральных значений входных сигналов.

2. Цифровые ИО, реализованные с использованием интегральных значений ОС входных сигналов с отстройкой от динамических погрешностей, отличаются повышенной помехоустойчивостью, а также обеспечивают снижение вероятности неправильных действий релейной защиты.

Список литературы

1. Формирование ортогональных составляющих входных сигналов в микропроцессорных защитах / Ф.А. Романюк [и др.] // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2020. – Т. 63, № 4. – С. 328–339. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2020-63-4-328-339>
2. Формирование ортогональных составляющих входных сигналов в микропроцессорных защитах с отстройкой от фазовых динамических погрешностей / Ф.А. Романюк [и др.] // Энергетическая стратегия. – 2022. – № 1. – С. 32–34.

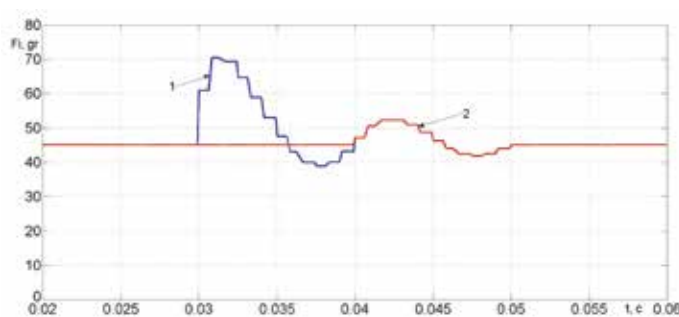


Рис. 1. Фазовая компенсация при синусоидальном воздействии:

1 – начальная фаза сигнала в переходном режиме, определенная на основе интегрального преобразования Фурье; 2 – начальная фаза эквивалентного сигнала с фазовой компенсацией

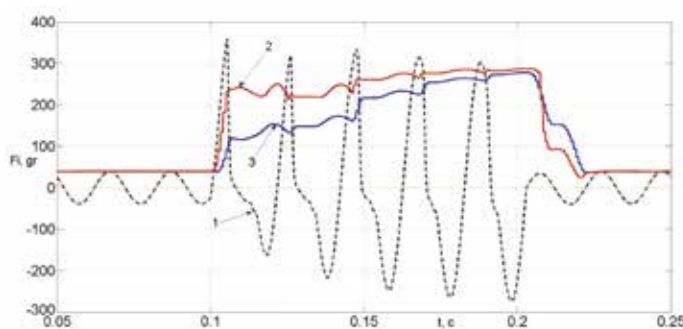


Рис. 2. Амплитудная компенсация при сложном воздействии:

1 – кривая вторичного тока ТТ; 2, 3 – кривые изменения амплитудных значений контролируемого сигнала с компенсацией амплитудной погрешности и без нее соответственно

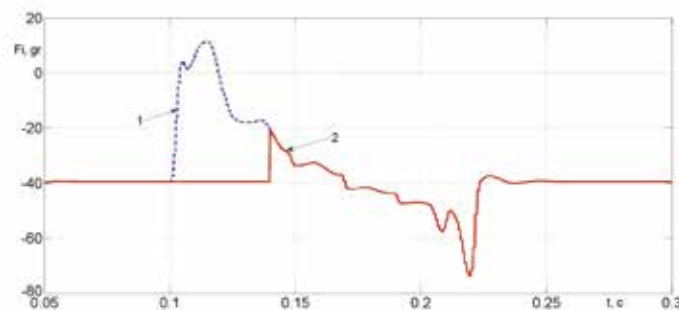


Рис. 3. Фазовая компенсация при сложном воздействии:

1 – начальная фаза сигнала в переходном режиме, определенная на основе интегрального преобразования Фурье; 2 – начальная фаза эквивалентного сигнала с фазовой компенсацией

3. Шнеерсон, Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.

4. Совершенствование алгоритма формирования ортогональных составляющих входных величин в микропроцессорных защитах / Ф. А. Романюк [и др.] // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2021. – Т. 64, № 2. – С. 95–108. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2021-64-2-95-108>

5. Черных, И.В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений / И. В. Черных; под общ. ред. В.Г. Потемкина. – М.: Диалог-МИФИ, 2003. – 496 с.

6. Испытания микропроцессорных токовых защит: теория, моделирование, практика / И.В. Новаш [и др.]. – Минск: БНТУ, 2021. – 168 с.

УДК 620.19:621.791

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

С.Ф. ГОРИЧЕНКО,
заместитель начальника производственно-технического
управления УП «МИНГАЗ»,
e-mail: gsf2003@mail.ru

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

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

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ВНУТРИГОРОДСКИХ ГАЗОПРОВОДОВ В МЕСТАХ НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ И СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИФРАКТОМЕТРА

Аннотация

В статье приведены результаты анализа напряженного состояния металла газопроводов в местах дефектов, возникающих в процессе эксплуатации, а также вблизи сварных швов на основании измерений, проведенных методом дифракции рентгеновских лучей. Показано, что остаточные напряжения могут в значительной степени влиять на безопасность эксплуатации газопровода и должны учитываться при прогнозировании его остаточного ресурса.

Ключевые слова: газопровод, коррозионные дефекты, остаточные напряжения, изоляционные покрытия

Annotation

In the paper the stress state of gas pipeline metal near defects that occur during exploitation, as well as near welds, based on measurements made by X-ray diffraction is discussed. It is shown that residual stresses can significantly affect the safety of the gas pipeline exploitation and should be taken into account for predicting its residual service life.

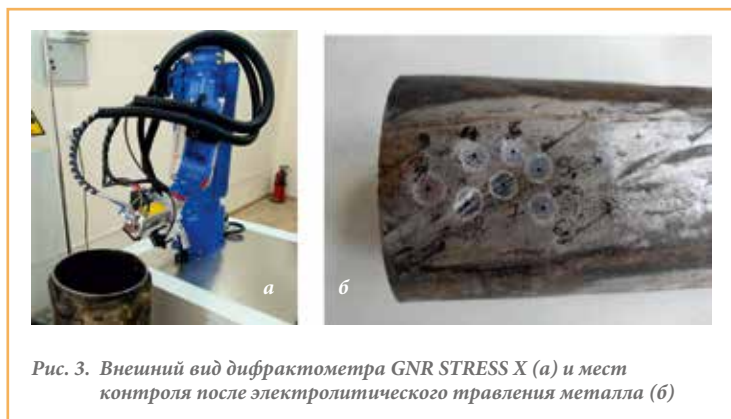
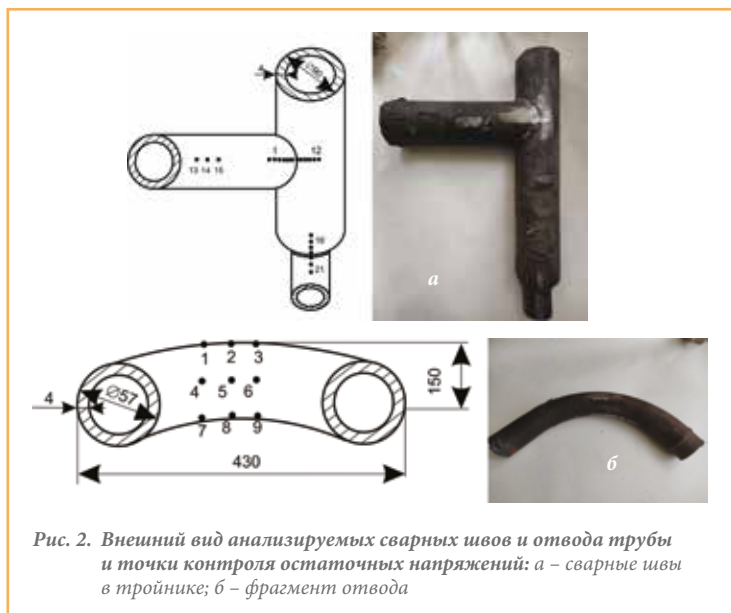
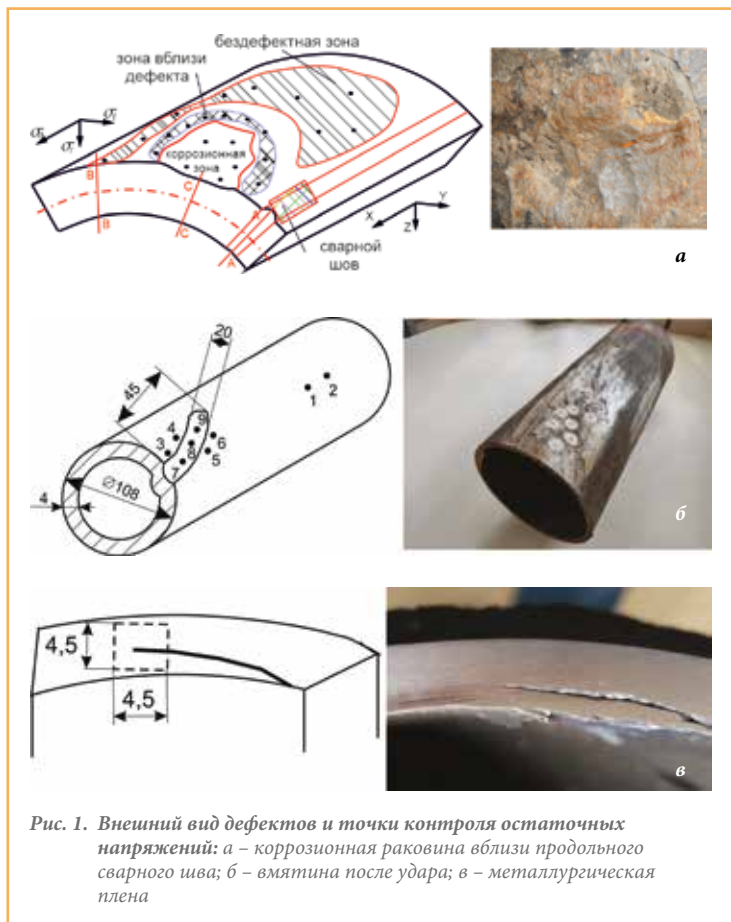
Keywords: gas pipeline, corrosion defects, residual stresses, insulation coatings

Статья поступила в редакцию 17 мая 2022 года

Безопасной эксплуатации газораспределительной системы Беларуси уделяется большое внимание. Основным документом, согласно которому проводится диагностика, является Инструкция по оценке технического состояния подземных газопроводов, работавших нормативный срок службы № 11-95.25 (утверждена концерном «Белтопгаз» 20.05.2005). В ней установлены объем и технологическая последовательность работ по обследованию и определению индивидуального остаточного ресурса работы материала газопроводов.

Анализ аварий и инцидентов на внутригородских газопроводах в разных странах показывает, что основ-

ными факторами, приводящими к их разрушению, являются коррозионные дефекты, трещины (в том числе возникающие по механизму коррозионного растрескивания под напряжением), деформации от монтажной сборки стыков, некачественно выполненные сварные швы [1]. При этом во многих случаях остаточные напряжения в металле трубопровода могут играть значительную, а часто и основную роль в инициировании и развитии процесса разрушения. Несмотря на это, контроль остаточных напряжений в сварных трубах в настоящее время практически не проводится, что связано со сложностью определения действительных значений напряжений.



Подобная ситуация сложилась во многих странах мира. Например, в Российской Федерации в нормативных документах, регламентирующих продление остаточного ресурса трубопроводов (РД 12-411-01, СТО Газпром 2-2.3-424-2010 и др.), указывается, что механические напряжения необходимо учитывать, но сведения о предельных значениях, которые не должны быть превышены, отсутствуют. Это в первую очередь связано со сложностью понимания того, какие именно напряжения необходимо измерять.

Так, напряжения можно разделить на внутренние (остаточные), возникающие, как правило, в результате термообработки (сварки) металла труб, и приложенные (внешние), вызванные нагрузками извне.

В зависимости от масштабов распространения выделяют следующие виды напряжений:

- макроскопические (I рода), уравнивающиеся в объемах, соизмеримых с габаритными размерами труб;
- микроскопические (II рода), уравнивающиеся в пределах нескольких зерен кристаллической структуры трубной стали;
- субмикроскопические (III рода), уравнивающиеся в пределах одного зерна кристаллической решетки стали [2, 3].

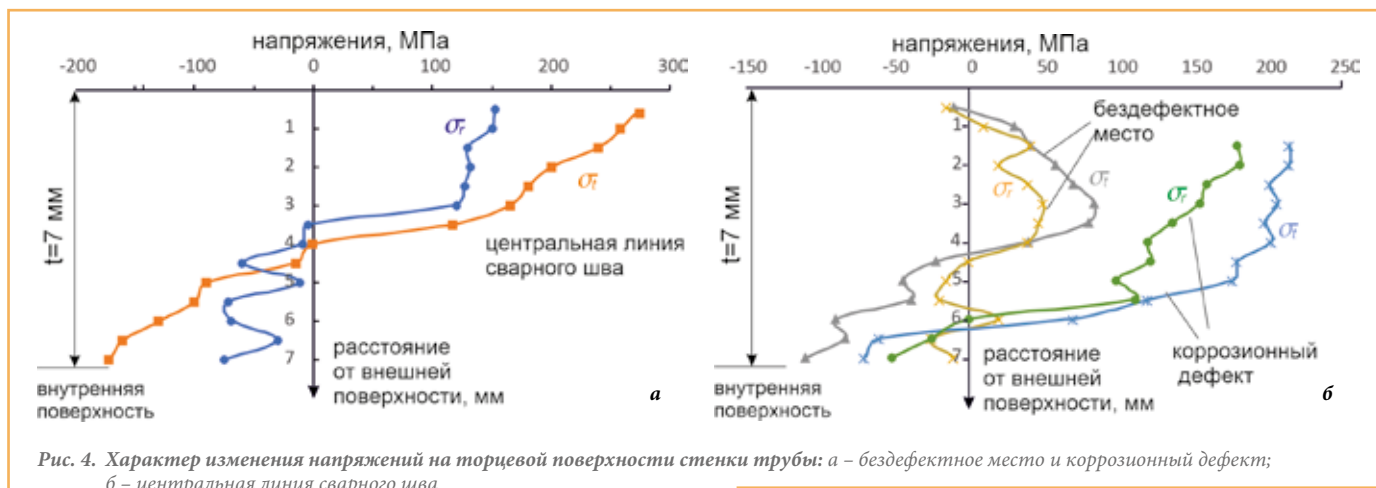
При этом если напряжения II и III рода хорошо измеряются методом дифракции рентгеновских лучей на образцах, то напряжения I рода должны определяться непосредственно в металле трубы (изделия).

В этой связи целью работы являлась оценка величины и характера распределения напряжений I рода в зоне различных дефектов и сварных соединений для определения степени их опасности с помощью рентгеновского роботизированного дифрактометра, позволяющего проводить контроль без вырезки образцов.

Материалы и методы исследования

Для анализа нами были отобраны фрагменты газопроводов, имеющие дефекты в виде коррозионного очага; вмятины, образовавшейся после удара при раскопке трубопровода; металлургической плены (рис. 1). Исследовались также сварные швы разных видов (кольцевой, продольный) и отвод трубы (рис. 2). Металл труб соответствовал стали 10 со средними значениями предела прочности $\sigma_b = 360$ МПа, предела текучести – $\sigma_t = 217$ МПа, определенными по результатам механических испытаний.

Измерения проводили роботизированным рентгеновским дифрактометром GNR STRESS X (Италия). Данная установка (рис. 3, а) позволяет осуществлять замеры на изделиях практически любых размеров благодаря закреплению рентгеновского источника на роботизированном манипуляторе, имеющем 6 степеней свободы. Во всех случаях нами применялся режим измерения Ψ , излучение $\text{CrK}\alpha$, мощность 30 кэВ. В качестве рентгеновского максимума для определения напряжений использовали пик $\{211\}$ ОЦК-решетки стали (угловая координата $2\theta_{211} = 156^\circ$). Диаметр коллиматора – 0,5 мм, точность позиционирования – 20 мкм.



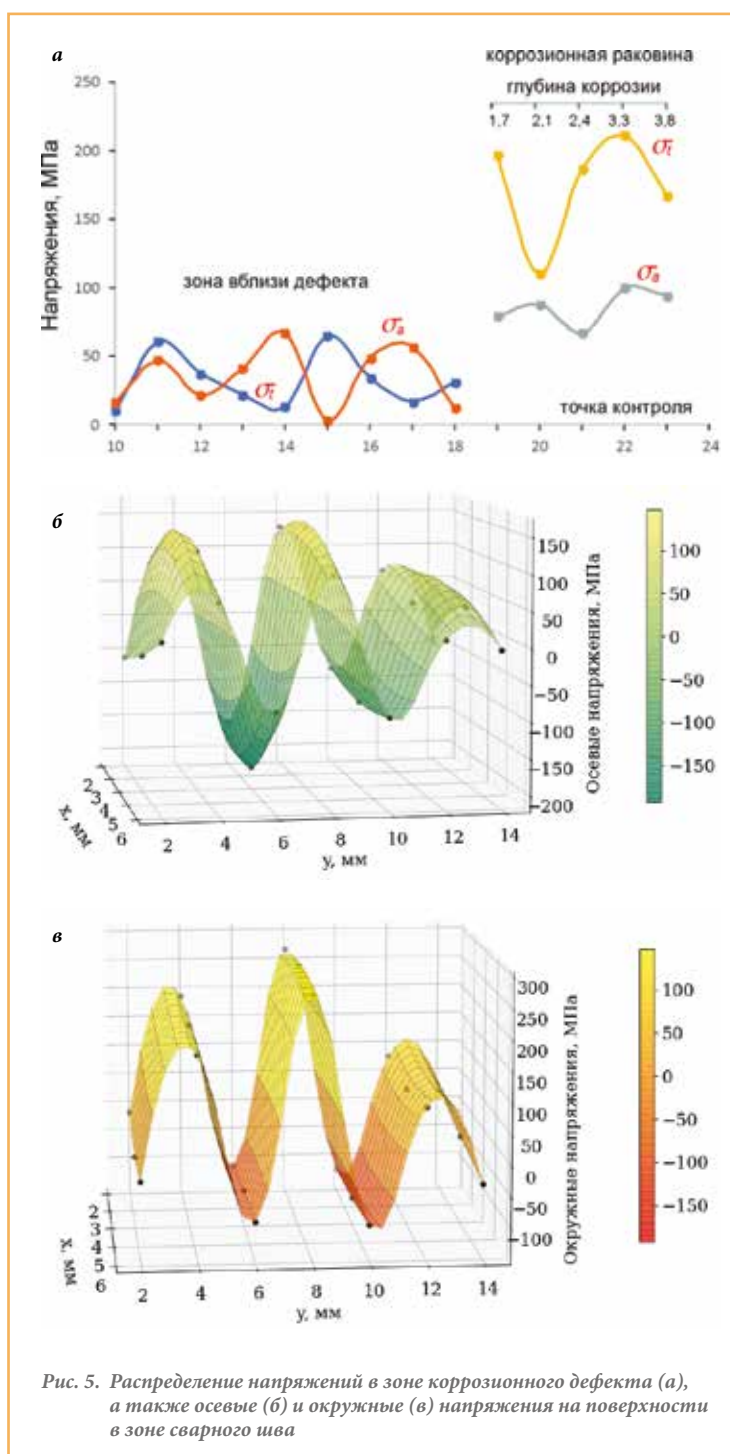
Для сталей глубина проникновения рентгеновских лучей теоретически составляет 5–10 мкм. Поэтому при проведении расчетов значение вертикальной составляющей тензора напряжений принималось равным нулю, то есть в каждой отдельной точке измерения состояние металла рассматривалось как плосконапряженное. Вначале измеряли напряжения I рода: осевые σ_z , окружные σ_r и радиальные σ_t (рис. 1, а), а также рассчитывали минимальные ($\sigma_{\min}$) и максимальные ($\sigma_{\max}$) главные напряжения. Для устранения влияния наклепа поверхности на результаты измерений, а также оценки изменения напряжений по глубине производили электролитическое травление с помощью установки Kristall 650 (ATM Qness GmbH, Германия). Диаметр пятна травления – около 0,8 см (рис. 3, б).

Анализ результатов измерений

Анализ состояния металла вблизи коррозионного дефекта (рис. 1, а) показал, что микроструктура в местах, пораженных коррозией и без нее, не имеет значимых различий. Нами было проведено измерение остаточных напряжений в зоне дефекта, сварного шва и бездефектных местах основного металла с контролем в отдельных точках, а также на участках поверхности. В местах отсутствия дефектов на внешней поверхности трубы в тонком слое основного металла, не превышающем 50–100 мкм, наблюдались сжимающие (–) напряжения I рода, возникновение которых, по-видимому, связано с наклепом поверхности при изготовлении исходного металлического листа, еще до проведения егогиба и сварки в трубу. Эти напряжения сменялись на растягивающие (+) и далее, по мере приближения к внутренней поверхности трубы, вновь становились сжимающими.

Это положение подтверждают результаты измерений на торцевом срезе трубы (рис. 4), которые проводились по центру сварного шва, в бездефектном месте и на участке, прилегающем к коррозионной раковине (рис. 1, а, линии А–А, В–В и С–С соответственно).

В зоне дефекта и непосредственно в коррозионной раковине, вне зависимости от расстояния до исходной поверхности, напряжения при стравливании слоя в 5 мкм являлись растягивающими и достаточно высокими для ускорения коррозионных процессов (рис. 5, а).



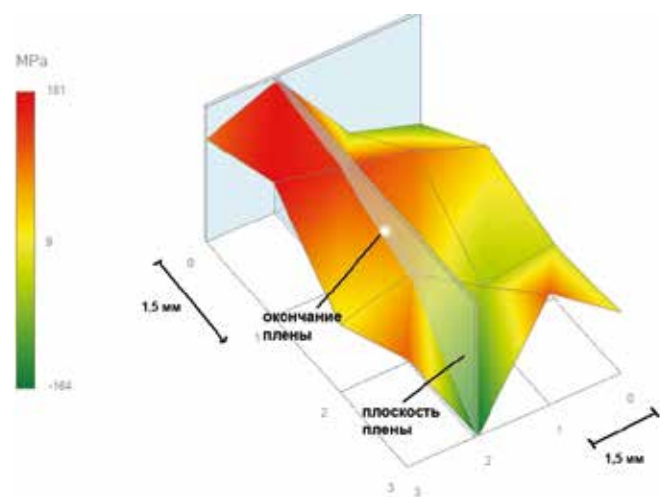
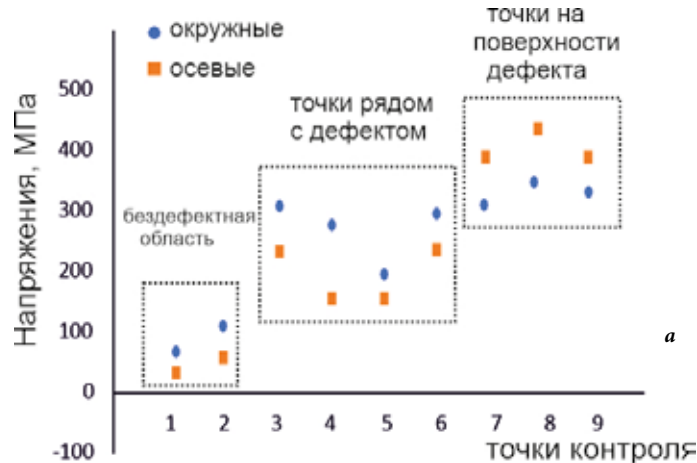


Рис. 6. Характерные значения напряжений на поверхности трубы с дефектом типа «вмятина» (а) и главных напряжений в области плены (б)

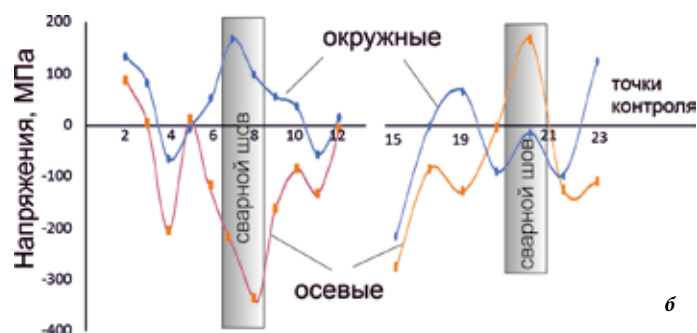
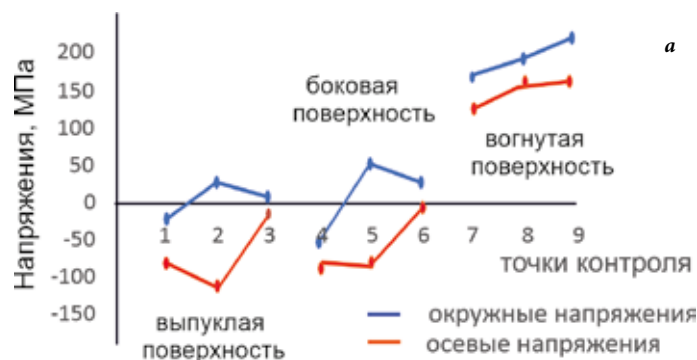


Рис. 7. Распределение напряжений в отводе (а) и тройнике (б) на глубине 100 мкм

На поверхности продольного сварного шва картина распределения напряжений была классической: в соответствующих местах шва четко выявлялись зоны сжимающих и растягивающих напряжений (рис. 5, б и в).

Дефекты металла, образовавшиеся в результате механического воздействия (вмятины, задиры и др.), также могут нести потенциальную опасность из-за резко меняющегося напряженно-деформированного состояния в месте дефекта. Это может привести как к появлению трещин, так и к ускорению процессов коррозии. На рисунке 6, а показано распределение напряжений в месте вмятины (рис. 1, б) и рядом с ней. Можно отметить, что на поверхности дефекта остаточные напряжения достигают значений, близких к пределу прочности (360 МПа), что способствует образованию трещин. В то же время этому процессу препятствуют сжимающие напряжения внутри стенки трубы, аналогичные показанным на рисунке 4. Однозначно прогнозировать ситуацию при изменении давления газа в трубе не представляется возможным, поэтому данный дефект должен быть отнесен к опасным и требует устранения.

Изучение напряжений в области металлургической плены, образовавшейся на внутренней поверхности трубы (рис. 1, в), показало следующее. Главные максимальные напряжения (рис. 6, б) во всех случаях не превышают 80 % от предела текучести. Они не являются критическими для развития дефекта, если не будут приложены дополнительные растягивающие напряжения. Характер дефекта также говорит о том, что развитие пластических деформаций в течение длительного времени практически не происходило: на конце плены отсутствовала заметная растущая усталостная трещина. Полученные данные позволяют утверждать, что при отсутствии значимого внутреннего давления в трубе дефект не будет представлять серьезной опасности. В то же время при появлении дополнительных изгибных напряжений возможно его перерастание в трещину. В этой связи для принятия решения об опасности дефекта необходимы дополнительные расчеты с учетом условий эксплуатации газопровода.

Исследование отвода (гиба) трубопровода в различных точках (рис. 2, б) позволило установить характер распределения радиальных и окружных напряжений непосредственно на поверхности и при стравливании слоя в 100 мкм. Измерения проводили в точках, лежащих на выпуклой (1–3), вогнутой (7–9) и боковой (4–6) поверхностях отвода. Как видно на рисунке 7, а, знак напряжений прямо противоположен тому, который должен наблюдаться при действии приложенных напряжений. Это можно объяснить распуханием трубы после вырезки отвода. Остаточные напряжения в этом случае изменяют направление своего действия на противоположное: на выпуклой поверхности будут наблюдаться сжимающие, а на вогнутой – растягивающие напряжения. Во всех случаях последние не превышают предел текучести и не являются критическими с точки зрения прочностных расчетов.

Измерение напряжений в сварных швах и основном металле тройника (рис. 2, а) подтверждает, что максимальные окружные и осевые напряжения возникают в зоне сварного шва (рис. 7, б), при этом более

опасными следует признать окружные напряжения, поскольку они являются растягивающими. Их значения достигали 180 МПа, что несколько ниже значения предела текучести исследуемой стали. Для сварного переходного соединения между трубами диаметром 90 и 57 мм растягивающие напряжения были еще менее значительными и не превышали 100 МПа, поэтому появление дефектов, вызванных их действием, в данном конкретном случае маловероятно.

Выводы

1. Изучено распределение напряжений I рода в исследованных образцах металла газопроводов. Установлено, что характер изменения напряжений не всегда совпадает с теоретическим. Существует широкий разброс их значений – от +280 до –250 МПа, вызванный как технологией изготовления трубы, так и эксплуатационными факторами, приводящими к возникновению растягивающих и сжимающих напряжений на поверхности и внутренней стенке трубы. Установлена степень опасности рассмотренных дефектов.

2. Выявлено, что представить структуру металла в виде однородных малых элементов можно только в расчетах при относительно небольшом градиенте напряжений. Реальная картина распределения напряжений является очень сложной, особенно вблизи дефектов и сварных швов, поэтому она требует повышенного внимания и контроля.

3. Дополнительное воздействие остаточных сварочных напряжений и внутреннего рабочего давления на околошовную зону снижает сопротивляемость сварного соединения как хрупкому механическому, так и коррозионному разрушению. В этой связи изучение и анализ реальной картины напряженного состояния металла играет важную роль при прочностных расчетах и оценке остаточного ресурса газопроводов. При этом использование данных, полученных методом дифракции рентгеновских лучей, позволяет оценить риск разрушения металла или развития существующих дефектов.

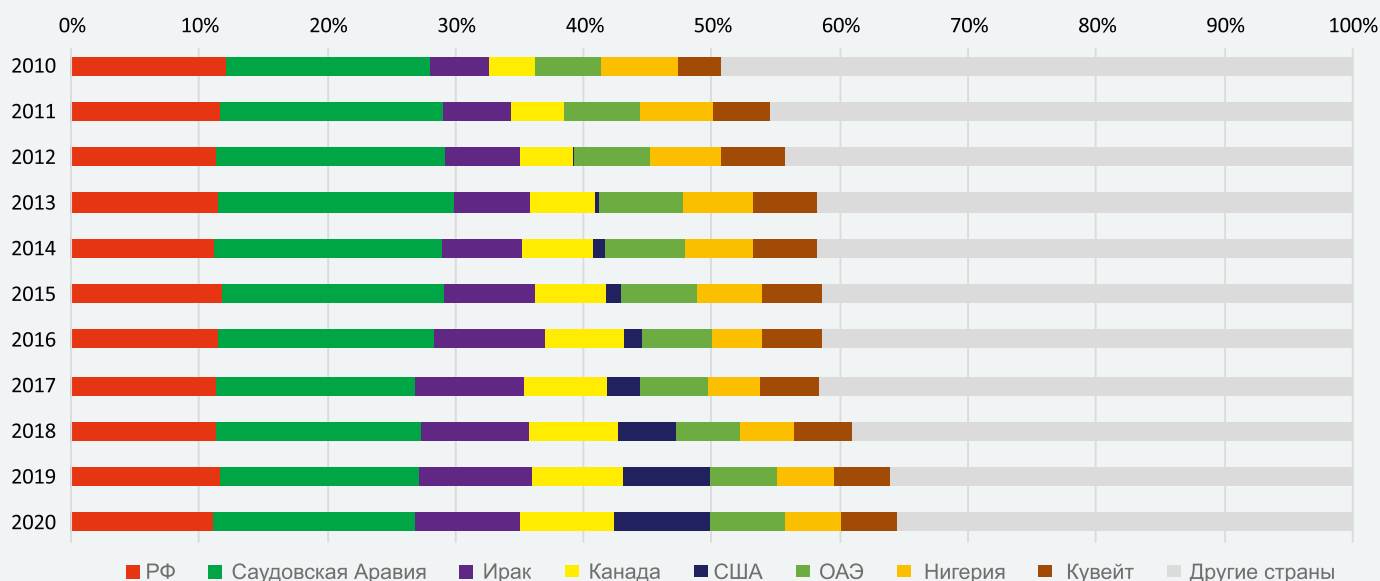
Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований. Грант T22-005 «Изучение процессов деградации изоляционных покрытий газопроводов и разработка методики неразрушающего контроля их свойств и остаточного ресурса».

Список литературы

1. Božić, Ž. The effect of residual stresses on fatigue crack propagation in welded stiffened panels / Ž. Božić, S. Schmauder, H. Wolf // *Engineering Failure Analysis*. – 2018. – Vol. 84. – P. 346–357. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2017.09.001>
2. Dong, P. An IIW residual stress profile estimation scheme for girth welds in pressure vessel and piping components / P. Dong, S. Song, X. Pei // *Welding in the World*. – 2016. – Vol. 60, N 2. – P. 283–298. <https://doi.org/10.1007/s40194-015-0286-4>
3. Boumerzoug, Z. X-ray analysis of residual stress in weld region of X70 pipeline steel / Z. Boumerzoug, K. Digheche, V. Ji // *Advanced Materials Research*. – 2014. – Vol. 936. – P. 2011–2016. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.936.2011>

К сведению

Структура общемирового экспорта нефти в 2010–2020 годах по данным Секретариата ОПЕК





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

АВАРИЙНОСТЬ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Газовое моторное топливо является источником повышенной опасности. В его состав входят газы, которые легко смешиваются друг с другом и, попадая в воздух, образуют горючую смесь, способную при определенных условиях воспламениться или сдетонировать. По этой причине автомобили, использующие газ в качестве топлива, должны эксплуатироваться с соблюдением специальных требований, обеспечивающих пожарную и техническую безопасность. Эти требования также должны соблюдать предприятия, выполняющие техническое обслуживание и текущий ремонт газобаллонных автомобилей.

Согласно строительным нормам Республики Беларусь СН 3.02.03-2019 [1] газобаллонный автомобиль (ГБА) – это автомобиль с двигателем, работающим на сжатом (сжиженном) природном газе (КПГ, СПГ) или сжиженном углеводородном газе (СУГ). Эти виды топлива принято обозначать термином «газомоторное (газовое моторное) топливо» (ГМТ). При нормальных атмосферных условиях ГМТ находится в газообразном состоянии и является более экологичной и дешевой альтернативой бензину и дизельному топливу. Кроме КПГ, СПГ и СУГ к газомоторному топливу относят также сжиженные нефтяные газы (СНГ), водород и др. [2].

Особенности эксплуатации ГБА, работающих на природном газе

Природный газ имеет определенные преимущества в плане безопасности по сравнению с бензином и дизельным топливом: он нетоксичен, легче воздуха, быстро рассеивается при утечке. Для придания характерного запаха в такое топливо добавляют одорант, благодаря чему газ обнаруживается в воздухе при 20 % нижнего предела воспламеняемости. Если дизтопливо или бензин при утечке скапливаются

на земле, создавая постоянную пожаро- и взрывоопасность на большой территории, то природный газ быстро поднимается вверх, рассеиваясь до неопасных уровней. Его опасная концентрация создается только в зоне разгерметизации (короткая вертикальная колонна непосредственно над утечкой).

Зона разгерметизации баллона в составе газобаллонного оборудования (ГБО) на природном газе, ограниченная нижним концентрационным пределом распространения пламени метана, представляет собой цилиндр с основанием радиусом от 16,5 до 22 м (в зависимости от емкости баллона) и высотой 0,3 м [3]. Таким образом, если природный газ выходит на открытый воздух, то его утечка не создает большого риска возгорания или взрыва.

Если же утечка происходит в закрытом помещении (здание или ограниченное пространство внутри транспортного средства), опасность может быть значительной – в зависимости от объема утечки. Хотя природный газ неядовит, он может вытеснять воздух из замкнутого объема и/или снижать концентрацию в нем кислорода, что потенциально представляет для людей риск удушья.

Опасности, связанные с КПГ, также включают пожар, тепловой взрыв, если выброс происходит

в замкнутое пространство, и механический разрыв сосуда под давлением. Причинами выброса газа могут стать утечки в топливной системе или срабатывание предохранительного сбросного клапана (ПСК) при его наличии. Воспламенение может возникнуть в результате контакта с горячими поверхностями, открытым огнем и искрами, в том числе статическим электричеством.

Установлено относительно небольшое число случаев выхода из строя баллонов с КПГ. Например, согласно отчету Государственной администрации контроля безопасности на дорогах [4], в США за девять лет (с 1993 по 2001 год) произошло всего восемь разрывов таких баллонов. В трех случаях это было вызвано коррозионным растрескиванием стекловолокна армирующей оболочки под воздействием аккумуляторной кислоты, еще четыре баллона разорвались из-за серьезных физических повреждений, один вышел из строя вследствие чрезмерного избыточного давления.

Взрывы баллонов с КПГ в составе ГБА происходят и в Беларуси.

Так, летом 2016 года зафиксированы происшествия с автомобилями марки «Фольксваген Туран»:

- 16 августа на территории автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) в

г. Барановичи (ул. Доменикана, 6) в составе ГБО автомобиля взорвался газовый баллон. В результате пострадал водитель. Физической причиной явилось то, что давление газа внутри корпуса баллона превысило предельное для данной конструкции. Непосредственной технической причиной взрыва могли послужить: уменьшение прочности корпуса из-за коррозии либо механических повреждений (трещин, сколов и т.п.); неисправность газозаправочного оборудования; механическое воздействие на корпус (удар, падение и т.п.) в момент перед взрывом;

- 20 августа на территории АГНКС-5 «Минскавтозаправка» в г. Минске (ул. Масюковщина, 1) имел место физический взрыв (разрыв) газового баллона, являющегося элементом ГБО автомобиля. Причина – разрушение баллона в результате превышения предельного давления газа. Прочность корпуса баллона была снижена из-за коррозии материала: в некоторых местах очаговая коррозия проникла в глубь стальной стенки на половину ее толщины [5].

В то же время отмечались случаи, когда при возгорании транспортных средств срабатывали ПСК и происходила разгерметизация баллонов, но взрыва не было.

Безопасность при работе ГБА на СУГ

Как и в случае с природным газом, для СУГ (смесь сжиженных под давлением легких углеводородов, в основном пропана и бутана) существуют два возможных сценария отказа баллонов: чрезмерное избыточное давление из-за переполнения емкости или непреднамеренное воспламенение из-за утечки или аварии.

Предельная степень наполнения баллона с СУГ составляет 85 %. Аномально высокий коэффициент объемного расширения газа может привести к следующему. Если емкость переполнена в прохладное время суток и стоит без использования, повышение температуры в тот же день может вызвать расширение топлива и, как следствие, его выброс или утечку через ПСК,

а в присутствии источника воспламенения – взрыв и пожар.

Переполнение топливных емкостей влияет как на безопасность, так и на параметры выбросов. Поэтому для сброса давления предусмотрено устройство ПСК для выпуска газобразного СУГ.

Пожаро- и взрывоопасные физические свойства СУГ, принимаемые во внимание при утечке, отличаются от свойств природного газа. Пропан тяжелее воздуха, поэтому его пары имеют тенденцию скапливаться на уровне земли, а также ниже ее уровня – в приямках, выемках, емкостных сооружениях до границы воспламенения при низких температурах. И если природный газ рассеивается до опасных концентраций по мере подъема, то рассеивание паров пропана зависит в основном от движения воздуха (в ветреных условиях происходит быстрее, чем в штиль).

Зона разгерметизации газового баллона с СУГ, ограниченная нижним концентрационным пределом распространения пламени, будет представлять собой цилиндр с основанием радиусом от 9,5–10,5 до 12,5–13,5 м (в зависимости от емкости эксплуатируемого баллона и состава СУГ) и высотой 0,3 м.

Различия в свойствах природного газа и СУГ демонстрирует пример пожара на ГБА в августе 2003 года в России [6].

В момент происшествия автомобиль ВАЗ 21074 находился в гаражном боксе. При запуске двигателя произошел взрыв. Хозяин автомобиля получил ожоги открытых участков тела.

При осмотре машины было установлено, что обгорела верхняя часть спинки заднего сиденья, внутренняя обшивка крыши, пластмассовые трубопроводы и изоляция проводов; имелось локальное прогорание полимерной обшивки багажного отсека под газовым баллоном. В то же время в моторном отсеке и в районе замка зажигания следов термических повреждений не обнаружено. При взрыве было разрушено заднее стекло автомобиля. Однако наибольшие разрушения наблюдались в соседнем гаражном боксе, где имелись признаки объемного взрыва: трещины и выгиб железобетонных перего-

родок, выпадение наружу панели с воротами, обрушение панелей перекрытия, трещины в бетонной стенке смотровой ямы.

Эксперты сделали вывод о существовании двух центров взрыва – в автомобиле, из которого произошла утечка, и в смотровой яме расположенного рядом бокса, где в результате скопилась пропан-бутановая смесь. Источником зажигания стало тепловое воздействие электрической искры на газозаполненную смесь в районе багажного отсека машины.

В 90 % описанных случаев возгорание происходило в подкапотном пространстве (моторном отсеке) автомобиля после характерного хлопка. Соответственно, моторный отсек при расследовании происшествий указывается как основная очаговая зона.

Отметим, что в случае утечки газа из автомобиля понятие очага пожара (взрыва) довольно относительно. Воспламенение газозаполненной облака, образовавшегося в таком случае, происходит в месте нахождения источника зажигания, которое может быть удалено от места утечки. Затем происходит дефлаграционное сгорание газовой смеси (пробежка пламени по газовой фазе), после чего горение наиболее интенсивно идет в местах скопления легкогорючих материалов, успевших воспламениться при пробежке, а также в зонах наибольшей пожарной нагрузки и в месте утечки газа из разгерметизированной системы или его скопления. Поэтому зона наибольших термических повреждений (разрушений), которую обычно рассматривают как очаг пожара (место возникновения возгорания), в таких случаях является, как правило, очагом горения (место, где горение происходит наиболее интенсивно).

Статистика пожаров на ГБА

Перейдем к анализу данных о пожарах на ГБА в России [7]. Для автомобилей, работающих на ГМТ, наиболее пожароопасным периодом является зима. В условиях низких температур резьбовые соединения, резиновые мембраны газового редуктора и уплотнительные прокладки ГБО более всего подвер-

жены повреждениям, приводящим к утечке газа. Кроме того, при отрицательной температуре постоянно возникает необходимость в переключении с одного вида топлива на другой, а при нарушении регулировки двигателя и неправильных действиях водителя это может привести к переполнению смесительной камеры карбюратора и поступлению газа в отсек двигателя.

Как уже отмечалось, большая часть пожаров на ГБА возникает в отсеке двигателя, потому что там сосредоточено до 90 % соединений топливопровода ГБО (резьбовые соединения и резиновые трубки, закрепленные хомутами), а также его элементов (газовый редуктор, газовый и бензиновый клапаны, проставка карбюратора, тройник-дозатор и др.). Утечки газа из-за нарушения герметичности топливопровода между местами его присоединения к элементам газового оборудования практически не встречаются. Половина пожаров на ГБА происходит во время движения (с учетом ДТП), на втором месте по частоте – случаи при пуске двигателей.

Причины возникновения пожаров на ГБА разнообразны:

- негерметичность газовой топливной системы (основная причина);
- пуск двигателя на газе при отрицательной температуре;
- неисправность оборудования передвижной АГЗС;
- неисправность при переключении с бензина на газ, и наоборот;
- неисправность газового редуктора;
- неисправность электромагнитного газового или бензинового клапана;
- нарушение герметичности топливной системы из-за механического повреждения;
- нарушение правил техники безопасности при эксплуатации или ремонте ГБО;
- утечка газа при заправке и др.

Указанные причины могут быть отнесены к следующим группам:

- нарушения правил устройства и эксплуатации (НПУиЭ) транспортных средств;
- НПУиЭ газового оборудования;
- поджоги;
- другие причины.

Каждый показатель определяли для легковых и грузовых автомобилей следующим образом.

Общий риск пожара $P_{\text{общ}}$ вычисляли как отношение общего количества пожаров к общему числу единиц техники:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{общ}} / N_{\text{общ}}.$$

Соответственно, риск пожара на ГБА $P_{\text{ГБА}}$ определяли как отношение количества пожаров на ГБА к числу последних:

$$P_{\text{ГБА}} = P_{\text{ГБА}} / N_{\text{ГБА}},$$

а риск пожара из-за НПУиЭ газового оборудования $P_{\text{го}}$ – как отношение количества пожаров по причине НПУиЭ к числу ГБА:

$$P_{\text{го}} = P_{\text{го}} / N_{\text{ГБА}}.$$

Казалось бы, риски должны быть аддитивны и риск пожара на ГБА должен складываться из общего риска пожара и того риска, который связан непосредственно с газовым оборудованием, то есть $P_{\text{го}}$:

$$P_{\text{ГБА}} \approx P_{\text{общ}} + P_{\text{го}}.$$

Для проверки этого предположения вычислим разность $P_{\text{ГБА}} - P_{\text{общ}}$ и сопоставим ее со значением $P_{\text{го}}$ для легковых и грузовых автомобилей. Результаты показывают, что такое предположение неверно: установка ГБО не только несет с собой определенный пожарный риск, но и существенно повышает общий риск пожара для ГБА.

Средние значения рисков пожара за 2015–2020 годы [8]

$1 \cdot 10^{-5}$, 1/год*

Показатель	Легковые автомобили	Грузовые автомобили
Общий риск пожара, $P_{\text{общ}}$	30,4	34,7
Риск пожара на ГБА, $P_{\text{ГБА}}$	36,7	52,9
Риск из-за НПУиЭ, $P_{\text{го}}$	1,25	2,35
Разность рисков, $P_{\text{ГБА}} - P_{\text{общ}}$	6,3	18,2

* Приведенные цифры следует умножить на коэффициент 10^{-5} . Таким образом, например, общий риск пожара для легковых автомобилей составит $30,4 \cdot 10^{-5}$.

Рассмотрим статистические данные по пожарам на ГБА (легковых и грузовых), собранные ФГБУ ВНИИПО МЧС России [8]. В составе данных, предоставляемых Национальным статистическим комитетом, а также ГАИ МВД Республики Беларусь, аналогичная информация отсутствует. Результаты анализа данных приведены в таблице.

Список литературы

1. Станция технического обслуживания транспортных средств. Гаражи-стоянки автомобилей: СН 3.02.03-2019. – Введ. 07.09.2020. – Минск: Белорус. ин-т стандартизации и сертификации, 2020. – 44 с.
2. Тракторы и машины сельскохозяйственные, работающие на газомоторном топливе. Термины и определения: ГОСТ 34501-2018. – Введ: 01.07.2020. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
3. Удилов, Т.В. Прогнозирование последствий пожара автомобиля с газобаллонной топливной системой / Т.В. Удилов // Сб. избр. статей по материалам науч. конф. ГНИИ «Нацразвитие», С.-Петербург, 26–28 июня 2019 г. – СПб., 2019. – С. 209–211.
4. Brecher, A. Review and analysis of potential safety impacts of and regulatory barriers to fuel efficiency technologies and alternative fuels in medium- and heavy-duty vehicles [Electronic resource]: Report No. DOT HS 812 159 / A. Brecher, A.K. Epstein, A. Breck. – Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2015. – Mode of access: <https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/812159-revsafetyimpactsregulatoryfuelefficiencytechmdhd.pdf>. – Date of access: 30.06.2022.
5. Грачев, Е. Останется ли с чем или выплатят компенсацию? Как проходил суд по делу о взорвавшемся VWTouran [Электронный ресурс] / Е. Грачев // Автобизнес. – Режим доступа: <https://www.abw.by/novosti/law/199226>. – Дата доступа: 30.06.2022.
6. Чешко, И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара: в 2 кн. / В.Г. Плотников, И.Д. Чешко / СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Кн. 2. – СПб.: Тип. ООО «Береста», 2012. – 364 с.
7. Пожарная опасность газобаллонных автомобилей / Г.В. Васюков [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – Т. 14, № 1. – С. 33–37.
8. Простов, Е.Е. Определение частоты возникновения пожара в России на транспорте, работающем на КПГ и СУГ / Е.Е. Простов, Е.Н. Простов, Д.М. Гордиенко // Пожарная безопасность. – 2021. – № 3. – С. 24–31.

Г.Г. ШПУНТОВ,
начальник отдела учебно-методологического
обеспечения учебно-тренировочного центра
Белорусской АЭС



ЛИДЕРСТВО В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Развитие атомной энергетики в Республике Беларусь наряду с овладением новыми научно-техническими знаниями потребовало также освоения на совершенно новом уровне ряда компетенций, относящихся к поведенческим и морально-психологическим аспектам деятельности персонала и руководства АЭС. Это культура безопасности, лидерство, предотвращение ошибок персонала, коучинг и ряд других. В учебно-тренировочном центре Белорусской АЭС успешно адаптируется международный опыт обучения по данным компетенциям как персонала атомной электростанции, так и подрядчиков.

При слове «лидер» многим представляется блестящий оратор на трибуне или умудренный опытом политик. При этом на интуитивном уровне лидерство практически всегда ассоциируется с отказом от стереотипов, выходом за рамки правил, революционными изменениями в различных сферах. Поэтому словосочетание «лидерство в атомной энергетике» на первый взгляд представляется несколько противоестественным – ведь на АЭС, как нигде, необходимо строго выполнять все процедуры, соблюдать регламенты, следовать инструкциям. Любое отступление может обойтись слишком дорого. Между тем вопрос лидерства в атомной энергетике сегодня является одним из самых актуальных и обсуждаемых в отрасли.

Международный опыт

Обратимся к опыту стран, имеющих большой опыт развития ядерной энергетики. Так, в США, где действует больше всего гражданских ядерных реакторов, существует такое учреждение, как Американская Академия Лидерства (American Leadership Academy – ALA). Занятия в ней длятся полный день и проводятся в течение четырех не-

дель. Класс формируется примерно из 15 студентов. Группы имеют смешанный состав, включая руководителей первичного и среднего звена. От выпускников учреждения ожидают фактической реализации навыков лидерской деятельности [1].

В атомной энергетике России вопросам лидерства также уделяется серьезное внимание. В частности, модель руководителя – лидера в развитии культуры безопасности была опробована на атомных электростанциях и в центральном аппарате АО «Концерн Росэнергоатом», приближена к практическим задачам и в настоящее время внедряется в практику работы руководителей на всех уровнях управления [2].

В развитии лидерских качеств у руководителей различных уровней в той или иной степени заинтересованы все страны «ядерного клуба». Мировой опыт в этом направлении суммирует Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ): «...компетенции, которые достигаются при обучении, изначально ориентированы на технические [знания и умения], однако по мере накопления опыта обучения становится ясно, что в равной степени, если не более важно, обучать компетенциям в сферах коммуникации, работе в команде и лидерству; причем последнее является критическим

человеческим фактором, относящимся к компетенциям» [3].

МАГАТЭ придает огромное значение лидерству и определяет его как «способность руководить, мотивировать и влиять на персонал для достижения целей организации» [4].

Развернутое определение лидера содержится в документе Всемирной ассоциации операторов атомных электростанций (BAO АЭС) WANO PL 2019-01 «Характеристики эффективности руководителей-лидеров в атомной энергетике»: «ЛИДЕР – работник, независимо от уровня его положения в организации способный взять на себя инициативу, вдохновлять людей, побуждать их к правильным самостоятельным решениям и действиям и оказывать на них влияние с целью достижения целей организации. Это человек, который взаимодействует с окружающими людьми, мотивируя и формируя их поведение с целью стремления к совершенству. Как правило, понятие «лидер» относится к руководителям, в том числе руководителям нижнего звена». То есть лидер – это не герой-одиночка, самостоятельно решающий проблемы под аплодисменты окружающих. Лидер силен той группой людей, на которую он оказывает морально-психологическое влияние.

Конечно, лидерство востребовано не только в атомной энергетике. Вся история прогресса свидетельствует о том, что к серьезным прорывам, как правило, приводили не парламентские дебаты или всеобщее голосование, а новаторские поступки лидеров. Наиболее близки нам примеры из области технических инноваций: так, советские ученые И.В. Курчатов и С.П. Королев в невероятно трудных условиях брали на себя ответственность и успешно решали предельно сложные задачи, возглавляя и вдохновляя крупные творческие коллективы.

Стиль лидерства

На всех уровнях социальной иерархии лидерство способствует самореализации человека, помогая ему проявить свои лучшие качества: энергию, волю, знания, трудовой и жизненный опыт, воплотить в реальность нравственные и политические идеалы. Стиль лидерства характеризуется способами, которые лидер использует для управления и мотивации подчиненных, и определяется его личными качествами: мировоззрением, темпераментом, особенностями характера и опытом. Каждая отдельная ситуация требует соответствующего стиля. Например, в чрезвычайных условиях и/или при значительном превосходстве лидера в плане компетентности наиболее эффективен авторитарный

стиль. В спокойной обстановке, в сообществе людей, близких по уровню знаний, при высокой сплоченности группы больше подходит демократический стиль.

На практике часто случается, что лидер личным примером вдохновляет команду на выполнение ответственной, а иногда и опасной работы. Это подтверждается немалым количеством исторических примеров. Так, 25 декабря 1946 года при пуске первой советской критической сборки Ф-1 И.В. Курчатов приказал всем, кто не имел непосредственного отношения к пуску, на всякий случай покинуть здание, а сам сел за пульт управления реактором. В июне 1948 года при фи-

впадение статусных позиций лидера и руководителя связано с явным приоритетом властных отношений в ущерб эмоциональным, то в просоциальной группе высокого уровня развития именно эмоциональная «подпитка» властных полномочий нередко выступает необходимым фундаментом реализации формальной власти. Источник лидерства – индивидуальные морально-психологические свойства личности; источник власти – решения вышестоящих органов.

Следует иметь в виду, что указанные различия не ведут к антагонистическому противопоставлению лидера и менеджера. Наилучшим вариантом является менеджер с разви-



зическом пуске первого в СССР и Европе промышленного реактора А-1 («Аннушка») он поступил так же. При том уровне понимания физических процессов никто не мог быть уверен, что реактор не взорвется, и руководитель проекта взял на себя основной риск, тем самым утвердив свое лидерство [5].

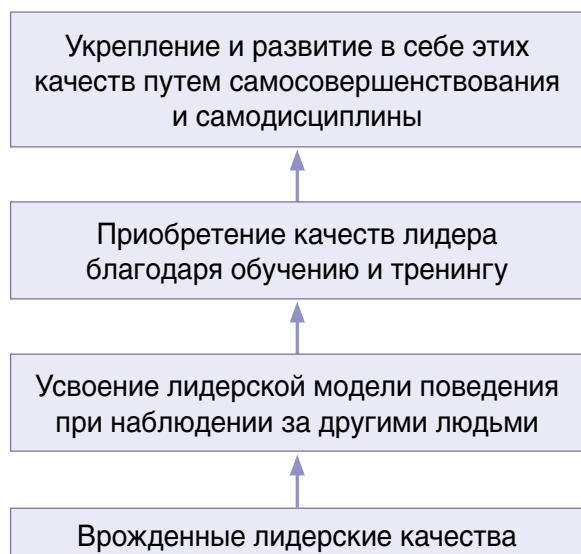
В корпоративных группах, как и в группах высокого социально-психологического уровня развития (научных, творческих коллективах и т.п.), функции лидера и руководителя, как правило, совмещаются в одном лице. В то же время у лидерства и руководства принципиально разные основы. Если в корпоративной группе со-

тими лидерскими качествами. Иначе говоря, при реализации кадровой политики вышестоящее руководство, как правило, учитывает наличие лидерских качеств у потенциальных руководителей. С другой стороны, можно сказать, что само назначение человека на руководящую должность дает ему некоторую фору для развития лидерских качеств, поскольку одновременно возлагает на него ответственность и дает власть.

Гармоничное сочетание ответственности и власти вдохновляет человека, груз ответственности без власти – угнетает, а власть без ответственности – развращает.

Развитие лидерских качеств

Вероятно, у ряда людей предрасположенность к лидерству присутствует от рождения. Однако многие специ-



Типичный путь лидера

алисты придерживаются мнения, что лидерские способности имеют скорее приобретенный характер. Несомненно, значительную роль играют образование, эрудиция и профессиональная компетенция: если человек очень хорошо знает предмет своей деятельности, то он, во-первых, будет излучать уверенность в рабочей обстановке, а во-вторых, легче завоюет признание коллег. Большое значение имеет также стремление человека стать лидером, поскольку далеко не все желают брать на себя дополнительные нагрузки и ответственность.

Сознательно или подсознательно будущий лидер может перенять внешнюю манеру поведения известного ему деятеля – реального или вымышленного, что в немалой степени способствует внутреннему развитию лидерских качеств. Но главное – проявить себя в реальном деле, утвердиться в профессиональном смысле.

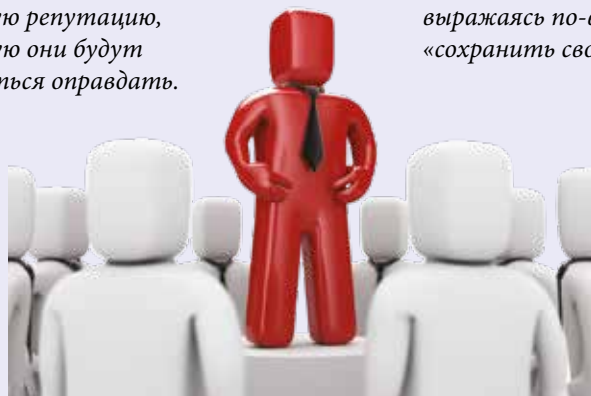
Лидер силен своей командой, которая не обязательно должна быть организована по формальному признаку (подчиненные, официально утвержденная временная рабочая группа и т.п.). Сила лидера состоит в способности увлекать и вдохновлять людей. А для этого, в помощь природным качествам, существуют проверенные «рецепты». В первую очередь следует отказаться:

- от подхода «мой метод – единственно правильный»;
- от принуждения других к своему способу мышления: разнообразие типов мышления в команде – залог более успешного поиска решения;
- от желания лично контролировать каждую мелочь: во-первых, делегирование позволяет экономить время, во-вторых, доверие окрыляет людей и повышает уровень их ответственности;
- от подхода «я всегда так делаю»: рутинизация деятельности доступна многим, а прорывные оригинальные решения – только настоящим лидерам;
- от поиска личной славы: успех надо делить с командой.

Не давите авторитетом, не спешите выносить «приговор». Потратьте время на вопросы и внимательно выслушайте ответы – в итоге вы сэкономите время на другом.

Советы лидеру от Дейла Карнеги

- ✓ *Начинайте рабочее общение («разбор полетов») с похвалы и искренней благодарности за проделанную работу.*
- ✓ *Указывайте на ошибки других не прямо, а косвенно.*
- ✓ *Говорите о своих ошибках перед тем, как критиковать других. Все равно ваши ошибки не останутся незамеченными, но, честно признавая их, вы завоеуете дополнительный авторитет.*
- ✓ *Задавайте вопросы вместо того, чтобы отдавать приказы. Человек с большей готовностью и старательнее выполняет то, до чего он додумался сам, нежели то, что приказано.*
- ✓ *Создавайте людям хорошую репутацию, которую они будут стараться оправдать.*
- ✓ *Позвольте другим, выражаясь по-восточному, «сохранить свое лицо».*



- ✓ *Хвалите каждое достижение, даже незначительное. Большой путь состоит из маленьких шагов.*
- ✓ *Прибегайте к поощрению. Сделайте так, чтобы ошибка не превращалась в трагедию, чтобы она была поправима. Пусть предлагаемые действия не кажутся людям сверхтрудными.*
- ✓ *Добивайтесь, чтобы люди были рады сделать то, что вы предлагаете. Положительные эмоции помогают преодолевать трудности [6].*

Разрешая конфликты, пытайтесь понять точку зрения каждой стороны. При активной деятельности конфликты неизбежны, более того – они часто полезны для выработки максимально объективного подхода. Важно распознать и погасить конфликт в рамках корректных производственных отношений, ни в коем случае не переводя его в личностную плоскость.

Лидер должен заботиться не только об эффективности трудовых процессов, но и об атмосфере в команде. Психологи давно установили, что поощрения более эффективны при управлении персоналом, нежели наказания. Так, автор теории психологии общения,

знаменитый американский писатель Дейл Карнеги считал, что политика правильного управления начинается с морального поощрения.

Коучинг и его принципы

В отношении своих последователей лидер активно применяет принципы коучинга. Профессиональный коучинг, включающий наводящее перефразирование, слушание, задавание вопросов, уточнение, помогает работнику изменить перспективу и увидеть новые подходы к достижению желаемой цели. Вышеописанные техники при-

СПРАВОЧНО

Коучинг (англ. coaching) – метод консалтинга и тренинга, в процессе которого человек, называемый «коуч», помогает обучающемуся достичь той или иной жизненной или профессиональной цели.



менимы почти в любой разновидности коучинга.

Всемирная ассоциация операторов АЭС определяет в руководящем документе ПЗКВ 2019-1, коучинг – это разъяснительно-воспитательное взаимодействие с целью побудить людей к правильным самостоятельным решениям и действиям. Этот метод не включает готовых ответов, а стимулирует обучаемого самостоятельно найти решение.

Американский бизнес-тренер, автор метода повышения личной и профессиональной эффективности Тимоти Голви отмечал: «Коучинг – это раскрытие потенциала человека с целью максимального повышения

его эффективности. Коучинг не учит, а помогает учиться» [7].

Применение техник коучинга позволяет устранить коренные причины ненадлежащего поведения работников и их профессиональных ошибок. В частности, ПЗКВ 2019-1 содержит следующие рекомендации для руководителей:

- чаще проводите время на рабочих местах со своим персоналом;
- завоейте уважение своих подчиненных;
- показывайте работникам, что вы цените их;
- вовлекайте персонал в наставнические беседы;
- не скупитесь на положительные оценки;
- подкрепляйте стандарты и ожидания (особенно это касается процедуры начала любых работ, когда необходимо «задать планку» в соответствии с самыми высокими стандартами);
- поощряйте использование инструментов предотвращения ошибок

и обеспечения качества работы персонала;

- прививайте эффективное использование процедур и обязательное следование им.

Закключение

В рамках процесса подготовки и повышения квалификации персонала специалисты учебно-тренировочного центра БелАЭС используют современные подходы к формированию у слушателей лидерских качеств, а также обучают применению принципов профессионального коучинга.

Учебный процесс носит векторный характер: обучаемые осваивают знания в рамках комплекса «Знания – Умения – Навыки – Отношения» (ЗУНО). На занятиях работники центра стараются сформировать у руководителей всех уровней понимание того, каким должен быть лидер, и подтолкнуть к следующему размышлению: «Вероятно, каждый из нас хочет, чтобы его начальник относился к нему именно так, как написано выше. Но всегда ли мы сами так поступаем со своими подчиненными?»

Анкеты обратной связи, которые заполняют как обучаемые, так и руководители, контролирующие ход учебных занятий, свидетельствуют о том, что темы «Культура безопасности», «Лидерство в атомной энергетике», «Инструменты предотвращения ошибок персонала» аудитории воспринимаются с большим интересом, а значит, можно с уверенностью утверждать: дефицит руководителей – подлинных лидеров нам не грозит.

Список литературы

1. Systematic Approach to Human Performance Improvement in Nuclear Power Plants: Training solutions [Electronic resource] // IAEA-TECDOC-1204-2001. – Mode of access: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1204_prn.pdf. – Data of access: 30.06.2022.
2. Петров, А. Колонка главного редактора [Электронный ресурс] / А. Петров // РЭА. – 2019. – № 8. – С. 3. – Режим доступа: <https://www.rosenergoatom.ru/upload/iblock/f24/f24a65cf365af5b21611912d4090792b.pdf>. – Дата доступа: 30.06.2022.
3. Руководство по радиационной защите при авариях ядерных реакторов [Электронный ресурс] / МАГАТЭ-1057-1998. – Режим доступа: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_0955r_web.pdf. – Дата доступа: 00.00.2022.
4. Analysis Phase of Systematic Approach to Training (SAT) for Nuclear Plant Personnel [Electronic resource] // IAEA-TECDOC-1170-2000. – Mode of access: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/055/31055541.pdf. – Data of access: 29.06.2022.
5. Губарев, В.С. Белый архипелаг Сталина / В.С. Губарев. – М.: Молодая гвардия, 2004. – 419 с.
6. Карнеги, Д. Как стать эффективным лидером / Д. Карнеги; пер. с англ. Г.И. Левитан. – Минск: Попурри, 2010. – 208 с.
7. Голви, Т. Работа как внутренняя игра. Раскрытие личного потенциала / Т. Голви. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 266 с.



В.А. ПРИЛЕПО,
заместитель главного инженера
РУП «Брестэнерго» по работе с персоналом

ПРАКТИКООРИЕНТИРОВАННОСТЬ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Практикоориентированность обучения – один из общих принципов организации образовательного процесса. Этот принцип формулируется как связь обучения с жизнью, теории – с практикой. При практикоориентированном подходе традиционная дидактическая триада «Знания – Умения – Навыки» дополняется новым элементом «Опыт деятельности», что позволяет сформировать у слушателей профессиональную компетентность. В статье рассматривается опыт Учебного центра подготовки персонала «Энергетик» РУП «Брестэнерго» по развитию компетенций работников.

Цели и принципы обучения персонала в энергетике

Система обучения персонала энергетических предприятий нацелена на постоянное развитие компетенций работников, что, в свою очередь, ведет к повышению эффективности работы предприятия, совершенствованию профессиональных навыков персонала, снижению рисков при управлении технологическими режимами энергообъектов и уровня производственного травматизма.

Для достижения этих целей обучение должно соответствовать следующим принципам:

- базироваться на потребностях как предприятия, так и самих обучаемых;
- иметь прикладной характер, быть максимально приближенным к реальной производственной практике;
- ориентироваться на систематизацию знаний обучаемого;
- слушатель должен быть мотивирован к обучению;
- получаемые знания должны быть востребованны;
- преподавательский состав должен обладать высокой квалификацией.

Использование этих принципов позволяет построить эффективную систему подготовки персонала (рис. 1).

Создание эффективной системы обучения в Учебном центре подготовки персонала «Энергетик» РУП «Брестэнерго» включает целый ряд процессов: подготовку учебных материалов, непосредственную передачу знаний, в том числе в ходе общения обучаемых между собой, тренировку и оттачивание навыков, оценку результатов обучения и др.

Чтобы учебная деятельность была результативной, необходимо опираться на сопутствующие ей психологические процессы: ощущение, восприятие, представление, воображение, мышление, память. Задействование всех видов анализаторов,

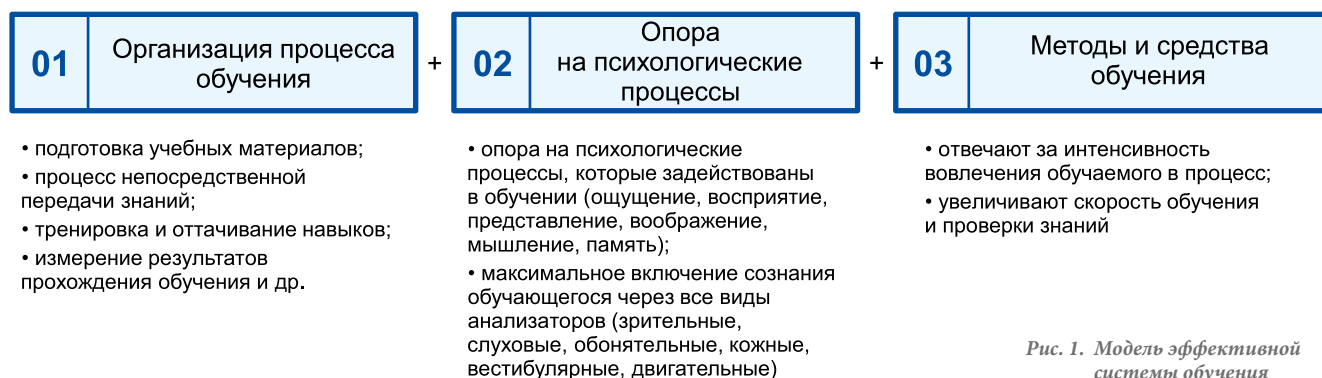


Рис. 1. Модель эффективной системы обучения

включая зрительные, слуховые, обонятельные, кожные, вестибулярные, двигательные, позволяет максимально активизировать сознание слушателя.

Интерактивные технологии в обучении

В обучении персонала применяются как традиционные методы, так и инновационные – с использованием информационных и коммуникационных технологий, создающих принципиально новые возможности для организации учебного процесса.

Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на скорость обучения, является интенсивность

последовательность правильных действий при ликвидации аварии.

В процессе обучения слушатели приобретают способность не только эффективно управлять процессом в известных ситуациях, но и формировать знания и навыки, необходимые для освоения новых технологических процессов и способов управления ими в нештатных ситуациях. Модель обучения строится на основе последовательного перевода обучаемого на более высокий уровень управления процессом, что способствует снижению аварийности, повышению надежности и экономической эффективности работы технологического оборудования.

Ежегодно по программам тренажерной подготовки в Учебном центре «Энергетик» проходят обучение более 250 работников оперативных и оперативно-ремонтных служб.

В рамках тренажерной подготовки в качестве активной формы обучения организуются выездные практические занятия, которые позволяют реализовать профессиональные

профессиональной компетенции оперативного персонала.

Для снятия усталости и эмоционального напряжения в процессе работы с тренажером предусмотрено проведение групповых сеансов психоэмоциональной разгрузки с использованием различных методов восстановления работоспособности. Слушатели осваивают приемы нервно-мышечной релаксации и саморегуляции. Показателями эффективности психоэмоциональной разгрузки являются увеличение объема памяти, улучшение характеристик переключения и распределения внимания, повышение оперативности при принятии решений и выполнении заданий.

Ежегодно в Учебном центре обучаются более 3 тыс. человек. Примерно 10 % из них проходят тренажерную подготовку.

В ходе отработки навыков с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности задействованы в основном зрение, слух, осязание. Между тем для энергетика не менее важны тактильные и вестибулярные ощущения, поскольку ему приходится выполнять работы с подъемом на опору, в неудобной позе и т.п. Поэтому важным элементом подготовки и повышения квалификации персонала являются практические занятия, в том числе на учебно-тренировочном полигоне.

Практическое закрепление знаний на полигоне

В рамках реализации программы повышения квалификации и переподготовки рабочих в Учебном центре «Энергетик», помимо практических занятий, 40 учебных часов отведено на производственное обучение, которое проводится на учебно-тренировочном полигоне РУП «Брестэнерго», предназначенном для практического закрепления знаний.

Обучение на полигоне – это возможность максимально приблизить учебный процесс к производственным реалиям. При этом можно многократно повторять различные ситуации, изменять условия работы, контролировать ход обучения. Оборудование полигона позволяет обучать электромонтеров, задей-

вовлечения обучаемого в процесс. И здесь без интерактивных технологий не обойтись. Оптимальным решением является тренажерная подготовка, позволяющая в режиме моделирования реальных условий работы на базе типовых сценариев развития ситуаций в энергосистеме проверить квалификацию обучаемого, выявить его слабые и сильные стороны, а также отработать профессиональные навыки. Тренировка на моделях, имитирующих поведение объекта управления, особенно актуальна при обучении оперативного персонала энергетических объектов.

Так, с помощью тренажеров моделируются аварийные ситуации и изучаются методы их устранения. Обучаемым предоставляется возможность многократного повторения операций, пока не будет отработана

знания при обслуживании современного оборудования. Акцент делается на познавательной активности обучающегося и формировании системного мышления при решении производственных задач.

Выездные занятия дают возможность закрепить и углубить приобретенные знания, изучить передовой опыт, получить консультацию по установленному оборудованию, устройствам РЗиПА, режимам работы оборудования ПС, а также информацию об инцидентах и авариях на ПС, сформировать готовность к участию в тренировках. В результате выездных практических занятий быстрее проходит процесс адаптации обучающихся к схемам ПС, отличным от обслуживаемых при повседневной работе в РЭС. Таким образом, эта форма обучения нацелена на комплексное развитие



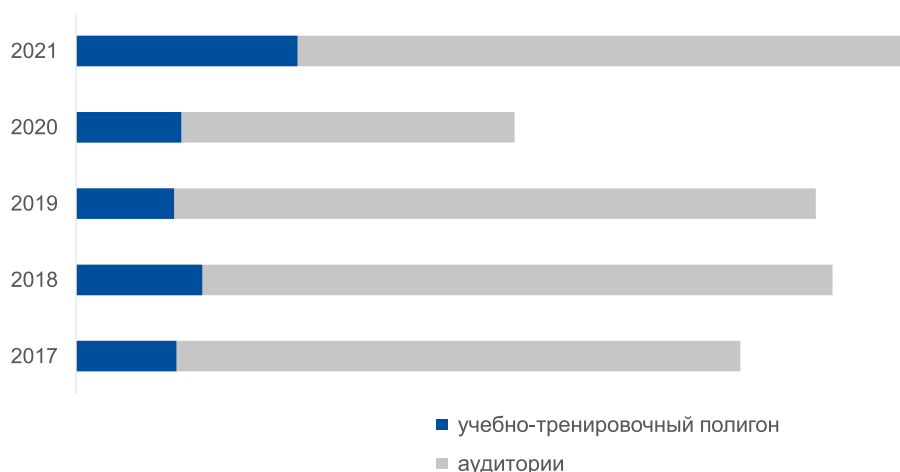


Рис. 2. Динамика использования учебно-тренировочного полигона в обучении персонала в 2017–2021 годах

ствованных в обслуживании электрических сетей (электромонтер по эксплуатации распределительных сетей, ОВБ, по ремонту ВЛ, по обслуживанию ПС и др.), персонал электроснабжающих подразделений (контролер энергоснабжающей организации, электромонтер по эксплуатации электросчетчиков), а также организовать практические занятия по изучению нового оборудования для руководителей и специалистов РУП «Брестэнерго».

Для отработки практических навыков и повышения профессиональной компетентности на полигоне предусмотрены тренировки по основным видам работ, выполняемых слушателями в рамках их профессиональных обязанностей:

- установка и снятие переносного заземления на ВЛ 10 кВ с земли без подъема на опору при подготовке рабочего места;
- установка и снятие переносного заземления на ВЛ 10 кВ с подъемом на железобетонную опору на лазах при подготовке рабочего места;
- выполнение ремонта электрооборудования в ТП 10/0,4 кВ;
- замена предохранителя ПК-10 на КТП со снятием напряжения и др.

В процессе тренировки есть возможность до автоматизма отработать навыки работы в реальных погодных условиях (жара, мороз, дождь), визуальной оценки рабочего места и используемого инструмента, научиться адекватно воспринимать и правильно выполнять команды, запомнить положение тела и отточить движения при проведении работы.

Особое внимание в ходе занятий уделяется соблюдению требований безопасности.

Следует отметить, что доля использования учебно-тренировочного полигона в образовательном процессе с каждым годом растет (рис. 2).

Преимущества и недостатки интерактивного обучения

Использовать технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании необходимо, однако разработанный «вчера» концепт сегодня может быть уже не актуален. И каждый раз с появлением новых технологий неизбежно встает вопрос о целесообразности, а также о последствиях их использования.

Сильные стороны интерактивного обучения:

- создание для тренировок реалистичной среды, нахождение в которой в обычных условиях сопряжено с высоким риском для персонала или со значительными финансовыми затратами;
- предотвращение возможных рисков (если заранее смоделировать ситуацию, можно избежать потенциальной угрозы аварий, несчастных случаев и т.д.);
- снижение объема расходных материалов, необходимых для практического обучения;
- сокращение времени обучения и инструктажа, увеличение их эффективности благодаря наглядности и интерактивности информации,

большой вовлеченности участников в процесс.

Слабые стороны интерактивного обучения:

- технологические ограничения и несовершенство программного обеспечения (ПО);
- недостаток качественного контента;
- высокая стоимость разработки ПО и его обновлений;
- отсутствие квалифицированного персонала для разработки контента, адаптированного к конкретному производству;
- недостаточная изученность влияния дополненной и виртуальной реальности на психоэмоциональное состояние пользователя.

Технологии дополненной либо виртуальной реальности могут использоваться как часть образовательного процесса не только для обучения в области охраны труда, но и с целью повышения квалификации персонала.

Следует отметить, что применение технологии дополненной реальности не отменяет необходимости отработки практических навыков на полигоне. Согласно исследованиям психологов, у обучаемых может развиться привыкание к подсказкам системы. Это негативно влияет на готовность самостоятельно принимать решения и может привести к тому, что работник не сумеет на практике выполнить необходимые действия. Поэтому основной акцент в обучении персонала Брестской энергосистемы делается на отработке навыков в условиях учебно-тренировочного полигона.

В целях повышения уровня подготовки персонала учебный класс и натурный тренажер полигона оснащены оборудованием для обучения работам под напряжением, новыми установками для практических занятий и обучения персонала бытовых подразделений электрических сетей. Обновление и модернизация натуральных тренажеров позволили увеличить количество тренировок, организовать занятия по формированию дополнительных навыков, сопутствующих основной профессии (обучение работам из люльки МПРП и др.) и практической отработке действий персонала при ликвидации аварийных ситуаций.

СТАНДАРТ КОМПЕТЕНТНОСТИ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

В.И. НАЙДЕНОВА, заместитель директора по развитию ООО «Норм Сервис»,
И.В. ВАСИЛЕВСКИЙ, директор ООО «СМЦентрГарант»,
И.С. МАРЫСКИН, главный инженер ООО «ДИЭнергоПлюс»

С 1 апреля введен в действие государственный стандарт СТБ 2602-2021 «Лаборатории измерительные. Общие требования компетентности». В его разработке принимали участие специалисты Белорусского государственного института метрологии (БелГИМ), Белорусского государственного центра аккредитации (БГЦА), Государственного учреждения «Государственный энергетический и газовый надзор», представители предприятий и бизнеса.

В соответствии с международной практикой и национальным законодательством для подтверждения компетентности лабораторий, осуществляющих работы по оценке соответствия техническим требованиям, органом по аккредитации (БГЦА) применяются критерии, установленные международным стандартом ISO/IEC 17025-2017 (в Республике Беларусь – ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»).

Однако эти требования зачастую являются избыточными для измерительных лабораторий, не осуществляющих работы по оценке соответствия техническим требованиям и выполняющих измерения только на рынке республики либо в рамках своего предприятия. Ведь в этих случаях не требуется признания результатов измерений на рынках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) или Европейского союза (ЕС).

В целях либерализации подходов к оценке компетентности таких лабораторий в Беларуси введен в действие государственный стандарт СТБ 2602-2021 «Лаборатории измерительные. Общие требования компетентности».

Область применения

Концепция нового стандарта основывается на согласованной позиции заинтересованных сторон, вовлеченных в процесс оценки компетентности измерительных лабораторий. СТБ 2602 интерпретирует положения ГОСТ ISO/IEC 17025 применительно к измерительным лабораториям с учетом действующего законодательства Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений и иного законодательства в различных сферах измерений.

Новый стандарт распространяется на все организации, выполняющие измерения, исследования, испытания (за исключением испытаний, связанных с оценкой соответствия техническим требованиям согласно законодательным актам в этой области), диагностирование, контроль и другие виды проверки продукции или любого объекта в социально значимых сферах жизнедеятельности общества.

В стандарте установлены основополагающие требования к компетентности субъектов, выполняющих измерения любого вида продукции или другого объекта, основанные

на действующем законодательстве Республики Беларусь. Данные требования (критерии) могут быть использованы субъектами при выполнении работ, связанных с:

- контролем объекта измерений в лаборатории неразрушающего контроля;
- измерениями в ходе технологического процесса производства;
- электрофизическими измерениями и испытаниями электроустановок;
- контролем параметров при монтаже волоконно-оптических линий связи;
- исследованиями продукции при ее разработке и поставке на производство;
- измерениями в области охраны труда при выполнении исследований рабочих мест операторов;
- другими измерениями, выполняемыми на соответствие национальному законодательству.

СТБ 2602 применяется органом по аккредитации или заказчиками услуг измерительных лабораторий при оценке или признании компетентности данных лабораторий, а также регулирующими органами – при установлении требований к измерительной деятельности, находящейся в рамках их компетенции.

Вместе с тем необходимо отметить, что требования стандарта не распространяются на испытательные лаборатории, осуществляющие работы по оценке соответствия техническим требованиям согласно законодательным актам в этой области, а также на случаи, когда национальным законодательством либо международными соглашениями предусмотрена аккредитация лаборатории на соответствие требованиям ISO/IEC 17025:2017.

Основные новации стандарта

Управление измерительной деятельностью. Применение СТБ 2602 в практике измерительных лабораторий будет способствовать упрощению документооборота, оптимизации системы управления измерительной деятельностью, поддержанию компетентности и обеспечению качества результатов измерений с учетом соблюдения технических требований к помещениям, оборудованию, персоналу, условиям окружающей среды и достоверности результатов измерений.

В СТБ 2602 применены более адаптированные к условиям функционирования лабораторий подходы к системе управления измерительной деятельностью. Это позволит лабораториям выбирать между разработкой и внедрением системы менеджмента качества или применением процедур управления измерительной деятельностью. Такой подход ориентирован прежде всего на измерительные лаборатории с малым количеством штатных сотрудников, поскольку высвобождает ресурсы лаборатории для поддержания технической компетентности и исключает формальный подход к управлению измерительной деятельностью.

Установление метрологической прослеживаемости. Наряду с калибровкой средств измерений и применением сертифицированных стандартных образцов или референтных методик (методов) измерений установление метрологической прослеживаемости обеспечивается посредством поверки средств измерений. Таким образом исключается необходимость дублирования процедур метрологической оценки (поверки и калибровки) в отношении одного и того же средства измерений, предназначенного для применения в сфере законодательной метрологии.

Применение методик (методов) измерений. В СТБ 2602 предусмотрена возможность применения методик (методов) измерений:

- установленных актом законодательства (международным, межгосударственным или другим региональным стандартом, локальным правовым актом);
- входящих в состав технической, эксплуатационной документации на измерительное оборудование;
- описанных в отдельных разделах указанных документов или разработанных в виде отдельных документов. При этом четко определено, в каком случае методика (метод), разработанная в виде отдельного документа (методика измерений, методика выполнения измерений и т.п.), подлежит аттестации со ссылкой на соответствующее законодательство.

Установлена также возможность применения эксплуатационной документации на измерительное оборудование для прямых измерений без проведения дополнительных процедур метрологической оценки.

Представление результатов измерений и принятие решения по результатам. С учетом предложений метрологических служб предприятий в СТБ 2602 четко регламентировано, каким образом должно осуществляться представление результатов измерений и их сопровождение характеристиками погрешности или неопределенности. Выбор между этими характеристиками зависит от методик (методов) измерений, применяемых измерительными лабораториями, или от требований правовых актов, на соответствие которым проводятся измерения.

Новый стандарт исключает необходимость для каждой измерительной лаборатории самостоятельно разрабатывать правила принятия решения. При формировании заключений по результатам измерений в общем случае предлагается сравнивать результаты с нормативными значениями, определенными в правовых актах, на соответствие которым проводятся измерения, если иное не установлено правовым актом или методикой (методом) измерений.

Таким образом, чтобы не ошибиться с выбором способа формирования заключений, лаборатории необходимо внимательно изучить требования к представлению результатов измерений и принятию решения по результатам, установ-

ленные соответствующими правовыми актами или методиками (методами) измерений.

Следует также обратить внимание на то, что согласно Закону Республики Беларусь от 05.09.1995 № 3848-XII «Об обеспечении единства измерений» (в редакции Закона Республики Беларусь 11.11.2019 года № 254-З «Об изменении Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений»)) методики (методы) измерений, оформленные в виде отдельного документа и предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, разрабатываются в соответствии с требованиями постановления Госстандарта от 23.04.2021 г. № 44 «Об утверждении Правил разработки и применения методик (методов) измерений». Это постановление допускает использование в качестве характеристик методики (метода) измерений как неопределенность результатов измерений, так и погрешность измерений, а также иные показатели точности. Поэтому при разработке или пересмотре собственных методик (методов) лаборатория должна выбирать приемлемые варианты представления результатов измерений с учетом установленных в конкретной методике (методе) показателей точности.

Приведем пример, демонстрирующий особенности представления результатов измерений.

При измерении сопротивления изоляции пятижильного силового кабеля в протокол измерений должны быть внесены результаты 10 измерений. При этом в соответствии с требованиями п. 3 ст. 18 Закона «Об обеспечении единства измерений» все эти результаты должны содержать характеристики погрешности или неопределенности. Если измерительная лаборатория аккредитована на соответствие ГОСТ ISO/IEC 17025, то в большинстве случаев в методиках измерений в качестве показателя точности используется неопределенность (указывается в разделе «Точность измерений»). Это связано с правилами принятия решений, которые в таких лабораториях устанавливаются с учетом документов Международной ассоциации по аккредитации лабораторий – ILAC (например, ILAC-G8:09/2019 «Руководящие указания по правилам принятия решений и заявлениям о соответствии»). При этом в разделе «Форма представления результатов измерений» установлено, что результат должен быть представлен как среднее значение измеряемой величины плюс-минус значение приписанной расширенной неопределенности. Поэтому в протоколе измерений к каждому результату измерений необходимо приписывать значение расширенной неопределенности, рассчитанной по той же методике.

Таким образом, чтобы представить результаты измерений сопротивления изоляции одного пятижильного силового кабеля в соответствии с требованиями п. 3 ст. 18 Закона «Об обеспечении единства измерений», ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и указаниями методик (методов) измерений, необходимо выполнить от 30 до 100 измерений (в зависимости от условий, описанных в методике) с подачей испытательного напряжения 2500 В в течение одной минуты. Очевидно, что в такой ситуации объект измерений (кабельная линия) подвергается избыточной нагрузке, а персонал лаборатории несет большие затраты времени. Да и не каждый заказчик согласится подвергать свои сети и электрооборудование подобным испытаниям.

Стандарт СТБ 2602 предусматривает использование наряду с неопределенностью иных характеристик точности измерений, установленных законодательством Республики

Беларусь. Так, в описанной выше ситуации можно выполнить то количество измерений, которое требует эксплуатационная документация или методика измерений (одно или три, после чего выбрать худший результат или посчитать средний). При этом необходимо дать ссылку в протоколе на применяемое средство измерений с указанием его погрешности (класса точности) или на методику. При ссылке на методику в разделе «Точность измерений» обязательно должна быть указана погрешность. Важно также соблюдать требования данной методики к представлению результатов измерений.

Технические записи по результатам измерений. Первичные рабочие записи, оформляемые непосредственно при выполнении измерений, допускается не сохранять в том случае, если вся аналогичная информация включена в отчет об измерениях (то есть если содержание отчета в достаточной мере обеспечивает возможность повторного проведения измерений в условиях, максимально приближенных к первоначальным). В случае же, когда первичные рабочие записи по содержанию шире, чем отчет об измерениях, то такие записи подлежат сохранению.

Системы обеспечения достоверности результатов измерений. Следует акцентировать внимание измерительных лабораторий на том, что любой стандарт, устанавливающий требования к компетентности (будь то ГОСТ ISO/IEC 17025 для испытательных и калибровочных лабораторий, СТБ 2542-2021 для поверочных лабораторий или СТБ 2602), определяет, что измерительная лаборатория должна иметь систему обеспечения достоверности результатов. По сути, с технической и организационной точек зрения для лабораторий ничего не изменилось. Однако стоит отметить, что в СТБ 2602 включены требования по участию в сличении результатов измерений. В частности, определен порядок выбора программ сличений и организаторов их проведения в полном соответствии с законодательством по обеспечению единства измерений. Кроме того, при участии в сличениях результатов измерений лаборатории получают независимую оценку своего функционирования в целом, а также заключение о подтверждении достоверности своих результатов измерений. В этом случае решается более широкий круг задач, чем при участии в проверке квалификации.

В отличие от ГОСТ ISO/IEC 17025 в СТБ 2602 не предусмотрена обязательная статистическая обработка результатов внутрилабораторного контроля. При этом установлена возможность применения альтернативных мероприятий по обеспечению достоверности измерений в рамках внутреннего контроля качества, например, проведения анализа полученных данных или наблюдения за выполнением измерений.

Преимущества перехода к новому стандарту

Следует отметить, что новый стандарт СТБ 2602 устранил ряд противоречий ГОСТ ISO/IEC 17025 с национальным законодательством.

Например, исключено требование об обязательности постоянной оценки лабораторией услуг своих поставщиков независимо от их статуса. Зачастую это организации государственной метрологической службы, национальные институты в области стандартизации или метрологии и т.п. Устанавливать для них критерии и выполнять оценку их услуг со стороны лаборатории некорректно.

Исключена необходимость разработки и реализации лабораториями ряда процедур, предусмотренных ГОСТ ISO/IEC 17025, в которых, по мнению разработчиков стандарта, нет необходимости, например:

- обязательная оценка и управление рисками;
- разработка правил принятия решения;
- верификация и валидация методов;
- процедуры по рассмотрению запросов, тендеров и договоров;
- реализация различных специальных требований к отчетам об испытаниях, представлению заключений о соответствии, мнений и интерпретаций и т.п.

Отметим, что выбор в отношении применения требований компетентности, установленных международным или национальным стандартом, остается за самой измерительной лабораторией. Принимая решение о переходе на СТБ 2602, измерительная лаборатория должна читать требования заказчика, регулирующего органа, а также необходимость признания результатов измерений в рамках международного и регионального сотрудничества.

Проведенный анализ двух стандартов свидетельствует, что в СТБ 2602 исключены противоречия между требованиями компетентности измерительных лабораторий и требованиями законодательства Республики Беларусь. Ввод в действие нового стандарта позволяет уменьшить нагрузку на измерительные лаборатории, связанную с дополнительными затратами на:

- получение массива данных в целях их статистической обработки;
- обработку и представление результатов измерений;
- поддержание громоздкой системы управления измерительной деятельностью.

Как следствие, снизится финансовая нагрузка на субъекты реального сектора экономики, которые являются заказчиками услуг по измерениям.

Государственное производственное объединение электроэнергетики «Белэнерго»

ENERGODOC.BY

полнотекстовая база нормативных документов в сфере электроэнергетики,
действующих в Республике Беларусь

ИЗМЕНИЛИСЬ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ВЛ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАВЕДЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Д.В. КОВАЛЕВ,
заместитель генерального директора по оперативной работе –
главный диспетчер ГПО «Белэнерго»

В статье рассмотрены изменения, внесенные в подраздел 7.15.3 «Работы на воздушных линиях под наведенным напряжением, на одной воздушной цепи многоцепной воздушной линии электропередачи» обновленного ТКП 427-2022 «Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации», введенного в действие с 1 июля 2022 года постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 09.03.2022 № 10.

Актуальность выработки современных подходов к эксплуатации ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, обусловлена необходимостью повышения безопасности работ на таких объектах, а также оптимизации проведения ремонтных кампаний в электросетях. Практически все действующие ВЛ системообразующей сети находятся под наведенным напряжением, при этом многие из них проходят по территории двух и даже трех энергоснабжающих организаций. В связи с этим возрастает целесообразность внедрения технических решений, позволяющих совмещать работы на ВЛ, выполняемые одновременно на нескольких участках, с работами на подстанционном оборудовании. При таком подходе сокращается суммарная продолжительность времени отключения оборудования, снижается отрицательный эффект от увеличения технологического расхода электроэнергии на ее транспорт в ремонтной схеме и повышается надежность работы сетевого комплекса энергосистемы.

В соответствии с определением, данным в новой редакции ТКП 427, ВЛ под наведенным напряжением – это воздушная линия электропередачи и воздушная линия связи, которые проходят по всей длине или на отдельных участках общей длиной не менее 2 км на расстоянии от оси другой воздушной линии электропередачи напряжением 110 кВ и выше и (или) линии контактной сети электрифицированной железной дороги:

- для контактной сети электрифицированной железной дороги – 50 м и менее;
- для ВЛ 110 кВ – 100 м и менее;
- для ВЛ 220 кВ – 150 м и менее;
- для ВЛ 330 кВ – 200 м и менее;
- для ВЛ 750 кВ – 250 м и менее.

Поскольку в Республике Беларусь достаточно протяженная сеть ВЛ 110–330 кВ, организация ремонтных работ на таких линиях должна осуществляться с учетом наличия наведенного напряжения, превышающего регламентированный безопасный уровень в 25 В.

С целью обеспечения безопасного выполнения работ эксплуатирующие организации должны составлять перечни ВЛ, находящихся под наведенным напряжением. Эти перечни должны быть доведены до сведения всего персонала, участвующего в технической эксплуатации и диспетчерском управлении данными линиями.

Необходимо также классифицировать ВЛ по степени опасности наведенного напряжения. С этой целью на отключенной и заземленной с обоих концов ВЛ определяется уровень наведенного напряжения при передаче по влияющим ВЛ наибольшей мощности. Если максимальная величина показателя по всей длине ВЛ не превышает 25 В, линия относится к категории ВЛ с безопасным действием наведенного напряжения, в противном случае – к категории ВЛ с опасным действием наведенного напряжения.

Величина наведенного напряжения определяется расчетным или экспериментальным путем с приведением к длительно допустимым токам всех влияющих ВЛ. Данный подход основан на том, что на транзитной ЛЭП уровень нагрузки может изменяться в широких пределах, вплоть до длительно допустимых токовых нагрузок соответствующего оборудования. Более того, направление перетока мощности по конкретной ВЛ может изменяться на противоположное мгновенно – при проведении переключений или незапланированном отключении одного или нескольких влияющих на потокораспределение элементов сети.

Величина длительно допустимого тока устанавливается эксплуатирующей организацией с учетом пропускной способности проводов ВЛ, ограничений по допустимым токам подстанционного оборудования и других факторов. На основании произведенных расчетов в перечне отдельно выделяются ВЛ, уровень наведенного напряжения которых превышает 25 В. Согласно требованиям ТКП 427 работы на таких линиях должны производиться после выполнения специальных защитных технических мероприятий.

Редакцией ТКП 427-2012 предусматривалось, что в случаях, когда на отключенной ВЛ (цепи ВЛ), находящейся

под наведенным напряжением, не удастся уменьшить величину наведенного напряжения до уровня, не превышающего 25 В, работы необходимо выполнять:

- на линиях напряжением 0,4–10 кВ – с заземлением проводов с двух сторон от места работ, при этом расстояние между заземлениями должно быть не более 100 м;
- на линиях напряжением выше 10 кВ – с заземлением проводов только на одной опоре или двух смежных опорах. При этом заземлять ВЛ (цепь) в РУ запрещалось. Допускалась работа бригады только на опорах, на которых установлены заземления, и в пролете между ними; при необходимости проведения работы в двух и более пролетах (участках) ВЛ – разделение цепи на электрически не связанные участки путем разъединения петель на анкерных опорах. На каждом из таких участков у мест установки заземлений могла работать только одна бригада.

В связи с этим возникали следующие проблемные ситуации:

- сложность реализации графика ремонтов. Так как ремонт на линиях мог выполняться только одной бригадой и в одном месте, увеличивалось время ремонтной кампании и зачастую приходилось производить работы в неблагоприятные периоды года (осенне-зимний период), а также в выходные и праздничные дни;
- снижение надежности электроснабжения отдельных узлов нагрузки и устойчивости работы отдельных частей энергосистемы из-за длительного нахождения линий в ремонте. Следствием могло стать нарушение электроснабжения потребителей;
- периодическая перегрузка оставшихся в работе ВЛ при отключении транзитных линий. Это приводило к снижению пропускной способности межгосударственных сечений и экспортно-импортного потенциала Белорусской энергосистемы;
- вынужденное снижение мощности электростанций при отключении линий, по которым идет выдача мощности от станции, и, соответственно, снижение экономичности работы как самой станции, так и энергосистемы в целом;
- увеличение количества производимых оперативных переключений из-за неоднократного вывода линий в ремонт для завершения работ;
- рост материальных затрат на проведение ремонтных работ вследствие длительного времени использования техники и механизмов.

В новой редакции ТКП 427 определены специальные защитные технические мероприятия для обеспечения безо-

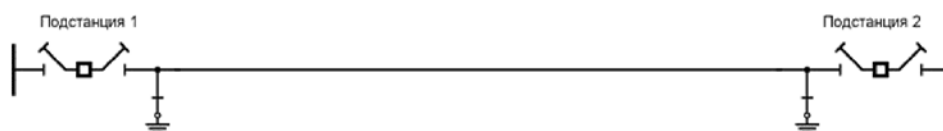


Рис. 1. ВЛ заземлена в начале и конце на подстанционное заземление

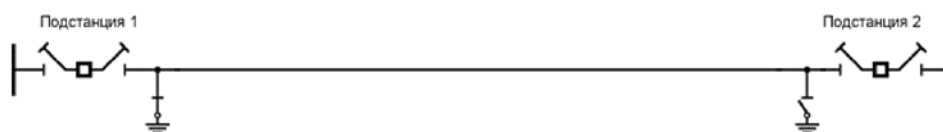


Рис. 2. ВЛ на одном конце разземлена, на другом – заземлена на подстанционное заземление

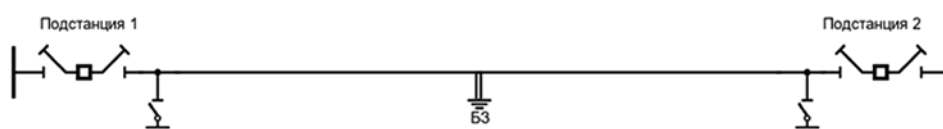


Рис. 3. ВЛ разземлена в начале и конце и заземлена на базовое заземление

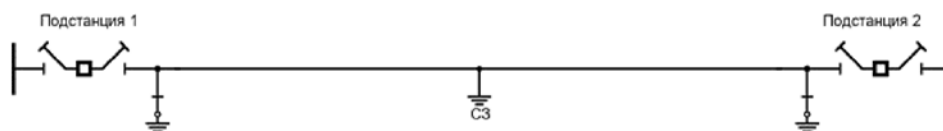


Рис. 4. ВЛ заземлена в начале и конце на подстанционное заземление и в одном или нескольких местах линии – на специальное заземление

пасности работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением. В частности, прописано требование о разработке специализированными организациями инструкций по подготовке рабочих мест и допуску к работам на ВЛ под наведенным напряжением. На основании этих инструкций эксплуатирующие организации утверждают для каждой ВЛ перечень схем заземлений, разрешенных к применению. Схемы должны обеспечивать снижение уровня наведенного напряжения до величины не выше 25 В на всей ВЛ или на отдельных ее участках.

Как правило, в данных случаях применяются типовые схемы заземления, представленные в приложении К (рис. 1–4).

Требования к схемам заземления предусматриваются в инструкциях по подготовке рабочих мест и допуску к работам под наведенным напряжением. Используются следующие виды заземления:

- базовое (БЗ) – применяется для заземления ВЛ при разземлении ее в РУ и выполняется присоединением проводов всех фаз ВЛ к заземляющему устройству (ЗУ) опоры с помощью двух параллельных переносных заземлений для каждой фазы;
- дополнительное (ДЗ) – применяется при работах на линейном разъединителе станций (подстанций) и выполняется присоединением проводов фаз ВЛ в РУ станций (подстанций) к заземленным металлическим элементам оборудования с помощью переносного заземления, состоящего из двух параллельных переносных заземлений для каждой фазы;

- линейное (ЛЗ) – используется для заземления рабочего места и выполняется присоединением проводов фазы, фаз, троса, на которых производятся работы, к ЗУ (контуру заземления опоры или групповому инвентарному заземлителю) с помощью переносного заземления;

- подстанционное (ПЗ) – используется для заземления концов ВЛ и выполняется присоединением фаз ВЛ к ЗУ станции (подстанции) путем включения заземляющих ножей линейного разъединителя в сторону ВЛ;

- специальное (СЗ) – применяется для снижения уровня наведенного напряжения до безопасной величины на ВЛ, заземленной с обоих концов, или на ее отдельных участках и выполняется присоединением всех фаз ВЛ с помощью переносного заземления к ЗУ опоры, место которой и величина сопротивления заземлителя определены конкретно для каждой ВЛ.

В большинстве случаев применение данных схем заземления позволяет исключить отрицательные моменты, описанные выше, и более рационально использовать время и материальные ресурсы при выполнении ремонтных работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением.

Все виды работ, связанные с возможным прикосновением к проводам (грозотросу) ВЛ и ВЛС, указанных в перечне, могут проводиться без применения основных электрозащитных средств только после выполнения технических мероприятий по снижению уровня наведенного напряжения до уровня, не превышающего 25 В.

Работы должны выполняться согласно технологическим картам или ППР. Технологическая карта может быть самостоятельным документом при наличии в ней требований безопасности к работам под наведенным напряжением, установленных разделом. В случае их отсутствия технологическая карта включается в состав ППР, в котором данные требования предусматриваются в обязательном порядке.

В новой редакции ТКП 427 приведены также требования к персоналу. Так, лица, допущенные к работам под наведенным напряжением, должны иметь группу по электробезопасности не ниже III и запись о допуске к проведению специальных работ в соответствии с требованием п. 4.2.7 ТКП. Для управления грузоподъемными машинами, механизмами при выполнении работ под наведенным напряжением допускается привлечение персонала с группой по электробезопасности не ниже II. При выполнении работ на ВЛ под наведенным напряжением в наряде-допуске указывается категория работ «Под наведенным напряжением».

Специальные и базовые заземления устанавливаются и снимаются по отдельным нарядам-допускам с соблюдением требований по конструктивному исполнению, местам установки и схемам заземлений в РУ.

Следует отметить, что в правилах сохранилось положение о возможности выполнения работ на ВЛ при отсутствии утвержденных схем заземлений или невозможности их применения, а также в случае, если на любой отключенной ВЛ, указанной в перечнях, не определен уровень наведенного напряжения либо отсутствует техническая возможность выполнить заземление во всех РУ (обрывы проводов, виды работ, связанные с разрезанием проводов и т.п.). В таких ситуациях устанавливается заземление на рабочем месте на одной опоре или двух смежных пролетах (соседних опорах от места работ). При этом заземлять ВЛ (цепь) в РУ или у секцион-

рующих аппаратов запрещается. Заземление на рабочем месте должно состоять из двух параллельных переносных заземлений, присоединенных к ЗУ опоры или групповому инвентарному заземлителю. На период установки и снятия таких заземлений необходимо уменьшить уровень наведенного напряжения, сняв его статическую составляющую одним из следующих способов:

- предварительным заземлением ВЛ в одном из РУ. При этом установка и снятие заземлений на рабочем месте выполняются по отдельным нарядам-допускам;

- поочередным временным заземлением провода каждой фазы (троса) с применением штанги с дугогасящим устройством. При этом заземляющий провод штанги должен быть предварительно присоединен к заземлителю, к которому присоединяется заземление проводов (тросов). Штанга может быть снята лишь после установки (или снятия) переносного заземления. Применение штанги с дугогасящим устройством указывается в наряде-допуске в строке «Отдельные указания».

Новая редакция ТКП 427 дополнена требованиями непосредственно к технологии установки заземлений и к заземляющим проводникам.

Заземления, применяемые для подготовки рабочего места, следует устанавливать в местах, где на них в процессе работы не может быть оказано механическое воздействие с нарушением их целостности. В ППР должны указываться мероприятия по обеспечению целостности заземлений. При работах, связанных с соединением или разрезанием шлейфов, запрещается установка заземлений на шлейфы анкерных опор ВЛ напряжением 220 кВ и ниже, а также на участки шлейфа между местом работы и первыми дистанционными распорками в шлейфе от места работы на ВЛ напряжением 330 кВ и выше (п. 7.15.3.1).

Кроме того, согласно пп. 7.15.3.15–7.15.3.18:

- при установке заземлений на металлических опорах следует присоединять спуски заземления к элементам опоры после проверки надежности присоединения выпуска контура заземления к нижним элементам опоры, при установке на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками – к выпуску контура заземления или части спуска, имеющим сварное соединение с выпуском контура заземления;

- при установке заземлений на железобетонных и деревянных опорах, не имеющих ЗУ, запрещается применять одиночный штыревой заземлитель, предусмотренный п. 6.4.3.10, перечисление в). Заземление необходимо присоединять к групповому заземлителю, состоящему не менее чем из трех вертикальных заземлителей с глубиной погружения не менее 0,5 м, забиваемых в грунт на расстоянии не менее 3 м друг от друга и соединяемых гибким медным проводником сечением не менее 25 мм²;

- при уравнивании потенциалов проводов, тросов, механизмов, заземляющих устройств запрещается применять легкоъемные подпружиненные зажимы. Уравнивание потенциалов осуществляются инвентарными заземлениями или шунтирующими перемычками, изготовленными согласно требованиям, предъявляемым к проводникам, контактам, зажимам соответствующим разделом ТКП 290, определяющим требования к заземлениям.

ОБ ОФОРМЛЕНИИ НАРЯДА-ДОПУСКА ДЛЯ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ В СООТВЕТСТВИИ С ТКП 427-2022

Д.М. ЛОСЕНКОВ, инженер

В связи с введением в действие с 1 июля технического кодекса установившейся практики ТКП 427-2022 «Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации» скорректирован порядок оформления наряда-допуска для работы в электроустановках. В статье рассматриваются основные изменения требований в этой части.

В новой редакции ТКП 427 форма наряда-допуска для работы в электроустановках и указания по ее заполнению, как и ранее, приведены в приложении А. Кроме того, ряд требований к порядку выполнения работ по наряду-допуску приводится в основном тексте ТКП.

Отметим следующие изменения, касающиеся заполнения формы наряда-допуска:

- из **таблицы А.1** «Меры по подготовке рабочих мест» исключен последний столбец «Выполнено (дата, время, подпись)», поскольку отметка о выполнении мер по подготовке рабочих мест проставляется на оборотной стороне наряда;
- в **таблице А.2** «Регистрация целевого инструктажа, проводимого выдающим наряд (руководителем структурного подразделения) (руководителю работ, производителю работ, наблюдающему)» скорректировано применение терминов;
- согласно изменениям в **таблице А.3** «Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работе» записи о выдаче разрешений на подготовку рабочих мест и на допуск к работе необходимо производить раздельно (в разных строках);
- прежняя таблица А.4 разделена на две – **таблицу А.4** «Регистрация целевого инструктажа при первичном допуске, проводимого допускающим» и **таблицу А.5** «Регистрация целевого инструктажа, проводимого при первичном допуске руководителем работ, производителем работ (наблюдающим)». Соответственно изменилась дальнейшая нумерация таблиц;
- наименование **таблицы А.6** изменено на «Ежедневный допуск к работе, перевод с одного рабочего места на другое, окончание работы»;
- форма наряда-допуска дополнена новой **таблицей А.8** «Регистрация целевого инструктажа, проводимого руководителем работ, производителем работ (наблюдающим) лицам, введенным в состав бригады».

Скорректированы также указания по заполнению наряда-допуска для работы в электроустановках. Отметим основные изменения.

Внесено дополнение в **п. А.2.1.2** – при использовании компьютерной техники для заполнения нарядов необходимо устанавливать размер шрифта не менее 10. Разъяснены также особенности оформления дополнительного бланка наряда-допуска в случае недостатка строк в таблицах

или тексте наряда – оформление таких пунктов, как целевой инструктаж при первичном допуске (в том числе выдающим наряд – руководителю (производителю) работ), ежедневный допуск, изменения в составе бригады и полное окончание работ, выполняется на основном бланке наряда, а при недостатке строк в таблицах А.4–А.6 записи разрешено продолжать на дополнительном бланке.

Пункт А.2.1.3 изложен в новой редакции – римские цифры используются при указании групп по электробезопасности. В остальных случаях (при указании даты, времени, диспетчерской нумерации оборудования и т.д.) используются арабские цифры.

Внесены уточнения в **п. А.2.2.4** – при выполнении работ с применением грузоподъемных кранов, мобильных подъемных рабочих платформ, бурильно-крановых машин и других механизмов в строке «с членами бригады» указывается, кто из членов бригады является водителем (трактористом, машинистом), стропальщиком, рабочим корзины мобильной подъемной рабочей платформы, а также тип машины или механизма, на которых он работает.

В случае, если выдающий наряд назначает дополнительное лицо, ответственное за безопасное производство работ с использованием грузоподъемных машин и механизмов, но не выполняющее обязанности руководителя работ, это должно быть отражено в строке «с членами бригады» и строке «Отдельные указания». При выполнении работ на электростанциях с применением грузоподъемных кранов мостового типа машиниста крана необходимо включать в состав бригады с оформлением таблицы А.7.

Отметим также, что требования **п. А.2.2.7.3** о порядке заполнения таблицы А.1 «Меры по подготовке рабочих мест» распространяются теперь на работы не только на воздушных, но и на кабельных линиях электропередачи. Кроме того, данный пункт дополнен новым требованием – при изменении места работ на воздушной линии с необходимостью изменения места установки защитного заземления на рабочем месте разрешение на перестановку должно быть указано в строке «Отдельные указания» и отражено в таблице А.6 как перевод на другое рабочее место.

Требования к заполнению строки «Отдельные указания» (**п. А.2.2.9**) существенно расширены. В частности, в эту строку вносятся следующие данные:

- необходимость применения и номера технологических карт, ППР, программ, методик и других технологических регламентов, по которым проводятся работы. Отметим, что аналогичное дополнение внесено в п. 4.4.7;

- дополнительные требования, обеспечивающие безопасность работающих (установка ограждений и предупреждающих знаков, использование сигнальных жилетов при работе на проезжей части, проверка воздуха в помещении на отсутствие водорода); информация о наличии оформленного дополнительного наряда-допуска на выполнение огневых, газоопасных работ, работ с применением грузоподъемных кранов; мероприятия по безопасному проведению газоопасных работ без оформления дополнительного наряда-допуска;

- этапы работы или отдельные операции, которые должны выполняться под непрерывным надзором и руководством руководителя работ;

- этапы работ и отдельные операции, которые должны выполняться под непрерывным наблюдением и руководством производителя работ, если руководитель работ не назначается;

- дополнительные требования безопасности при работе под наведенным напряжением, работах, выполняемых в пролетах пересечения с действующей воздушной линией, а также в охранной зоне воздушной линии параллельного следования;

- в случае оформления наряда наблюдающему – фамилия и инициалы работника – руководителя бригады, ответственного за технологию и безопасное выполнение работ;

- разрешение руководителю или производителю работ (наблюдающему) выполнять перевод на другое рабочее место и повторный допуск;

- разрешение руководителю работ (допускающему) включать электроустановку 0,4 кВ или ее часть (отдельные коммутационные аппараты 0,4 кВ) без разрешения или распоряжения дежурного персонала;

- разрешение допускающему или производителю работ на временное снятие заземлений (отключение стационарных заземляющих ножей);

- назначение лиц, ответственных за выполнение специальных работ;

- указание о том, что воздушная линия электропередачи или связи находится в зоне влияния наведенного напряжения от другой действующей воздушной линии (с указанием номера схемы заземления); пересечения с другими воздушными линиями, воздушными линиями связи, радиолниями, которые входят в зону работ и находятся под напряжением;

- дополнительные требования по охране труда при работах в зоне влияния электрического поля;

- указание допускающему и производителю работ о необходимости выполнения прокола кабеля во время подготовки рабочего места (перед допуском к работе). В случае совмещения производителем работ обязанностей допускающего наблюдение осуществляет руководитель работ;

- назначение работника, ответственного за безопасное выполнение работ при применении специальных механизмов (кранов, гидравлических подъемников, мобильных подъемных рабочих платформ, бурильно-крановых машин, механизмов для расчистки просек и других механизмов, в том числе указанных в п. 3.9);

- номера опор, на которые запрещен подъем из-за протекания по ним тока замыкания на землю, подвергшихся механическому воздействию; необходимость раскрепления опор;

- необходимость применения страхующих канатов;

- наличие или отсутствие подземных инженерных сооружений при производстве земляных работ;

- разрешение на включение силовых цепей привода для производства наладки и регулировки коммутационного аппарата;

- необходимость проверки расцепленного положения полумуфт вращающихся механизмов;

- необходимость проверки закрытия (без перечисления номеров) запорной арматуры на трубопроводах охлаждающей воды, направляющих аппаратов вращающихся механизмов;

- технологические особенности работ и меры по охране труда при ремонтах оборудования (например: «При первом опробовании воздушного выключателя члены бригады должны быть удалены от него не менее чем на 50 м»), если эти сведения не внесены в ППР и технологическую карту;

- порядок работы членов бригады, если по условиям работы они должны находиться в разных помещениях: закрытых и открытых распределительных устройствах, кабельных помещениях, на главном щите управления и т.п.;

- указание наблюдающему о необходимости осуществления повторного допуска к работе сторонней организации в случае выполнения работ согласно п. 8.2.2.8.

Отметим также, что в п. 7.4.3 подраздела «Электродвигатели» сохраняется требование о том, что перед допуском к работам на электродвигателях, способных к вращению за счет соединенных с ними механизмов (дымососов, вентиляторов, насосов и др.), штурвалы запорной арматуры (задвижек, вентилей, шиберов и т.п.) должны быть заперты на замок. Кроме того, следует принять меры по затормаживанию роторов электродвигателей или расцеплению соединительных муфт. При этом в новой редакции ТКП изменен порядок оформления такой работы – необходимые операции с запорной арматурой должны быть указаны в строке наряда «Отдельные указания» (ранее требовалась запись в оперативном журнале) и выполнены персоналом технологического подразделения, в котором эксплуатируется электродвигатель.

В п. А.2.2.10 уточнен порядок оформления целевого инструктажа – в случае выдачи наряда-допуска и проведения целевого инструктажа с помощью средств связи лицо, выдающее наряд-допуск, в таблице А.2 первого экземпляра наряда-допуска вместо подписи лица, получившего инструктаж, делает отметки «по телефону», «по радиосвязи» и т.д. Лицо, получившее инструктаж, делает аналогичную отметку в таблице А.2 остальных экземпляров наряда-допуска вместо подписи лица, проводившего инструктаж.

Дополнение внесено в п. А.2.3.4 – как и ранее, в таблице А.6 оформляются ежедневный допуск к работе и ее окончание, в том числе допуск при переводе на другое рабочее место. При этом повторный допуск к работе в последующие дни оформляется в таблице А.6 с указанием точного наименования рабочего места (диспетчерского наименования (обозначения) электроустановок, присоединений, оборудования) в соответствии со строкой наряда «Поручается».

Внесено также дополнение в п. А.2.3.6 – в таблице А.7 при вводе в бригаду и выводе из нее членов бригады в случае выполнения работ с применением грузоподъемных кранов, мобильных подъемных рабочих платформ, бурильно-кра-

новых машин и других механизмов помимо типа машины (механизма) необходимо указывать, кто из членов бригады является водителем (трактористом, машинистом).

В форме наряда-допуска появилась новая таблица А.8. В нее должны вноситься записи о проведении руководителем работ, производителем работ (наблюдающим) целевого инструктажа всех вновь вводимых членов бригады.

Как было отмечено выше, ряд требований к порядку выполнения работ по наряду-допуску содержится в основном тексте ТКП 427-2022. Из основных изменений в этой области выделим следующие.

В п. 4.4.10 уточнен порядок согласования работ при выполнении их в зоне действия другого наряда. Если ранее все виды работ должны были согласовываться с руководителем или производителем работ (если не назначен руководитель) ранее допущенной бригады, то в соответствии с новой редакцией ТКП согласование выполняется обеими сторонами. Согласование работ оформляется до подготовки рабочего места записью «Согласовано» на полях нарядов (возле таблицы А.3) с указанием номеров смежных нарядов-допусков, даты и времени согласования и подтверждается подписью и Ф.И.О. согласующих лиц друг у друга в нарядах (ранее требовались только запись «Согласовано» и подпись).

ТКП 427-2022, как и ранее, определяет перечень работ, при выполнении которых назначается руководитель работ (п. Г.1.5). При этом из перечня, установленного прежней редакцией ТКП, исключены работы в электроустановках со сложной схемой электрических соединений. Отметим, что необходимость назначения руководителя работ определяет лицо, выдающее наряд, которому разрешается назначать руководителя работ и при других работах, помимо указанных в перечне.

В общих требованиях к организации работ по наряду в ТКП 427-2022 приведено значительное количество отсылочных норм на порядок производства в электроустановках иных работ с повышенной опасностью (работ с применением грузоподъемных кранов, газоопасных, огневых работ). В этих случаях дополнительно оформляются наряды-допуски, предусмотренные требованиями соответствующих НПА:

- при выполнении в электроустановках работ с применением грузоподъемных кранов руководствуются требованиями Правил по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22 декабря 2018 года № 66;

- в случае проведения огневых работ на временных местах наряд-допуск оформляется по форме, предусмотренной Инструкцией о порядке оформления наряда-допуска на проведение огневых работ на временных местах, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 2 мая 2018 года № 29;

- при выполнении огневых или газоопасных работ, относящихся к перечню работ, выполняемых по наряду-допуску, дополнительный наряд-допуск оформляется согласно общим требованиям пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования, утвержденным Декретом Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 года № 7 «О развитии предпринимательства», и Правилам по обеспечению промышленной безопасности в области газоснаб-

жения Республики Беларусь, утвержденным постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 2 февраля 2009 года № 6.

При этом, как отмечено выше, информация о наличии оформленного дополнительного наряда-допуска на выполнение данных работ приводится в строке наряда «Отдельные указания».

Отметим также, что из ТКП 427-2022 исключена норма, ограничивающая сроки действия наряда-допуска и его продления 15 сутками, – в п. 5.2.1.5 установлено общее требование о том, что наряд выдается на срок, необходимый для выполнения работ. Если срок действия наряда истек, а работы не завершены, наряд может быть продлен на срок, необходимый для их завершения.

В подразделе «Перерывы в работе и ее окончание» уточнены требования к оформлению повторного допуска к работе в последующие дни на подготовленное рабочее место – он оформляется только в таблице А.6 наряда.

Отдельные изменения требований ТКП 427 в части выполнения работ по наряду представляются проблемными с точки зрения их практической реализации. Из числа таких изменений выделим следующие:

1) изменение состава лиц, ответственных за безопасное проведение работ, у которых хранится наряд-допуск после его выдачи (п. 5.2.1.3). Первый экземпляр должен находиться у лица, выдавшего наряд-допуск (ранее – у лица, выдающего разрешения на подготовку рабочего места и на допуск), второй – у руководителя работ (ранее – у производителя работ).

При этом:

- согласно п. 5.10.8 один экземпляр наряда остается у лица из числа постоянного оперативного персонала;
- согласно п. 4.4.10, п. Г.1.5 руководитель работ назначается не во всех случаях выполнения работ по наряду-допуску;
- согласно пп. 5.8.2, 5.10.1, 5.10.2, 5.10.6, 5.10.8 в процессе работы наряд должен находиться у производителя работ.

Принимая во внимание предложенные варианты хранения экземпляров нарядов-допусков, не совсем понятно, где должна находиться папка с действующими нарядами, наличие которой предусмотрено пп. 5.10.2 и 5.10.8 ТКП 427-2022;

2) уточнение в п. 5.10.10, согласно которому окончание работы по наряду или распоряжению после осмотра места работы должно быть оформлено оперативным персоналом (в прежней редакции ТКП 427 конкретно не указывалось, кем). Окончание работ, как и ранее, необходимо оформлять в соответствующей графе наряда, в журнале учета выдачи нарядов-допусков и распоряжений (в соответствии с приложением Д) и в оперативном журнале. Кроме того, появилось уточнение, что окончание работ может оформляться и в другой оперативной документации.

При этом:

- согласно п. 5.10.6 производитель работ должен оформить в наряде полное окончание работ за своей подписью;
- формой наряда-допуска для работы в электроустановках, установленной приложением А, предусматривается оформление завершения работ производителем (руководителем) работ.

Очевидно, что изменения, приводящие к затрудненной трактовке требований ТКП 427-2022, требуют дополнительного обсуждения.

ПЕРЕСМОТРЕНЫ ПРАВИЛА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

В.Ф. КУДРЯШОВ,

главный специалист технического отдела РУП «Белэнергопроект»

С 1 августа вступил в силу технический кодекс установившейся практики ТКП 385-2022 «Сети электрические распределительные сельские напряжением 0,38–10 кВ. Правила технологического проектирования», утвержденный постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 12 мая 2022 года № 14. Документ введен взамен ТКП 385-2012 «Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения».

Пересмотр ТКП 385-2012 вызван необходимостью:

- разработки новых требований в связи с прогнозируемым ростом электрических нагрузок, обусловленным вводом БелАЭС и преимущественным переходом потребителей электроэнергии в сельской местности на ее использование (при бытовом потреблении) для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления;
- корректировки номинального напряжения распределительной сети на напряжение 0,38–10 кВ, принятого в ГПО «Белэнерго»;
- реализации новых технических решений построения распределительной сети 0,38–10 кВ сельскохозяйственного назначения;
- актуализации требований к схемам, оборудованию, конструкциям, устройствам, электроустановкам и параметрам сельских электрических сетей с учетом современных условий их эксплуатации и накопленной за последние годы практики строительства и реконструкции;
- гармонизации технических требований с действующими ТНПА в области технического нормирования и стандартизации (ТР ЕАЭС, ТР ТС, ТКП, СТБ, ГОСТ) и строительными нормами;
- установления новых требований согласно п. 56 второго абзаца Правил разработки технических кодексов установившейся практики.

Наименование ТКП 385-2022 приведено в соответствие с п. 3.7 СТБ 5-2017 «Правила построения, изложения, оформления и содержания технических кодексов установившейся практики и государственных стандартов».

Требования ТКП распространяются на подлежащие возведению и реконструкции внешние сельские распределительные электрические сети сельскохозяйственного назначения напряжением 0,38–10 кВ (далее – сельские РС), расположенные в сельской местности (населенной и ненаселенной). Технический кодекс следует применять в том числе при проектировании энергообъектов с планируемым переходом на использование электроэнергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления.

ТКП 385-2022 устанавливает правила технологического проектирования сельских РС в части:

- надежности электроснабжения потребителей (с корректировкой категорий потребителей и электроприемников по надежности электроснабжения), качества электроэнергии, схемных решений;
- устройства линий электропередачи напряжением 0,38–10 кВ, в том числе в отношении параметров, материалов и строительных конструкций ВЛ 0,38 кВ с изолированными проводами (ВЛИ), ВЛ 10 кВ с покрытыми проводами (ВЛП), кабельных линий напряжением 0,38–10 кВ;
- применения (в зависимости от конструктивного исполнения) трансформаторных подстанций напряжением 0,4–10 кВ;
- требований к устройству питающих линий (вводов ЛЭП) напряжением 220/380 В и 220 В;
- порядка расчета электрических нагрузок;
- применения современных конструкций, устройств, электрооборудования и новых вариантов построения распределительной электрической сети в сельских населенных пунктах;
- определения норм надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей (в том числе индивидуальных жилых домов и районов индивидуальной жилой застройки);
- автоматизации электрических сетей;
- учета электроэнергии;
- требований к заземлению, защите от перенапряжений (в том числе грозовых), защитным мерам электробезопасности, охране окружающей среды.

В ТКП 385-2022 широко использованы технические решения (требования, указания по применению и т.д.) стандартов ГПО «Белэнерго», в которых учтен накопленный опыт строительства и эксплуатации сельских РС в Республике Беларусь. При этом требования технического кодекса не противоречат международным (региональным) и государственным стандартам.

В ходе разработки ТКП учтены и в соответствии с техническим заданием согласованы органами государственного управления и исполнительной власти замечания и предложения заинтересованных организаций.

Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 12.07.2022 № 189-З
[«Об изменении Закона Республики Беларусь
 «О магистральном трубопроводном транспорте»](#)

Закон от 09.01.2002 № 87-З «О магистральном трубопроводном транспорте» изложен в новой редакции.

Документ определяет правовые, экономические и организационные основы регулирования отношений в области магистрального трубопроводного транспорта, используемого для транспортирования жидких или газообразных углеводородов, и направлен на обеспечение эффективной, надежной и безопасной эксплуатации магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

Закон вступает в силу с 16 января 2023 года, за исключением положений, вступивших в силу с 16 июля 2022 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.07.2022 № 495

[«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1932»](#)

Внесены изменения в постановление Совмина от 31.12.2010 № 1932 «Об установлении ставок вывозных таможенных пошлин в отношении нефти сырой и отдельных категорий товаров, выработанных из нефти».

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

- нефть сырая, мазут, отработанные нефтепродукты, вазелин и парафин, битум нефтяной – 53,0 долл. США;
- прямогонный бензин – 29,1 долл. США;
- легкие дистилляты, средние дистилляты, дизельное топливо, бензины товарные, бензол, толуол, ксилолы, масла смазочные – 15,9 долл. США;
- тримеры и тетрамеры пропилена, кокс нефтяной некальцинированный – 3,4 долл. США;
- сжиженные углеводородные газы – 102,2 долл. США;
- этан, бутан, изобутан – 91,9 долл. США.

Постановление вступило в силу с 1 августа 2022 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.08.2022 № 504

[«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2001 г. № 1595 и от 10 сентября 2008 г. № 1330»](#)

В Положении о Министерстве энергетики Республики Беларусь, утвержденном постановлением Совмина от 31.10.2001 № 1595, установлено, что Минэнерго в соответствии с возложенными на него задачами взаимодействует со средствами массовой информации, осуществляет продвижение информации в сети Интернет в целях освещения вопросов

деятельности Минэнерго, за исключением информации, распространение и (или) предоставление которой ограничено.

Внесены изменения в постановление Совмина от 10.09.2008 № 1330 «О некоторых вопросах Министерства энергетики», в том числе обновлены:

- перечень государственных организаций, подчиненных Минэнерго;
- перечень хозяйственных обществ, акции (доли в уставных фондах) которых принадлежат Республике Беларусь и переданы в управление Минэнерго.

Постановление вступило в силу с 4 августа 2022 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 21.06.2022 № 42

[«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 6 декабря 2019 г. № 92»](#)

Внесены изменения в постановление МАРТ от 06.12.2019 № 92 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из невозобновляемых источников энергии, мазута».

Формулы и тарифы на электрическую энергию, производимую из невозобновляемых источников энергии, в том числе природного газа, мазута, установлены исходя из курса белорусского рубля по отношению к российскому рублю.

Постановление вступило в силу с 2 июля 2022 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 апреля 2022 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 21.06.2022 № 43

[«Об изменении постановлений Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 13 июня 2018 г. № 47 и от 3 сентября 2018 г. № 73»](#)

Внесены изменения в постановления МАРТ:

- от 13.06.2018 № 47 «Об определении порядка индексации цен на природный газ и тарифов на электрическую и тепловую энергию»;
- от 03.09.2018 № 73 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии».

Постановление вступило в силу с 2 июля 2022 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 апреля 2022 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 29.06.2022 № 45

[«Об изменении постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 23 июня 2009 г. № 43»](#)

МАРТ отменил утвержденное ранее повышение с 1 июня уровня тарифов на тепловую и электрическую энергию для отдельных групп потребителей.

Соответствующие изменения внесены в постановления:

- от 18.01.2017 № 7 «Об установлении тарифов на тепловую энергию»;
- от 27.02.2017 № 16 «Об установлении тарифов на электрическую энергию»;
- от 08.09.2017 № 49 «Об установлении тарифов на тепловую энергию для отдельных организаций».

Постановление вступило в силу с 10 июля 2022 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 июля 2022 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 29.07.2022 № 46

«О порядке определения и применения цены на природный газ, реализуемый открытым акционерным обществом «Газпром трансгаз Беларусь»»

Установлены формулы, по которым:

- в период с 1 апреля по 30 июня 2022 года определяется отпускная цена в белорусских рублях (без НДС) на природный газ, поставляемый в Республику Беларусь ПАО «Газпром» и реализуемый ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям;
- в период с 1 июля по 31 декабря 2022 года определяется с даты начала отчетного периода (календарного месяца, в котором осуществляется поставка природного газа) отпускная цена в белорусских рублях (без НДС) на природный газ, поставляемый в Республику Беларусь ПАО «Газпром» и реализуемый ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям;
- определяется отпускная цена на природный газ в случае, если в период с 1 июля по 31 декабря 2022 года на день зачисления денежных средств за поставленный природный газ от юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на расчетные счета ПАО «Газпром» и ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» официальный курс российского рубля к доллару США, установленный Центральным банком Российской Федерации, составил менее 75 российских рублей за 1 доллар США;
- в период с 1 июля по 31 декабря 2022 года при отклонении фактической среднемесячной теплоты сгорания от расчетной цены на природный газ пересчитываются с учетом фактической теплоты сгорания.

Признано утратившим силу постановление МАРТ от 21.06.2022 № 41 «О порядке определения и применения цены на природный газ, реализуемый открытым акционерным обществом «Газпром трансгаз Беларусь».

Постановление вступило в силу с 31 июля 2022 года, распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 апреля 2022 года, и действует по 31 декабря 2022 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 29.07.2022 № 47

«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 6 декабря 2019 г. № 92»

Внесены изменения в постановление МАРТ от 06.12.2019 № 92 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из невозобновляемых источников энергии, мазута», в том числе предусмотрена формула для индексации тарифа на электрическую энергию с 1 июля 2022 года в случае отклонения официального курса белорусского рубля по отношению к российскому рублю, установленного Нацбанком, от примененного при определении тарифа в соответствии с постановлением и в случае установления на дату оплаты за отпущенную электрическую энергию и (или) на последнюю дату календарного месяца, в котором осуществлен отпуск электрической энергии, Центральным банком Российской Федерации официального курса российского рубля к доллару США в размере 75 и более российских рублей за 1 доллар США.

Постановление вступило в силу с 31 июля 2022 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 апреля 2022 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 29.06.2022 № 48

«Об изменении постановлений Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 13 июня 2018 г. № 47 и от 3 сентября 2018 г. № 73»

Внесены изменения в постановления МАРТ:

- от 13.06.2018 № 47 «Об определении порядка индексации цен на природный газ и тарифов на электрическую и тепловую энергию»;
- от 03.09.2018 № 73 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии».

Постановление вступило в силу с 31 июля 2022 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 апреля 2022 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 29.07.2022 № 49

«О ценах на природный газ»

Установлены:

- отпускные цены на природный газ (без НДС) при расчетной теплоте сгорания 7900 ккал/м³ газоснабжающим организациям, входящим в состав ГПО «Белтопгаз», при поставке через систему газоснабжающих организаций (перепродавцов);
- формула, по которой цены на природный газ пересчитываются с учетом фактической теплоты сгорания при отклонении фактической среднемесячной теплоты сгорания от расчетной;
- цены на природный газ (с НДС), отпускаемый газоснабжающими организациями, входящими в состав ГПО «Белтопгаз», организациям, имеющим общежития, в части использования природного газа проживающими в них гражданами, религиозным организациям, организациям, использующим природный газ для нужд детских домов семейного типа, детским деревням (городкам), детским хосписам. Установленные цены на фактическую теплоту сгорания не пересчитываются.

Признано утратившим силу постановление МАРТ от 21.06.2022 № 44 «О ценах на природный газ».

Постановление вступило в силу с 31 июля 2022 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 апреля 2022 года.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 16.05.2022 № 8-Т
«Об утверждении норм и правил рационального использования и охраны недр»

Утверждены нормы и правила рационального использования и охраны недр ГеоНП 17.01.02-001-2022 «Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Классификация запасов и прогнозных ресурсов углеводородов».

Настоящие нормы и правила устанавливают единые требования к классификации запасов и прогнозных ресурсов углеводородов.

В документе применяются термины и их определения в значениях, установленных Кодексом Республики Беларусь о недрах. Запасы и ресурсы углеводородов классифицируются по результатам геологического изучения недр отдельно по каждой залежи с учетом степени их изученности и экономического значения.

По степени изученности запасы углеводородов подразделяются на категории А, В, С1, С2, по экономическому значению – на балансовые и забалансовые. Определение балансовой принадлежности запасов углеводородов производится в соответствии со статьей 78 Кодекса Республики Беларусь о недрах.

С учетом результатов геологического изучения недр прогнозных ресурсов углеводородов по степени их вероятности классифицируются по категориям D0, D1 и D2.

Постановление вступило в силу с 1 августа 2022 года.

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 24.05.2022 № 28
«Об изменении постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 12 мая 2020 г. № 8»

Внесены изменения в установленные постановлением Минприроды от 12.05.2020 № 8 формы:

- акта, удостоверяющего геологический отвод;
 - акта, удостоверяющего горный отвод;
 - акта технического состояния буровых скважин (за исключением нефтяных и нефтегазовых);
 - акта технического состояния буровых скважин (нефтяных и нефтегазовых);
 - акта технического состояния буровых скважин (нефтяных и нефтегазовых, передаваемых в пробную эксплуатацию).
- Постановление вступило в силу с 18 августа 2022 года.

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 24.06.2022 № 32
«О признании утратившим силу постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 4 августа 2009 г. № 55»

Признано утратившим силу постановление Минприроды от 04.08.2009 № 55 «Об утверждении Инструкции о классификации запасов, перспективных и прогнозных ресурсов

углеводородов, эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод».

Постановление вступило в силу с 1 августа 2022 года.

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 12.07.2022 № 39
«Об изменении постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 23 июня 2009 г. № 43»

Внесены изменения в Инструкцию о порядке установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утвержденную постановлением от 23.06.2009 № 43.

Постановление вступило в силу с 30 июля 2022 года.

Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 14.07.2022 № 45

«Об изменении постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175»

Внесены изменения в постановление Минтруда и соцзащиты от 28.11.2008 № 175 «О порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда», в том числе:

- форма личной карточки по охране труда дополнена сведениями о прохождении проверки знаний по вопросам охраны труда;
- изменен типовой перечень работ с повышенной опасностью.

В Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда установлено следующее:

- первичный инструктаж на рабочем месте и повторный инструктаж по решению нанимателя могут не проводиться с лицами, которые используют по назначению офисное оборудование, не заняты на работах по монтажу, эксплуатации, наладке, обслуживанию и ремонту оборудования, использованию инструмента, хранению и применению сырья и материалов (за исключением работ с повышенной опасностью).

Под офисным оборудованием понимаются персональные электронные вычислительные машины, копировально-множительная техника, сканирующие устройства;

- первичный инструктаж на рабочем месте, повторный инструктаж не проводится с работниками, выполняющими дистанционную работу;

– допускается регистрация вводного инструктажа, первичного инструктажа на рабочем месте, повторного, внепланового, целевого инструктажа и стажировки в электронном виде. При этом программные средства, используемые для ведения документов по охране труда в электронном виде, должны позволять однозначно идентифицировать работников и момент времени внесения записей, а также быть защищены от несанкционированного доступа и внесения изменений;

- по решению нанимателя стажировка по вопросам охраны труда может быть продлена и т.д.

Постановление вступает в силу с 1 сентября 2022 года.



ТКП 385-2022 (33240)

**«Сети электрические
распределительные сельские
напряжением 0,38–10 кВ. Правила
технического проектирования»**

Утвержден постановлением
Министерства энергетики Республики
Беларусь 12 мая 2022 года № 14

Дата введения в действие – 1 августа 2022 года



ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Постановление Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики
Беларусь 21 декабря 2021 года № 82

Дата введения в действие – 2 июля 2022 года

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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



25-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИЙ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕХ ИННО ПРОМ

techinnoprom.by

☎ +375 17 367 34 30 | ☎ +375 29 644 63 69 | rel@expoforum.by



ЭКСПОФОРУМ
выставочное предприятие

Унитарное предприятие «Экспофорум»
УНП 100702781

**20-22
СЕНТЯБРЯ 2022**

ФУТБОЛЬНЫЙ МАНЕЖ
Минск, пр. Победителей, 20/2



БЕЛОРУССКИЙ
ПРОМЫШЛЕННО-
ИННОВАЦИОННЫЙ
ФОРУМ

**XXVI БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

energyexpo.by

ENERGY EXPO

ЭНЕРГЕТИКА
ЭКОЛОГИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭЛЕКТРО

green
industry

ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

e**trans**

САЛОН
ИННОВАЦИОННОГО
ТРАНСПОРТА

11-14.10.2022

Минск, пр. Победителей, 20/2