



ОАО „ММЗ имени С.И. Вавилова - управляющая компания холдинга „БелОМО“

Бытовые приборы учета газа



Счетчик газа ультразвуковой
малогабаритный BEGA

Счетчик газа
диафрагменный СГД 4



НОВИНКА!



www.belomo.by

РБ, 220114, г. Минск, ул. Макаёнка, 23,
отдел сбыта: тел. (+375 17) 267-31-91,
фирменный магазин „Эликон“: 267-23-01,
E-mail: barter@belomo.by

УНП100185185

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

Новости ТЭК.....6

Создание общих рынков энергоресурсов – один из приоритетов интеграционного сотрудничества в ЕАЭС

Интервью директора Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии Л.В. Шенца информационному агентству БЕЛТА9

Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика10

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Апетенок О.М., главный инженер филиала «Глубокские электрические сети» РУП «Витебскэнерго», Лагун В.И., главный инженер Шарковщинского РЭС филиала «Глубокские электрические сети» РУП «Витебскэнерго»

Инновационные подходы к снижению потерь электроэнергии на ее транспорт в электросетях13

Дубровенский А.Н., ведущий инженер-программист группы топливоиспользования ТНЦ филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка», Квандель С.В., инженер по наладке тепломеханического оборудования группы Ненахов С.А., инженер по наладке тепломеханического оборудования группы
Расчет технико-экономических показателей ПГУ. Теплофикационный и конденсационный циклы. Часть 117

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Свириденко С.В., заместитель главного инженера УП «Витебскоблгаз»
Инновации и новые технические решения в газоснабжении21

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОНАДЗОР

Жевнерович А.С., государственный инспектор по энергетическому надзору Бобруйского отделения филиала «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго»
Обеспечение электробезопасности при сельскохозяйственных работах вблизи линий электропередачи24

В блокнот главного энергетика

Яцкова Л.М., инспектор районной инспекции № 1 Минского МРО по надзору за теплоустановками филиала «Энергонадзор» РУП «Минскэнерго»
О вопросах выдачи заключений26

Бичан Т.Н., инспектор районной инспекции № 2 Минского МРО по надзору за теплоустановками филиала «Энергонадзор» РУП «Минскэнерго»
Требования ТНПА к персоналу, обеспечивающему эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей потребителей27

Киселев Н.Н., начальник энергоинспекции филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго», Хромова В.А., инспектор Гомельского МРО филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго»
Расчет условного перерасхода топлива на теплоисточниках потребителя при неработающих САР29

Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Закревский В.А.	к.т.н., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Каранкевич В.М.	первый заместитель Министра энергетики Республики Беларусь
Бондарь А.М.	главный инженер ГП «Белорусская АЭС»
Бородуля В.А.	член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Забелло Е.П.	д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
Карницкий Н.Б.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
Лиштван И.И.	д.т.н., академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси
Малашенко М.П.	заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности
Майоров В.В.	генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
Машкович С.Т.	первый заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго»
Рудинский Л.И.	генеральный директор ГПО «Белтопгаз»
Русан В.И.	д.т.н., профессор кафедры практической подготовки студентов БГАТУ
Рыков А.Н.	к.т.н., директор РУП «Белнипиэнергопром»
Седнин В.А.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ (заместитель председателя)
Фурсанов М.И.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические системы» БНТУ
Якубович П.В.	директор РУП «БЕЛТЭИ»

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

EnergyExpo-2018 приглашает30

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Фурсанов М.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Электрические системы» БНТУ,
Дуль И.И., к.т.н., инженер отдела проектирования энергосистем
РУП «Белэнергосетьпроект»

**Определение сопротивлений кабельных линий 10 кВ,
состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Часть 2**32

Мищеряков С.В., д.э.н., генеральный директор НП «КОНЦ ЕЭС»
Эконометрика в оценке состояния активов38

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Русан В.П., д.т.н., профессор БГАТУ, председатель правления ассоциации
«Возобновляемая энергетика»,
Мордань И.Л., гранд-доктор философии в области
информационных технологий

**Инновационные энергоэффективные технологии в строительстве:
состояние и проблемы реализации**.....43

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

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

Вводится в действие Изменение № 2 в ТКП 339-2011
Комментарии к документу47

Демиденко В.Н., инженер
Новые ТНПА в области контроля и наблюдения за металлом
*Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.17.401-18,
СТП 33240.17.429-18 и СТП 33420.17.431-18*53

Филазафович В.И., руководитель группы топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка»
**Разработаны нормы и требования к организации эксплуатации
и технического обслуживания газотурбинных установок**
Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.30.507-1856

Шевалдин М.А., начальник отдела ЭРЗиАЭиЭС ГПО «Белэнерго»
Изменено Положение о службах релейной защиты и электроавтоматики
Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.519-1858

Национальный фонд ТНПА – энергетике60

ПРАВО

Новости законодательства (июль–август)61

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

**Ушел из жизни человек замечательной судьбы –
Иван Иванович Чижонек**64

Издается с января 2008 года

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

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

Уважаемые рекламодатели!

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

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

Адрес редакции:

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

Цена свободная

Свидетельство о регистрации журнала
№ 931 от 27.08.2010.

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

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография».
230025, г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4.
ЛП №02330/39 до 29.03.2019.
Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 20.08.2018 г., формат 60х90%,
тираж 1550 экз., заказ № 4284.

УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ!

От имени Министерства энергетики Республики Беларусь поздравляю вас с профессиональным праздником!

Традиционно в первое воскресенье сентября мы чествуем работников газовой и торфяной отрасли. В этом году у нас особый повод для гордости – 60-летие начала газификации республики и 100-летие со дня принятия директивных документов по разработке торфяных месторождений.

Сегодня Беларусь – одна из самых газифицированных стран не только в Евразийском экономическом союзе, но и в мире. Современная газораспределительная система протяженностью порядка 60 тыс. км обеспечивает подачу природного газа во все города и районные центры страны. Потребителями голубого топлива являются около 2,6 тыс. промышленных и почти 10 тыс. жилищно-коммунальных предприятий. Природным и сжиженным газом обеспечено 77,1 % квартир, в том числе 37,9 % – в сельской местности. Только за первое полугодие 2018 года газоснабжающими организациями объединения поставлено свыше 10,0 млрд м³ природного газа и 30,0 тыс. т сжиженного.

Внедрение современных высокоэффективных технологий и реализация ряда значимых проектов по реконструкции и модернизации предприятий торфяной промышленности придали мощный импульс развитию отрасли. Сегодня производственные мощности организаций торфяной промышленности позволяют добывать порядка 2,5 млн т торфа и производить около 1,2 млн т топливных брикетов в год. Высоким спросом на отечественном и зарубежных рынках пользуется также продукция нетопливного назначения – питательные грунты на основе торфа.

Доля торфяных ресурсов в местных ТЭР составляет 15 %, что дает возможность ежегодно замещать порядка 470 млн м³ природного газа. Широкое применение находит торф на цементных заводах, куда поставляется до 400 тыс. т торфяного топлива в год.

Устойчиво функционируют строительно-монтажные и проектные организации газоснабжения и торфяной промышленности, осваивая новые виды работ, внедряя передовые



методы проектирования, активно разрабатывая и производя инновационную научно-техническую продукцию.

В отрасли создана эффективная система подготовки кадров как для газового хозяйства, так и для других специализированных организаций республики. За годы деятельности ведущего в стране учреждения дополнительного образования ГАЗ-ИНСТИТУТ обучение в нем прошли свыше миллиона специалистов и рабочих топливно-энергетического комплекса и других отраслей экономики, в том числе представители Российской Федерации, Казахстана, Молдовы.

Благодарим всех работников газовой и торфяной отрасли за качественную, высокопрофессиональную работу, трудовой энтузиазм, ответственность и дисциплинированность.

Особой благодарности заслуживают наши ветераны. Им мы обязаны достижениями и успехами, их опыт и знания, тяжелый физический труд лежат в основе стабильного развития отрасли.

Высокая квалификация и мастерство специалистов служат гарантией успешного решения задач по дальнейшей модернизации производственных процессов, внедрению новых энергоэффективных технологий и оборудования, повышению конкурентоспособности продукции, обеспечению устойчивого развития экономики и комфортности жизни населения.

Желаю всем работникам газовой и торфяной отрасли ярких трудовых достижений, крепкого здоровья, счастья и благополучия!

**Первый заместитель Министра энергетики
Республики Беларусь**

В.М. Каранкевич

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ, ВЕТЕРАНЫ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ!

От имени аппарата управления государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз» и от себя лично сердечно поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

Этот день мы встречаем в особенный для нас год 100-летия торфяной промышленности и 60-летия газовой отрасли Беларуси. Созданное на основе слияния этих двух важнейших для экономики страны отраслей, ГПО «Белтопгаз» сегодня эффективно решает вопросы газоснабжения потребителей республики, обеспечивает добычу торфа и производство торфопродукции, выполняет проектные, конструкторские, научно-исследовательские работы в газовой сфере и торфяной промышленности, производит экспортноориентированную газоиспользующую продукцию и успешно решает многие другие задачи, стоящие перед отраслью.

Благодаря активной позиции государства, ответственному труду наших работников Республика Беларусь является самой газифицированной не только на постсоветском пространстве, но и в мире. В настоящее время газифицированы природным газом все 113 городов и 118 районных центров, 88 из 89 городских, рабочих поселков и поселков курортного типа, 975 из 1481 агрогородков. Уровень газификации квартир природным газом в республике составляет 78 %.

Многие проекты были реализованы в рамках подпрограммы «Развитие электроэнергетики и газификации села» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы. В успех этих проектов весомый вклад вносят работники строительного комплекса ГПО «Белтопгаз». В прошлом году их силами проложено более 1,8 тыс. км газопроводов, что позволило впервые подать голубое топливо в 20 населенных пунктов, провести природный газ более чем в 27 тыс. квартир.

На волне подъема отрасли встречают профессиональный праздник и работники торфяной промышленности. Благодаря модернизации профильных предприятий уровень добычи и переработки торфа в стране прибли-



жается к лучшим показателям за всю историю. Сегодня торфяное топливо эффективно замещает импортный уголь на цементных заводах, широко применяется в котельных ЖКХ. Использование торфа позволяет ежегодно замещать 500 млн м³ импортного природного газа на сумму порядка \$ 100 млн.

Своими успехами радуют и организации промышленного комплекса. Качество их продукции известно далеко за пределами Беларуси и неоднократно отмечено наградами и премиями.

Хочу подчеркнуть, что за всеми цифрами и фактами, характеризующими деятельность организации, стоит труд многотысячного коллектива. Это команда единомышленников, которая уверенно берется за решение любой поставленной задачи. Каждый из вас, дорогие коллеги, ежедневно вносит весомый вклад в развитие газовой и топливной промышленности страны, достойно продолжая дело тех, кто стоял у истоков.

С чувством глубокого уважения и благодарности я обращаюсь к нашим ветеранам. Опыт и знания, которые вы передаете молодому поколению, бесценны, а результаты вашего поистине героического труда служат фундаментом для новых достижений.

Желаю всем, кто причастен к общему делу развития газовой и топливной промышленности, неисчерпаемой энергии, свежих идей и реализации всех намеченных планов.

Успехов, здоровья и благополучия вам и вашим семьям!

Генеральный директор
ГПО «Белтопгаз»

Л.И. Рудинский

НОВОСТИ ТЭК

Позиция Беларуси – равные условия для всех участников общего рынка газа ЕАЭС

Евразийский межправительственный совет, заседание которого состоялось 27 июля в г. Санкт-Петербурге, обсудил ряд вопросов, в том числе аспекты взаимодействия в сферах энергетики и транспорта.



Заседание Евразийского межправительственного совета

Выступая в ходе заседания, Премьер-министр Республики Беларусь А.В. Кобяков обозначил позицию Беларуси по принципиально важным пунктам повестки. Он отметил, что одной из целей интеграции является формирование общего рынка газа. «Проделана важная работа по подготовке программы формирования общего рынка газа Союза, которую, в соответствии с Договором о ЕАЭС, мы должны принять в текущем году, и которая призвана стать настольной книгой наших энергетиков на период до 2024 года. Осталось согласовать ряд принципиальных положений, которые мы уже обсуждали на всех уровнях. Позиция Республики Беларусь состоит в том, чтобы создать равные условия ведения хозяйственной деятельности для компаний всех стран Евразийского экономического союза», – заявил А.В. Кобяков.

Участники заседания также обсудили вопросы реализации цифровой повестки ЕАЭС, взаимодействия в сферах промышленной кооперации и таможенного сотрудничества.

Утвержден межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 6 августа 2018 года № 579 утвержден межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года. Ожидается, что прирост потребления электрической энергии по итогам реализации всех мероприятий межотраслевого комплекса мер составит 1650 млн кВт·ч в год, что позволит улучшить технико-экономические показатели работы Белорусской энергосистемы в условиях ввода в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции.

Подробнее читайте на стр. 62.

Снижены тарифы на электроэнергию для промышленных потребителей

С 1 июля тарифы на электрическую энергию для промышленных потребителей снижены на 2,3%. Данная мера направлена на повышение эффективности деятельности промышленности республики и обеспечение конкурентоспособности производимой продукции.

Указанное снижение тарифов на электрическую энергию для промышленных потребителей обеспечено за счет реализации энергоснабжающими организациями дополнительных мероприятий по снижению издержек, повышению эффективности использования материальных, финансовых ресурсов, а также за счет увеличения объемов реализации энергии.

На повестке дня – вопросы развития возобновляемой энергетики

12 июля в г. Минске при поддержке Европейского банка реконструкции и развития состоялась конференция «Renpower Belarus – возобновляемая энергия и энергетическая инфраструктура». В ходе мероприятия обсуждались вопросы развития энергетического сектора Беларуси и, в частности, стратегии развития зеленой энергетики, финансирования возобновляемых источников энергии, инвестиций частного сектора и др.

Министерство энергетики Республики Беларусь на конференции представляла заместитель Министра энергетики О.Ф. Прудникова. Заместитель Министра выступила в рамках сессии «Будущее энергетического сектора Беларуси – сценарии «рука об руку» развития ядерной и зеленой энергетики», обозначив основные направления энергетической политики, совершенствования законодательства в области ВИЭ и тарифной политики, реализации ряда технических мероприятий, а также ответила на многочисленные вопросы участников конференции.

Белорусские энергетики успешно экспортируют свои услуги

В середине июля этого года на греческой электростанции «Агиос Димитриос» специалистами филиала «Белэлектроремонт» ОАО «Белэнергоремналадка» была успешно завершена сушка обмотки статора турбогенератора типа ТВВ-320-2У3 третьего энергоблока станции с применением метода вакуумирования. Работы по ремонту турбогенератора выполнены качественно и в сроки, предусмотренные контрактом.

24 июля в Египте состоялся торжественный пуск трех новых крупных электростанций, в сооружении которых приняли участие специалисты ОАО «Центроэнергомонтаж». В 2017 году работники предприятия по контракту, заключенному с компанией Siemens AG, осуществляли работы по монтажу технологических трубопроводов на четвертом блоке электростанции в г. Бени-Суэйфе. Эта электростанция являлась частью реализуемого в Египте с участием компании Siemens мегапроекта по строительству трех крупнейших электростанций в разных регионах страны – Бени-Суэйфе, Эль-Берлисе и Нью-Кайро-Сити.

В строительстве электростанции в Бени-Суэйфе также принимало участие ОАО «Белээнергоремналадка», выполнившее



Специалисты ОАО «Центроэнергомонтаж» на электростанции в г. Бени-Суэйфе, Египет

работы по монтажу металлоконструкций, трубопроводов и оборудования на котлах блоков № 1, 2, 4 электростанции. Работы соответствуют требованиям компании Siemens и местного генерального подрядчика Elsewedy Electric PSP.

Признанием профессионализма белорусских специалистов и качества выполненных ими работ явились благодарственные письма от заказчиков – компании Entegro Ltd и партнера Siemens – египетской корпорации Elsewedy Electric PSP.

В Белорусской энергосистеме впервые установлены многогранные опоры

В РУП «Гродноэнерго» реализован первый для Белорусской энергосистемы проект по установке многогранных опор. Металлические оцинкованные сборные многогранные конструкции были установлены в качестве промежуточных опор при реконструкции участка ВЛ 110 кВ ТЭЦ-23 – Центральная в рамках реализации программы повышения надежности электроснабжения ОАО «Гродно Азот».

Подобный тип опор – новое явление для Беларуси. Они широко применяются за рубежом, где используются как в распределительных сетях, так и в сетях высокого напряжения в качестве промежуточных и анкерных опор, а также сложных опор для переходов рек, в городах и т.д. Основные факторы их востребованности – долговечность, удобство монтажа и эксплуатации.

На данный момент РУП «Гродноэнерго» в качестве эксперимента установило четыре оцинкованные опоры. Выбор конструкции обусловлен в первую очередь соображениями безопасности: разборная лестница не позволит любителям экстремальных ощущений и селфи взбираться на ЛЭП. Кроме того, опору отличает эстетичный внешний вид, что немало важно для городских условий.

Сезонный план добычи торфа выполнен

По состоянию на 16 августа досрочно выполнили сезонный план добычи торфа 14 торфодобывающих предприятий ГПО «Белтопгаз». Всего предприятиями объединения добыто 2269 тыс. т торфа, что составляет 100,2 % от годового задания и 119 % по отношению к аналогичному периоду прошлого года.

По итогам работы за январь–июнь текущего года организациями объединения произведено 464 тыс. т топливных брикетов и торфяной сушенки, что составило 43,3 % от заплани-

рованного годового объема. Темп роста объемов производства к аналогичному периоду прошлого года достиг 108,8 %.

Поставки топливных брикетов и торфяной сушенки на внутренний рынок в первом полугодии текущего года составили 401,3 тыс. т, или 106,6 % к уровню аналогичного периода 2017 года.

«Гомельоблгаз» внедрил новую стоп-систему

В июле текущего года РПУП «Гомельоблгаз» ввел в эксплуатацию инновационное технологическое оборудование – систему перекрытия потока газа в трубопроводе под давлением, позволяющую выполнять работы в газораспределительной системе диаметром 300 мм без отключения потребителей от газоснабжения.

На сегодняшний день с применением такой системы выполнены работы по замене трех шкафных газорегуляторных пунктов и отключающих устройств, выработавших нормативный срок эксплуатации. Это позволило сократить потери газа, осуществить подачу газа по обводной линии без отключения от системы газоснабжения бытовых и промышленных потребителей, повысить безопасность работ, сократить время их выполнения, уменьшить количество задействованного персонала.



Установка системы перекрытия потока газа в трубопроводе под давлением Ду 300 мм

Таким образом, введение в эксплуатацию стоп-системы Ду 300 мм позволило расширить возможности предприятия по реконструкции и модернизации газораспределительной системы и способствовало повышению надежности подачи газа потребителям и снижению эксплуатационных расходов.

Казахстан и Узбекистан заинтересованы в изучении белорусского опыта строительства АЭС

6 июля строительную площадку Белорусской АЭС с рабочим визитом посетила делегация Узбекистана, 1–2 августа – представители Республики Казахстан. Оба визита были направлены на изучение опыта строительства Белорусской АЭС. Участники делегаций ознакомились с ходом работ, системой подготовки персонала в учебно-тренировочном центре, изучили опыт информационной работы и взаимодействия с общественностью, а также приняли участие в совместном заседании с руководителями и специалистами структурных подразделений государственного предприятия «Белорусская АЭС». В ходе

заседания состоялся обмен опытом по всем направлениям реализации проекта сооружения атомной электростанции.

Визит казахской делегации был организован в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ и направлен на изучение опыта реализации национальной ядерной энергетической программы и проекта строительства БелАЭС. Для гостей из Узбекистана белорусский опыт особенно актуален в связи с принятым в этой стране решением о строительстве собственной атомной электростанции.

РУП «Белэнергосетьпроект» получило патент на полезную модель

Специалистами РУП «Белэнергосетьпроект» получен патент на полезную модель «Опора одноцепная анкерно-угловая трехфазной линии электропередачи». Патент за номером 11732 со сроком действия 5 лет выдан Национальным центром интеллектуальной собственности в соответствии с Законом Республики Беларусь «О патентах на изобретения, полезные модели, промышленные образцы».

Полезная модель предназначена для сооружения опорных строительных конструкций высоковольтных линий электропередачи напряжением 330 кВ для прохождения над лесом с обеспечением оптимальных экономических показателей.

Авторами разработки являются директор РУП «Белэнергосетьпроект» А.М. Короткевич, главный инженер предприятия А.М. Орлов, начальник отдела линий электропередачи (ОЛЭП) М.Э. Гук, главный конструктор ОЛЭП А.В. Лукьянович, инженер 2-й категории ОЛЭП О.М. Савчик.

Данный вид опор уже нашел свое применение: такие конструкции установлены на участке ВЛ 330 кВ Молодечно – Минск-Северная, которая сооружалась в рамках проекта выдачи мощности Белорусской АЭС в энергосистему.

Включен в сеть третий энергоблок Гомельской ТЭЦ-2

В рамках подготовки Гомельской ТЭЦ-2 к прохождению отопительного сезона 2018/2019 года завершен ремонт энергоблока ст. № 3 мощностью 180 МВт. Ремонтные работы проводились с 23 апреля. Для обеспечения надежной и экономичной

работы турбоустановки был выполнен ремонт системы парораспределения турбины с заменой пружин, системы регулирования, подшипников турбины и генератора, ревизия вкладышей подшипников и другие работы.

Для обеспечения эффективной эксплуатации котельной установки ТГМЕ-206 энергоблока ст. № 3 специалисты выполнили работы по ремонту тепловой изоляции с заменой металлопокрытия, ремонт барабана котла, устранили неплотности газо-воздушного тракта. В результате реализованных мероприятий 4 июля в 17 часов 10 минут энергоблок был успешно включен в сеть Белорусской энергосистемы, после чего прошел все необходимые приемо-сдаточные испытания.

В Гомеле появился первый в регионе троллейбус с информацией по электробезопасности

20 июля состоялся торжественный выход на линию троллейбуса, который даст возможность жителям и гостям города ознакомиться с правилами электробезопасности. Этот социальный проект является первым в Гомельской области. Представил новую форму профилактической работы по предотвращению поражения людей электрическим током филиал «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго».

Гомельчане смогут ознакомиться с правилами безопасного поведения вблизи энергообъектов, в охранной зоне воздушных линий электропередачи, при проведении сварочных работ, в быту, на рыбалке, а также будут проинформированы о номере телефона аварийной службы электрических сетей – 144. Важно, что обо всем этом смогут узнать не только взрослые, но и дети.

Троллейбус будет курсировать по маршруту № 20 «Завод «Гидропривод» – ул. Солнечная». В ближайшее время в планах филиала «Энергонадзор» разместить профилактическую информацию на троллейбусах и по другим маршрутам в г. Гомеле, а также на трамваях в г. Мозыре.

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

Брестская ТЭЦ отметила 80-летний юбилей

29 июня исполнилось 80 лет со дня образования Брестской ТЭЦ – одной из старейших электростанций в Беларуси. Стремление к развитию и обновлению позволило коллективу теплоэлектроцентрали на всех этапах ее существования обеспечивать повышение эффективности использования энергетического оборудования. За этим стоит богатейший опыт, накопленный поколениями энергетиков, знания, самоотдача, творческий потенциал и инициатива работников станции.

Поздравляем коллектив и руководство станции со знаменательной датой. Желаем новых трудовых свершений, оптимизма и благосостояния!



СОЗДАНИЕ ОБЩИХ РЫНКОВ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ – ОДИН ИЗ ПРИОРИТЕТОВ ИНТЕГРАЦИОННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ЕАЭС

15 августа директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии Л.В. Шенец дал интервью БЕЛТА о формировании общих рынков энергоресурсов ЕАЭС. Текст приводится в сокращенном виде.



Л.В. ШЕНЕЦ,
директор Департамента энергетики
Евразийской экономической комиссии

Об общем электроэнергетическом рынке

Формирование общего электроэнергетического рынка (ОЭР) находится на стадии реализации программы. Разработан проект международного договора о рынке, который в ближайшие месяцы будет направлен в государства – члены ЕАЭС на внутригосударственное согласование. На экспертном уровне идет согласование проектов четырех правил функционирования ОЭР и положения о развитии межгосударственных электрических сетей. ЕЭК совместно с государствами-членами приступила к созданию технологической основы ОЭР. Так, в апреле прошли имитационные торги электроэнергией на базе казахстанской торговой площадки, а в июне – на базе двух российских площадок. Торги вызвали огромный интерес и позволили на практике опробовать те решения, которые закладываются в правила торговли.

В соответствии с Договором о ЕАЭС международный договор о формировании общего электроэнергетического рынка должен вступить в силу не позднее 1 июля 2019 года.

О формировании общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов

По проекту программы формирования общего рынка газа остается одно разногласие, касающееся ценовой и тарифной политики. По поручению Евразийского межправительственного совета оно прорабатывается на уровне руководителей уполномоченных ведомств (министров энергетики) государств-членов. Результаты этой работы будут рассмотрены на очередном заседании межправительственного совета в октябре этого года. Предполагается, что международный договор о формировании общего рынка газа ЕАЭС будет направлен на внутригосударственное согласование в 2020 году, а подписан в 2021 году.

Проект программы формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС согласован полностью. Ожидается, что документ будет подписан до конца текущего года. Подготовка и согласование международного договора предусмотрены до 2024 года. Сейчас сторонами совместно с ЕЭК ведется предварительная работа по документу.

О перспективах биржевой торговли энергоресурсами

Перспективы у биржевой торговли огромные. Ее внедрение, как показывает мировая практика, приводит к снижению цен на энергоресурсы.

На общих рынках газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС будут применяться различные механизмы заключения договоров на поставку – долгосрочные и краткосрочные договоры между хозяйствующими субъектами государств-членов, биржевые сделки. В соответствии с концепцией формирования общего рынка газа до 2021 года будет обеспечено функционирование одной или нескольких товарных бирж, на которых могут проходить биржевые

торги газом. Порядок торгов разрабатывают и согласовывают уполномоченные органы государств-членов совместно с ЕЭК. Необходимость создания новых площадок для торгов будет определяться государствами – членами ЕАЭС. Вопрос о валютах, в которых будут производиться расчеты за энергоресурсы, приобретаемые на бирже, прорабатывается экспертами. Государствам-членам и ЕЭК еще предстоит большая работа по развитию биржевой торговли на общих рынках электроэнергии, газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС.

О предпосылках для наращивания мощностей возобновляемой энергетики

В странах ЕАЭС приняты и успешно реализуются программы, направленные на увеличение доли энергии от возобновляемых источников в энергобалансах стран-участниц. В частности, хотелось бы отметить положительный опыт Республики Беларусь в использовании биомассы. Армения и Кыргызстан достигли значительных успехов в развитии гидроэнергетики.

В целях использования опыта стран Союза мы вышли с предложением разработать в ЕАЭС принципы (основные подходы) скоординированной энергетической политики, включая сотрудничество в области энергосбережения, энергоэффективности, возобновляемых источников энергии, улучшения экологической ситуации и использования атомной энергии в мирных целях.

Самыми перспективными направлениями расширения сотрудничества государств – членов ЕАЭС в части ВИЭ, по нашему мнению, являются использование биомассы и твердых бытовых отходов для выработки тепловой и электрической энергии, реконструкция существующих котельных с переводом их на возобновляемые виды топлива и строительство новых, сооружение гидроэлектростанций и биогазовых электростанций. Так что предпосылки для наращивания мощностей возобновляемой энергетики однозначно есть.

В то же время хотелось бы подчеркнуть, что органическое топливо в ближайшие годы останется основным при производстве тепловой и электрической энергии.

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Факты. Прогнозы. Аналитика

Глобальные тенденции в области энергетики

Независимая информационно-консалтинговая компания Enerdata, ежегодно анализирующая данные стран «большой двадцатки», на долю которых приходится 80 % мирового спроса на энергию, назвала глобальные тенденции в области энергетики за прошедший год.

В публикации Enerdata, в частности, отмечено, что в 2017 году в странах указанной группы усилился глобальный экономический рост. Он составил +3,7 % в сравнении со средним показателем в 2000–2015 годах. Факторами роста стали экономическая стабилизация в Китае, устойчивый рост экономики в Индии, восстановление экономик России и Бразилии, быстрый рост в ЕС и США, улучшение экономической ситуации в Японии.

При этом после трех лет стагнации в 2017 году произошло увеличение выбросов CO₂ в целом на 2 % (см. диаграмму). Особенно заметно возросло их количество в Китае, где значительно увеличилось потребление энергии, в Индии, которая стала активнее использовать уголь, и в России. Объем выбросов вырос также в Евросоюзе (+1,9 %) и Японии (+1 %), в то время как в США этот показатель стабилен.

По данным Enerdata, основная тенденция в мире – увеличение потребления энергоресурсов для всех рынков, включая уголь. Названы также ключевые тенденции для каждого источника энергии:

- спрос на газ ускоряется;
- спрос на электроэнергию растет быстрее, чем мировой спрос на энергию в целом;
- спрос на нефть достиг исторического максимума;
- потребление угля повысилось после 3 лет упадка, что вызвано увеличением объемов его использования в Индии и Турции.

Согласно публикации на сайте Enerdata, в 2017 году темпы роста потребления энергии в Китае удвоились по сравнению с 2016 годом. Саудовская Аравия в минувшем году сократила

добычу нефти в рамках соглашения ОПЕК. В Японии наблюдается непрерывное снижение потребления нефтепродуктов, в США – первое с 2009 года снижение потребления газа, в Турции – резкое увеличение потребления угля.

Европа увеличивает закупки российского газа

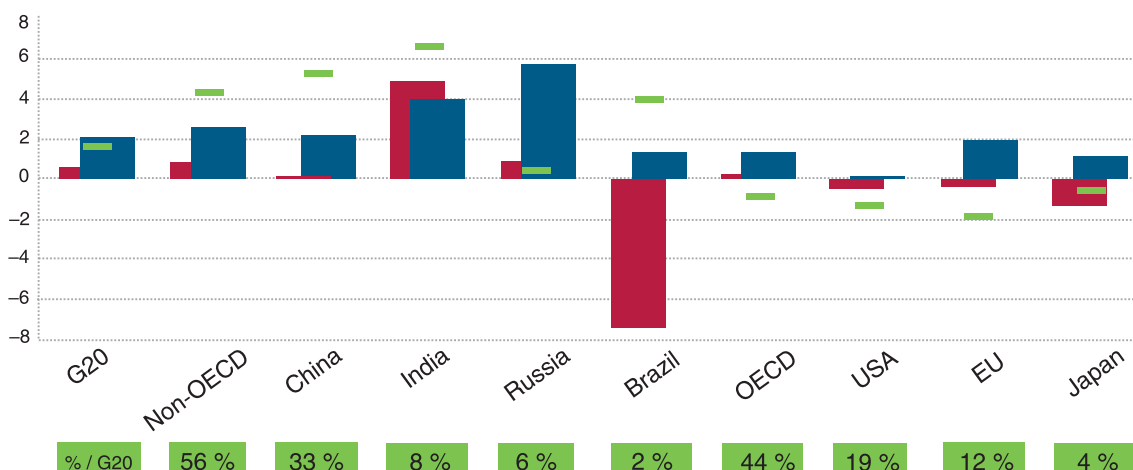
Европа остается основным потребителем российского газа, несмотря на реализацию в Евросоюзе проектов, направленных на диверсификацию экспорта этого ресурса.

За последние 25 лет «Газпром» практически удвоил поставки природного газа на европейский рынок – в 2017 году они составили 194,4 млрд м³. В первом полугодии 2018 года компания нарастила поставки на 5,8 %. Причем увеличился экспорт в наиболее экономически развитые страны Европы: в Германию – на 12,4 % по сравнению с 2016 годом (до 29,9 млрд м³), в Австрию – на 54,1 % (до 5,7 млрд м³), в Нидерланды – на 66,9 % (до 3,5 млрд м³), во Францию – на 13 % (до 6,1 млрд м³). Даже Польша, которая многократно заявляла об энергетической независимости от России, увеличила закупки газа в январе–июне на 6,9 % – до 6,2 млрд м³.

Прошлой зимой, которая оказалась холоднее, чем обычно, рекорд суточных поставок обновлялся десять раз и достиг исторически максимального значения – 713,4 млн м³/сут.

По оценке экспертов, в 2017 году на фоне роста экономической активности потребление газа в Европе достигло 568,2 млрд м³, что на 26,5 млрд м³ больше, чем годом ранее. При этом собственная ресурсная база и добыча в Европе продолжали сокращаться. Упала добыча даже на газовом месторождении Гронинген, некогда крупнейшем в Европе. Из-за участвовавших землетрясений в районе месторождения власти Нидерландов разработали план поэтапного сокращения добычи, которая к 2022 году составит 12 млрд м³, а к 2030-му должна прекратиться полностью.

Норвегия, крупнейший после России поставщик трубопроводного газа в ЕС, ограничивает морское бурение в северных



Новое увеличение выбросов CO₂ после трех лет стагнации

широтах, что снижает потенциал роста добычи в стране. Согласно прогнозам экспертов, падение добычи газа в Норвегии следует ожидать после 2020 года. Однако данные NPD (Norwegian Petroleum Directorate) за январь–май этого года свидетельствуют, что сокращение уже происходит.

Другой традиционный поставщик газа в Европу – Алжир – также испытывает серьезные трудности. В прошлом году страна сократила поставки газа за рубеж по сравнению с 2016 годом на 3 млрд м³ – до 54 млрд м³.

Всего страны дальнего зарубежья (европейские государства и Турция) в прошлом году увеличили импорт газа на 22,8 млрд м³, при этом на «Газпром» пришлось 15,1 млрд м³.

Увеличение производства СПГ в мире не изменило газовый баланс Европы. Экспорт СПГ из США

на европейский рынок сдерживается высокими производственными затратами и транспортными издержками, связанными с поставками через Атлантический океан. В прошлом году объем поставок американского СПГ в Европу составил менее 2 млн т – всего 0,5 % от совокупного потребления природного газа в Европе.

Страны Балтии планируют выйти из электроэнергетической системы БРЭЛЛ

В конце июня председатель Еврокомиссии Жан-Клод Юнкер, а также представители стран Балтии и Польши подписали политическое соглашение о запуске проекта синхронизации электросетей Балтийского региона с Западной Европой. Тем самым Литва, Латвия и Эстония обозначили свое намерение полностью выйти из единого с Россией и Беларусью энергокольца БРЭЛЛ к 2025 году. Однако пока у стран Балтии нет единого мнения относительно того, как это сделать.

Литва выступает за синхронизацию энергосистем Балтии с континентальной Европой через литовско-польский электромост LitPol Link, утверждая, что более выгодный вариант едва ли возможен. Однако Эстония и Латвия в этом не уверены, так что компромисс по данному вопросу пока не достигнут.

Так, эстонский премьер Юри Ратас отметил, что страна будет готова согласиться только с таким решением, которое обеспечит эстонским потребителям высокую стабильность электроснабжения, не создав больших дополнительных расходов. Приоритетами он назвал надежность электроснабжения и его цену для потребителя.

Во-первых, маленькой Эстонии не нужно много электроэнергии, и большую ее часть она уже сейчас производит за счет внутренних ресурсов. Во-вторых, рядом традиционный надежный партнер – Скандинавия (прежде всего Финляндия). В-третьих, Латвия не спешит отказываться от электроэнергии Белорусской АЭС, которая строится в г. Островце, и Эстония тоже может рассмотреть этот вариант.

Между тем в Литве зафиксирована рекордно высокая цена на электричество в 2018 году – в среднем в июне она составила € 51,05 за мегаватт-час. Скачок был обусловлен изменением цен на энергоносители в Швеции, откуда Литва получает электричество по подводному соединению NordBalt.



На цены также повлияли продолжающийся ремонт атомных электростанций в Скандинавии и снижение генерации на ГЭС на 20 % процентов по сравнению с майскими показателями. Кроме того, в июне на 79 % снизились поставки электроэнергии в Литву из Латвии.

Эксперты предполагают, что цена на электроэнергию до начала следующего года останется на том же уровне, но в краткосрочной перспективе она может еще больше вырасти в связи с запланированным ремонтом соединения NordBalt. По мнению специалистов, литовские власти рискуют оставить потребителей без электричества из-за всевозрастающей зависимости республики от нестабильных поставок энергии из европейских стран.

ЕС и США договорились усилить сотрудничество в сфере энергетики

Евросоюз и Соединенные Штаты договорились усилить сотрудничество в сфере энергетики. Об этом заявил председатель Еврокомиссии Жан-Клод Юнкер по итогам переговоров с американским президентом Дональдом Трампом, которые состоялись 25 июля в Вашингтоне. В Европейском союзе намерены закупать больше сжиженного природного газа у США для диверсификации поставок энергии и рассматривают возможность строительства от 9 до 11 терминалов. Объекты будут финансироваться из бюджета Евросоюза.

29 июня в Лиссабоне по итогам встречи по энергетике Франция, Испания и Португалия приняли совместную декларацию. В частности, в документе отмечено, что страны «с удовлетворением принимают стратегию Европейской комиссии по поводу сжиженного природного газа и его хранения, принятую в феврале 2016 года», и подчеркнута «важность СПГ для диверсификации источников и путей поставок в ЕС с целью сократить зависимость и укрепить энергетическую безопасность».

Стороны также заявили о насущной потребности развития инфраструктуры для транспортировки и хранения сжиженного природного газа «как определяющего фактора

для безопасности поставок на европейский рынок природного газа».

В настоящий момент в Испании расположено 8 регазификационных терминалов, один находится в Португалии. Суммарное же количество их на территории Европы достигает 21. До этого Испания неоднократно заявляла, что именно она сыграет ключевую роль в диверсификации поставок газа в Европу за счет поставок СПГ водным путем.

Япония планирует производить только электромобили и гибриды

Японские автопроизводители намерены к 2050 году полностью отказаться от выпуска продукции с бензиновыми и дизельными двигателями и перейти к производству исключительно электромобилей и машин с гибридными установками. Об этом говорится в стратегии, утвержденной министерством экономики, торговли и промышленности страны.

К указанному сроку правительство Японии постановило сократить вредные выбросы японских автомобилей на 80 % по сравнению с показателями 2010 года. С этой целью руководство страны намерено добиться того, чтобы каждый продаваемый в мире японский автомобиль был либо электромобилем, либо гибридом, либо автомобилем с двигателем на топливных элементах.

В ближайшие десятилетия Япония планирует активно развивать передовые технологии создания двигателей и аккумуляторов. Таким образом страна внесет свой вклад в реализацию Парижского соглашения по климату. «Долгосрочная цель, которую мы поставили перед собой, заключается в распространении электромобилей по всему миру и внесении вклада в задачу по ликвидации выбросов парниковых газов в глобальном масштабе», – подчеркнул глава экономического ведомства Хиросигэ Сэко. Ранее стало известно, что крупнейшая в Японии автомобилестроительная корпорация Toyota Motor планирует к 2025 году полностью прекратить выпуск автомобилей с бензиновыми или дизельными двигателями. Такую же цель намерена реализовать к 2030 году японская компания Mazda.

Иран на мировом рынке нефти

По данным Международного энергетического агентства, Иран является третьей в мире страной по запасам нефти, которые составляют 18,8 млрд т, или 9,9 % от общемировых ресурсов. Также государство обладает 16 % мировых запасов природного газа. На территории страны расположено крупнейшее в мире газовое месторождение – Южный Парс.

Согласно оценке аналитиков Reuters, около 40 % иранского экспорта углеводородов приходится на европейский рынок. Инвестиции ЕС (преимущественно Германии, Франции и Италии) в иранские проекты с 2016 года превысили \$ 20 млрд.

Порядка 60 % экспорта сырой нефти и газового конденсата из Ирана отправляется на азиатские нефтеперерабатывающие заводы. Крупнейшими потребителями сырья в этом регионе являются Китай и Индия.

Примечательно, что Индия была одной из немногих стран, которые продолжали торговать с Тегераном во время предыдущего раунда западных санкций. Однако в июне Государственный банк Индии (SBI) сообщил нефтеперерабаты-



вающим компаниям, что с ноября он не будет обрабатывать платежи за иранскую сырую нефть. Китай, в свою очередь, не намерен поддерживать американскую инициативу блокировки экспорта нефти из Ирана. Россия же пока занимает нейтральную позицию в этом вопросе.

Руководство самого Ирана настроено решительно в отношении защиты своих интересов. Так, Тегеран планирует позволить торговать нефтью не только государственным, но и частным компаниям. Кроме того, в случае введения санкций государство готово лишиться возможности экспорта все страны Ближнего Востока, перекрыв Ормузский пролив (через этот участок транспортируется до 20 % мирового объема нефти).

По мнению экспертов, в текущей ситуации решающую для Ирана роль может сыграть позиция Китая. По данным таможенной службы КНР, в 2017 году совокупный объем импорта нефти в страну вырос на 10,2 % – до 419,6 млн т. На китайском рынке Иран по итогам прошлого года занял шестое место среди основных поставщиков энергосырья с долей 7,3 %. Интерес Пекина к дешевеющей иранской нефти подогревается торговым противостоянием с Соединенными Штатами. Китайцы развивают биржевые торги нефтью за юани и юаневые платежные системы, поэтому возможные карательные меры со стороны Соединенных Штатов для них не представляют большой угрозы.

Экономисты сошлись во мнении, что у США не получится полностью заблокировать поставки из Ирана на мировой рынок. Более того, по мнению аналитиков, действия Вашингтона в отношении Тегерана могут бумерангом ударить по американской экономике. На рынке нефти ожидается дефицит из-за политической обстановки в Ливии и спада добычи в Венесуэле. Антииранские санкции приведут к тому, что мировой рынок недосчитается еще около 800 тыс. баррелей нефти в сутки. Подорожание сырья всегда болезненно отражается на стоимости бензина, и топливо в США уже выросло в цене до \$ 3,22 за галлон. В пересчете на литр это около \$ 0,85, или около 53 российских рублей.

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

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЕЕ ТРАНСПОРТ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Максимальные годовые потери электроэнергии на ее транспорт в электросетях в развитых европейских странах составляют 4,5–7 %. За последние годы белорусским энергетикам удалось практически вплотную приблизиться к этим значениям. По итогам 2017 года технологический расход электроэнергии в Белорусской энергосистеме составил 8,85 %. Результаты реализации проекта «Разделение сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения в Шарковщинском РЭС» свидетельствуют о том, что потенциал снижения этого показателя еще не исчерпан.



О.М. АПЕТЕНОК,
главный инженер филиала
«Глубокские электрические сети»
РУП «Витебскэнерго»

Для эффективной работы по снижению потерь электрической энергии необходимо четко представлять себе точное место очага сверхнормативных потерь и объем утечки электрической энергии. Только в этом случае можно принять верное решение о мерах по сокращению потерь, реализовать их и привести этот показатель в данном узле к нормативным величинам. Реальную возможность эффективно решить эту проблему дает внедрение такой инновации, как разделение сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения.

Опыт разделения сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения

Во втором полугодии 2014 года в филиале «Глубокские электрические сети» РУП «Витебскэнерго» был реализован проект «Разделение сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения в Шарковщинском РЭС». В ходе осуществления проекта на каждом вводе 0,4 кВ трансформаторов 10/0,4 кВ были установлены счетчики для балансового учета электрической энергии с возможностью передачи данных по средствам GSM-связи. Такими приборами были оснащены все трансформаторные подстанции (ТП) 10/0,4 кВ Шарковщинского района, независимо от их ведомственной принадлежности. Кроме того, была произведена замена

установленных на ТП счетчиков сельскохозяйственной и промышленной групп потребителей, а также счетчиков, предназначенных для нужд уличного освещения, на электронные устройства коммерческого учета электроэнергии.

Всего в ходе реализации проекта было установлено 815 счетчиков электрической энергии и 477 GSM-модемов (более подробно ход реализации проекта в Шарковщинском РЭС описан в статье «Разделение потерь электрической энергии по уровням напряжения в распределительной сети» в № 4 (46) научно-практического журнала «Энергетическая стратегия» за июль–август 2015 года, с. 18–20).

В результате реализации проекта появилась возможность в автоматическом режиме сводить баланс:

- по каждой из ВЛ 10 кВ на основании данных счетчиков, установленных на ПС и ТП (баланс в сети 10 кВ, рис. 1);
- по зонам ТП на основании данных контрольного счетчика, установленного на вводе 0,4 кВ трансформатора, и приборов учета, установленных у абонентов (баланс в сети 0,4 кВ).

Кроме того, в связи с тем, что показания приборов учета электрической энергии, установленных на ТП, фиксируются в автоматическом режиме, отпала необходимость в ежемесячном снятии этих показаний силами персонала.



В.И. ЛАГУН,
главный инженер
Шарковщинского РЭС филиала
«Глубокские электрические сети»
РУП «Витебскэнерго»

Реализация проекта позволила также с высокой степенью достоверности оценить фактический эффект от следующих мероприятий:

- замена неэкономичных (недогруженных) трансформаторов 10/0,4 кВ;
- компенсация реактивной мощности в сети 0,4 кВ;
- выбор мест нормальных разрывов;
- замыкание в кольцо линий 10 кВ, питающихся от одного источника;

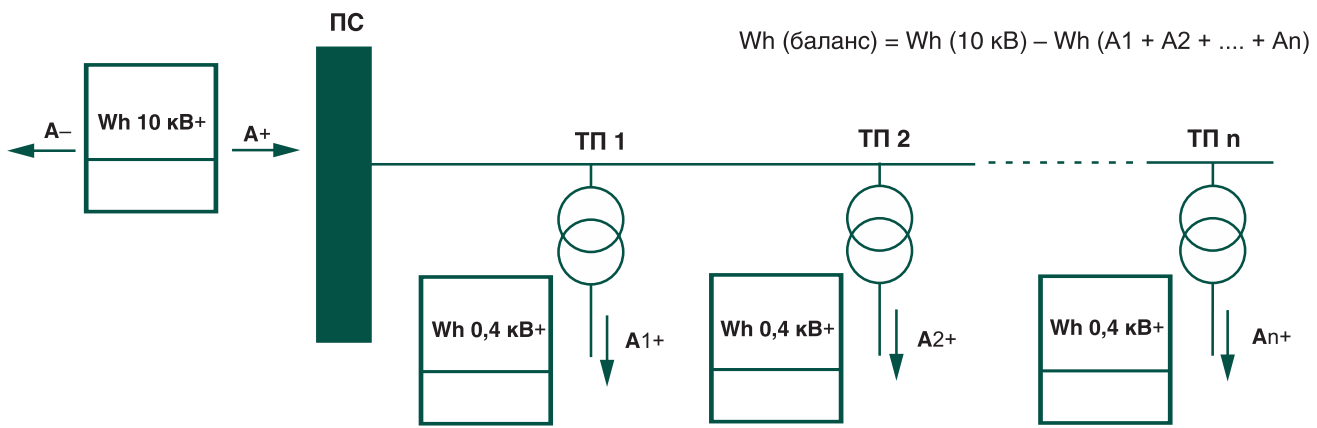


Рис. 1. Баланс электроэнергии по линии 10 кВ

- включение в работу автоматики регулирования напряжения (АРН) на ПС;
- обрезка крон деревьев под ВЛ 0,4 кВ;
- ревизия контактных соединений на ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,4 кВ.

Составление балансов

Главным результатом разделения сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения стала возможность сводить балансы в сетях в автоматическом режиме. Это позволило:

- достоверно определить загрузку трансформаторов 10/0,4 кВ, разделить на нагрузку по участкам линии 10 кВ и на основании данных о загрузке участков провести оптимизацию сети 10 кВ;
- выбрать оптимальную мощность трансформатора ТП и сечение проводника в сети 0,4 кВ, достоверно определив нагрузки в сетях этого напряжения;
- оценить влияние качества напряжения и метеоусловий на уровень потерь электрической энергии в сети РЭС;
- оценить полученный эффект от внедрения мероприятий, направленных на снижение потерь как в сети 10 кВ, так и в сети 0,4 кВ;
- выявить места сверхнормативных потерь в сети 10 кВ (некачественные контакты, трансформаторы с завышенными значениями потерь холостого хода, места утечки и т.д.);
- выявить зоны ТП со сверхнормативными потерями в сети 0,4 кВ, обусловленными неисправностью работы счетчиков у абонентов, недоплатой за потребленную электрическую энергию или ее хищением;
- оперативно устранять сверхдопустимые значения потерь в ТП, а также

более рационально использовать силы рейдовых бригад.

Несмотря на то что создание системы АСКУЭ в рамках реализации проекта было завершено в 2014 году, проведение пусконаладочных работ и автоматизация процессов по составлению балансов замедлили разделение сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения, и оно было выполнено в РЭС только начиная со второго полугодия 2015 года.

Составление и анализ балансов по ступеням напряжения, по линиям и участкам линий 10 кВ, по зонам ТП позволили локализовать очаги потерь, выработать новые направления в работе, определить

новые места и объемы утечки электрической энергии.

Так, во втором полугодии 2015 года (рис. 2) потери в сети 10 кВ РЭС составляли 5,44 %, в первом полугодии 2018 года – 3,67 %, то есть снижение составило 1,77 %.

Благодаря созданию системы АСКУЭ были выявлены и устранены следующие причины сверхнормативных потерь в сети 10 кВ:

- плохие контактные соединения в сети 10 кВ (контактные соединения разъединителей, место соединения провода с проходным изолятором, места соединения проводов с применением плашечного зажима);

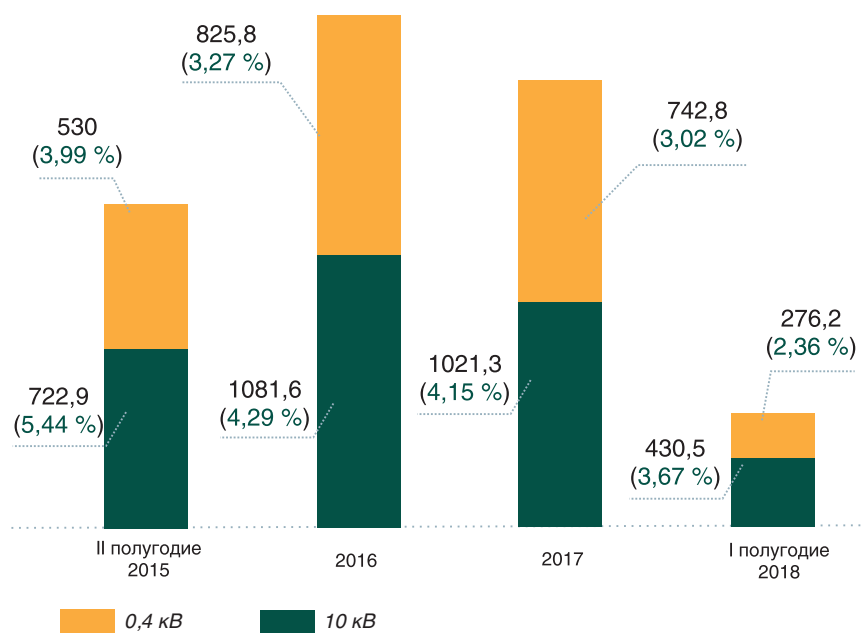


Рис. 2. Потери электрической энергии в Шарковщинском РЭС по ступеням напряжения 10 и 0,4 кВ, тыс. кВт·ч

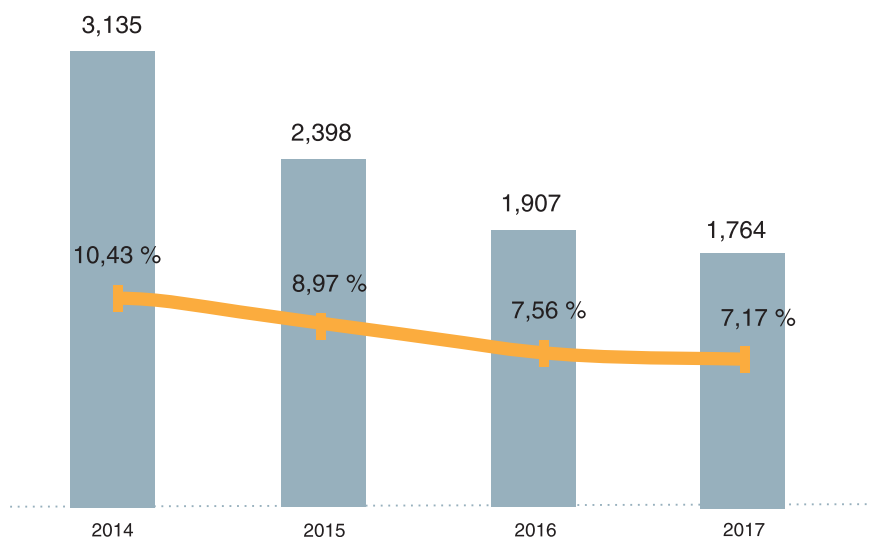


Рис. 3. Динамика потерь электрической энергии по Шарковщинскому РЭС за 2014–2017 годы, млн кВт·ч

- нарушение контактных соединений в РУ 10 кВ ТП (наибольшее количество нарушений в ходе тепловизионного контроля выявлено на ТП, находящихся на балансе потребителя, не имеющего специализированного персонала и средств для должного обслуживания ТП);

- наличие в сети трансформаторов с потерями холостого хода, значительно превышающими паспортные величины.

Существенная часть сверхнормативных потерь в сети обусловлена плохими контактными соединениями – местами, где электрическая энергия преобразовывается в тепловую и рассеивается. Найти такое место без специального прибора – тепловизора – проблематично, а восстановление контакта методом затяжки не дает эффекта.

В целях снижения величины потерь в сети 10 кВ в РЭС:

- пересмотрен перечень сезонных ТП (раньше их было 19, после установки приборов контрольного учета на ТП стало 46), согласованы с потребителями новые графики отключения;
- за три года в РЭС произведена передвижка 214 трансформаторов, в результате суммарная установленная мощность уменьшилась с 55,136 МВА до 45,847 МВА, тем самым увеличив процент загрузки трансформаторов с 13,1 % до 15,7 %;
- перенесен ряд нормальных разрывов, реализуются планы по оптимизации сети, включающие демонтаж невостребованных трансформаторных подстанций.

Результаты работы по снижению технологических потерь электроэнергии

Определение и локализация очагов потерь, выработка и реализация комплекса мероприятий, а также совместная целенаправленная работа персонала РЭС и Энергосбыта позволили за три года снизить величину потерь в Шарковщинском РЭС более чем на 3 % (рис. 3). Так, в течение этого периода годовая величина потерь электрической энергии в РЭС уменьшилась на 1,37 млн кВт·ч, или на 3,26 %. Логично, что наибольшее снижение было достигнуто в первый год после реализации проекта (в 2015 году) и составило 737 тыс. кВт·ч, или 1,46 %, поскольку в первую очередь устранялись узкие места, приводящие к сверхнормативным потерям наибольшей величины. Во второй год (2016 год) снижение составило 491 тыс. кВт·ч, или 1,41 %, в третий – 143 тыс. кВт·ч, или 0,39 %.

Снижение потерь в РЭС на 3,26 % за три года не кажется чем-то выдающимся, но стоит принять во внимание, что потери сократились на фоне значительного снижения пропуска электроэнергии через сеть РЭС. В частности, он снизился с 30,450 млн кВт·ч в 2014 году до 24,586 млн кВт·ч в 2017 году. Снижение составило 5,864 млн кВт·ч, или 19,3 %. Если бы величина пропуска электроэнергии через сеть осталась на уровне 2014 года, процент потерь в РЭС за 2017 год составил бы 6,05–6,20 %, поскольку доля нагрузочных потерь не-

значительна – всего 14 % в общей структуре технологических потерь.

В физических величинах в 2017 году потери составили 1,764 млн кВт·ч (рис. 3), в 2014-м этот показатель достигал 3,135 млн кВт·ч. Таким образом, за три года объем потерь электрической энергии снизился на 1,371 млн кВт·ч, или на 44 % (в 1,8 раза). Если по итогам работы за первое полугодие 2014 года потери в РЭС составляли 1,556 млн кВт·ч (10,21 %), то в первом полугодии 2018 года – 0,707 млн кВт·ч (6,03 %). То есть в физических величинах фактические потери электроэнергии в РЭС за 4 года снизились в 2,2 раза, причем это снижение имеет место как в сети 10 кВ, так и в сети 0,4 кВ.

Источники потерь

Следует отметить, что потери в сети напряжением 10 кВ более осязаемы. Поскольку их величина незначительно зависит от сезона, достаточно один раз привести этот показатель к нормативным значениям, поддерживая их в дальнейшем путем надлежащего планового обслуживания линий и ТП. С потерями в сети напряжением 0,4 кВ все намного сложнее. Здесь имеет место сезонная составляющая, которую в обязательном порядке нужно учитывать при проведении анализов по зонам ТП. Наибольшие колебания сезонная составляющая имеет на ТП, питающих бытовых абонентов. В качестве примера возьмем ТП Ш-850, к которой привязаны 51 точка учета по бытовой группе потребителей и одна точка учета банковской группы «уличное освещение». Потери по зоне данной ТП (рис. 4) в феврале 2017 года составили –25 %, а в октябре +20 %. Суммарные потери по итогам года практически равны расчетной величине – 2,8 тыс. кВт·ч, или 4 %, при отпуске в сеть 69 тыс. кВт·ч. Таким образом, сезонная составляющая в феврале по ТП Ш-850 составила –29 %, в октябре +16 %. В настоящий момент проблема высоких колебаний сезонной составляющей актуальна для РЭС, поскольку данная величина имеет ограничение – максимум 2,6 % от пропуска через сеть. В дальнейшем замена приборов учета у бытовых абонентов и внедрение систем АСКУЭ-быт позволят свести к минимуму влияние сезонной составляющей на величину фактических потерь электрической энергии.

В сети 0,4 кВ, как и в сети 10 кВ, столь же остро стоит проблема с нагревами

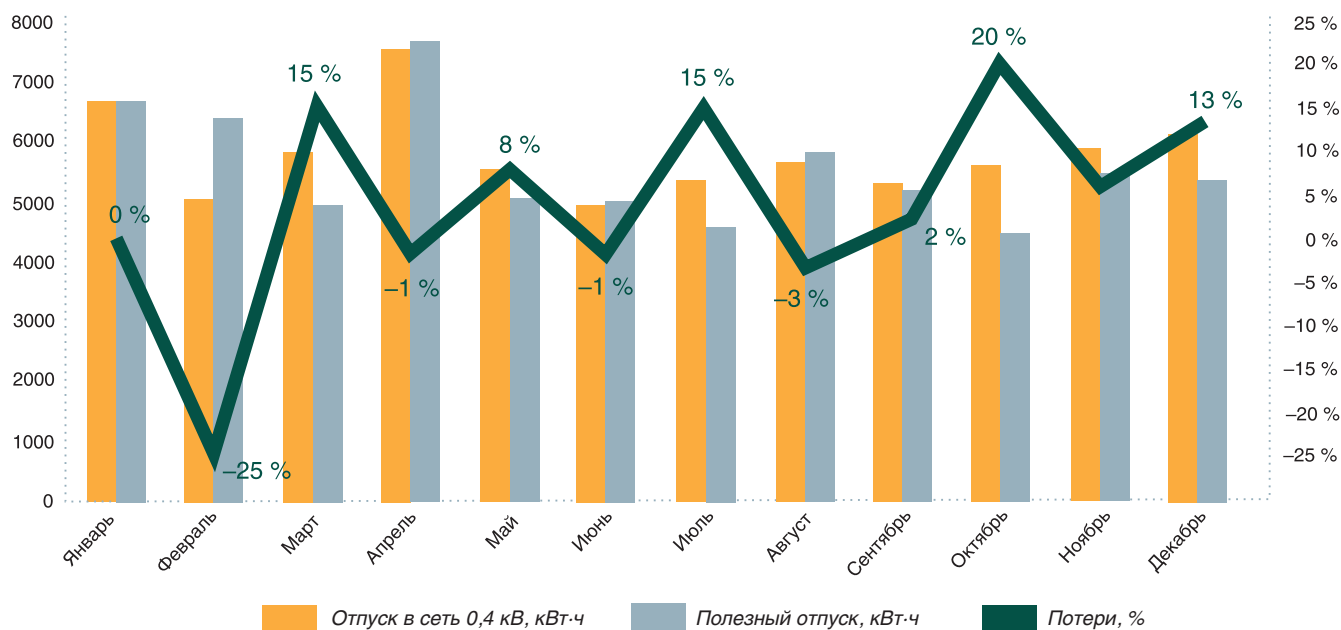


Рис. 4. Потери в сети 0,4 кВ по ТП Ш-850 за 2017 год

контактных соединений. Нагревы встречаются на ТП ниже установленного прибора балансового учета, а также в местах соединения провода на ВЛ 0,4 кВ, соединения ответвления от ВЛ 0,4 кВ и ввода в здание. Но утечки наибольшей величины, связанные с плохим контактом, наблюдаются в электроустановках, находящихся на балансе потребителя, – это вводные устройства. Особого внимания требуют вводные распределительные устройства многоквартирных жилых домов советской постройки и их распределительные щиты, установленные на лестничных площадках.

В 2015 году в РЭС было порядка 80 ТП со сверхнормативными потерями электрической энергии, что составляло около 17 % от их общего числа. Сегодня таких ТП только 30. На этих ТП контролируется динамика потерь электрической энергии, увеличена частота посещения абонентов контролерами, устанавливаются дополнительные контрольные приборы учета электрической энергии, ведутся замеры нагрузки на вводах в здания в дневное и ночное время, производится вынос расчетного учета на (за) границу землепользования. На данных ТП сконцентрированы силы рейдовой бригады участка Энергосбыта. То, что их количество за три года уменьшилось на 50, еще не значит, что работа по поиску и ликвидации очагов сверхнормативных потерь была проведена только по 50 ТП. На самом деле подстанций, на которых были найдены и локализованы очаги сверхнормативных

потерь, в три раза больше. При ежемесячном мониторинге потерь в сети 0,4 кВ в РЭС выявляются все новые единичные ТП, где происходит рост небаланса и, соответственно, его отклонение от нормативных величин. Как правило, резкий рост небаланса свидетельствует о занижении показаний приборов учета абонентом, неоплате потребленной электрической энергии, выходе из строя прибора учета или хищении электроэнергии.

Как показывает практика, если оперативно не принять меры по отысканию источника потерь, величина небаланса будет носить устойчивый характер и иметь тенденцию к росту. В дальнейшем, в связи с ликвидацией перекрестного субсидирования и повышения тарифов для населения, одновременно будет расти и проблема недоплат и неплательщиков за потребленную электроэнергию, а также хищений электрической энергии, соответственно, возрастет и количество проблемных ТП, которые без внедрения предложенного разделения сети будет выявить весьма проблематично.

Заключение

До реализации проекта по разделению сети 10–0,4 кВ по уровням напряжения потери в Шарковщинском РЭС составляли 10,43 %, или 3,135 млн кВт·ч. Дальнейшее их снижение было возможно за счет внедрения стандартных организационно-технических мероприятий, но эффект

этих мероприятий мог быть отдаленным по времени, при этом уровень ежегодного снижения потерь ориентировочно составил бы порядка 0,1–0,2 % в год, учитывая тенденцию снижения пропуска электроэнергии через сеть РЭС. Реализация проекта быстро и эффективно решила эту проблему.

Эффективность такого подхода к снижению потерь в электросетях доказана на практике не только в Шарковщинском РЭС. Во втором полугодии 2017 года аналогичный проект был реализован в Миорском РЭС Глубокских электросетей. В целом на данный момент созданная в Миорском РЭС система АСКУЭ охватывает порядка 670 ТП и включает в себя более 1,1 тыс. приборов учета. В результате уже в первом полугодии 2018 года потери в РЭС снизились на 211 тыс. кВт·ч, или на 1,21 %.

Это позволяет считать, что внедрение такого подхода во всех РЭС Белорусской энергосистемы позволит получить инструмент, при умелом использовании которого можно в порядке текущей эксплуатации сети снизить фактические потери электроэнергии в РЭС до уровня европейских стран без значительных вложений. Без данного инструмента работа по снижению потерь до приемлемого уровня потребует больших затрат и затянется во времени.

Следует добавить, что фактический динамический срок окупаемости проекта в Шарковщинском РЭС составил немногим менее двух лет.

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПГУ. ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЙ И КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ЦИКЛЫ

В Беларуси расчет технико-экономических показателей работы оборудования ТЭС ГПО «Белэнерго», генерирующего тепловую и электроэнергию по традиционному и высокотемпературному газовому циклу, производится по методике, которую можно использовать при всех возможных вариантах использования сбросного тепла ГТУ [1]. В [1, 2] приведены отдельные варианты применения методики для конденсационных парогазовых и теплофикационных блоков, а также для газотурбинных надстроек ТЭС с поперечными связями. Цель данной статьи – показать методику определения исходных показателей для анализа эффективности работы ПГУ с отпуском тепла и расчета составляющих, влияющих на изменение удельного расхода топлива на ТЭС и в энергосистеме.

Часть 1.

На современном этапе развития парогазовых технологий существует настоятельная необходимость создания методики для анализа эффективности ПГУ различных схем исполнения с отпуском тепла внешним потребителям и/или на собственные нужды, а также для оценки эффективности работы ПГУ в составе энергосистемы. Между тем в настоящее время имеются методики определения показателей [4] и порядка анализа [5] только для установок паросилового цикла. В настоящей статье показана возможность применения этих методик для расчета и анализа показателей работы ПГУ с отпуском тепла, характеризующих экономичность выработки и отпуска электроэнергии. Такими показателями являются удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию, расход топлива на отпуск электроэнергии по теплофикационному и конденсационному циклам, а также удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении.

Показатель удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении наряду с другими показателями позволяет не только проводить анализ термодинамической и технологической эффективности теплофикации, но и использовать полученные данные как для сопоставления эффективности различных циклов выработки электроэнергии и тепла на отдельных теплофикационных комплексах, так и для оценки влияния работы различных видов и групп оборудования теплоэлектростанций (ТЭС) с парогазовыми установкам (ПГУ) на общие показатели энергосистемы, а также для проведения оптимизационных расчетов распределения электрических нагрузок между ТЭС энергосистемы.

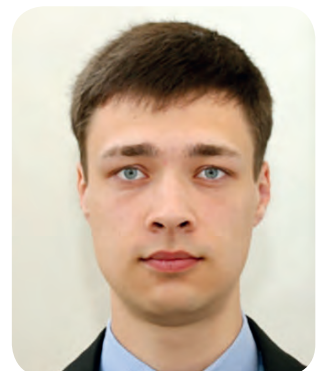
Удельная теплофикационная выработка электроэнергии характеризует совершенство цикла выработки электроэнергии газотурбинного и паросилового циклов и зависит от параметров тепла, отпускаемого внешним потребителям и на собственные нужды. Применение показателя необходимо не только для расчета эффективности теплофикации на базе нормативных характеристик оборуду-



А.Н. ДУБРОВЕНСКИЙ,
ведущий инженер-программист
группы топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



С.В. КВАНДЕЛЬ,
инженер по наладке
тепломеханического оборудования
группы топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»



С.А. НЕНАХОВ,
инженер по наладке
тепломеханического оборудования
группы топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»

дования ТЭС, но и для анализа фактических отчетных данных об оценке влияния составляющих расхода топлива на отпуск электроэнергии отдельного оборудования и групп оборудования как на ТЭС, так и между группами оборудования энергосистемы. Такими составляющими в соответствии с [5] являются изменения доли теплофикационной выработки электроэнергии на ТЭС и в энергосистеме, структуры выработки электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам, а также экономичности выработки электроэнергии.

Определение удельной теплофикационной выработки электроэнергии

Величины удельных теплофикационных выработок на i-м потоке тепла, отпускаемого от группы оборудования ПГУ внешним потребителям и на собственные нужды, могут быть определены по общей формуле [3]

$$W_i^{ПГУ} = W_i^{ГТУ} + W_i^{ПТУПГУ} + \frac{W_i^{ГТУ} \cdot W_i^{ПТУПГУ}}{1163}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{Гкал}, \quad (1)$$

где $W_i^{ГТУ}$ – величина условной удельной теплофикационной выработки ГТУ, определяемая по формуле [3]

$$W_i^{ГТУ} = 1163 \cdot \frac{\eta_{ГТУ}^{\text{э}} \cdot \eta_{ГТУ}^{\text{эм}} \cdot \beta_{\text{дож}}}{\eta_{\text{ук}} \cdot \eta_{ГТУ}^{\text{эм}} - 100 \cdot \eta_{ГТУ}^{\text{э}} \cdot \beta_{\text{дож}}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{Гкал}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{ук}}$ – коэффициент полезного действия условного котла (может быть определен из нормативных характеристик); $\eta_{ГТУ}^{\text{э}}$ – электрический коэффициент полезного действия ГТУ

(может быть определен из нормативных характеристик);

$$\beta_{\text{дож}} = \frac{B_{ГТУ}}{B_{ГТУ} + B_{\text{дож}}} - \text{коэффициент учета дожига топлива}$$

(для схем без дожига $\beta_{\text{дож}} = 1$), где $B_{ГТУ}$ – расход топлива в камеру сгорания ГТУ, т.у.т., $B_{\text{дож}}$ – расход топлива на дожиг в блоке дожигающих устройств и/или в котле-утилизаторе, т.у.т. (могут быть определены из нормативных характеристик); $\eta_{ГТУ}^{\text{эм}}$ – электромеханический коэффициент полезного действия ГТУ (может быть определен из нормативных характеристик).

Результаты расчетов величин удельной теплофикационной выработки для различных энергоблоков приведены на рисунке, условия построения – в таблице.

Тепловой баланс и КПД условного котла

В [1] введено понятие условного котла, который объединяет газотурбинную установку (ГТУ) и утилизирующую теплоту ее сбросных газов котельную установку (КУ).

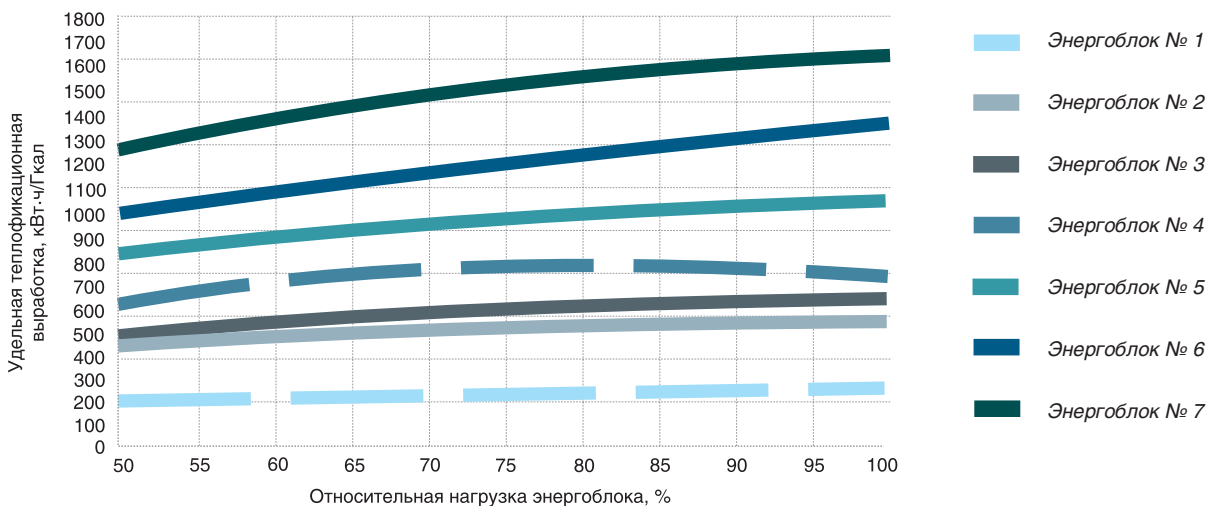
Уравнение теплового баланса условного котла для ПГУ сбросного типа можно представить в виде

$$Q_{\text{н.у}}^{\text{р}} \cdot (B_{ГТУ} + B_{\text{ку}}) + Q_{\text{вн}}^{\text{цикл}} + Q_{\text{ст}}^{\text{ку}} = Q_{\text{э.бр}}^{\text{ГТУ}} + Q_{\text{бр}}^{\text{ку}} + Q_{\text{пот}}^{\Sigma}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{н.у}}^{\text{р}}$ – низшая теплотворная способность условного топлива; $B_{ГТУ}$ – расход условного топлива на ГТУ; $B_{\text{ку}}$ – расход условного топлива, сжигаемого в котле; $Q_{\text{вн}}^{\text{цикл}}$ – теплота, дополнительно (сверх химической теплоты топлива) вносимая в энергетический контур условного котла: подогрев воздуха в калориферах котла, с учетом повышения физической те-

Условия построения зависимостей удельной теплофикационной выработки от относительной нагрузки ПГУ

Параметры	Энергоблок № 1	Энергоблок № 2	Энергоблок № 3	Энергоблок № 4	Энергоблок № 5	Энергоблок № 6	Энергоблок № 7
	Паротурбинный энергоблок (ПТУ)			Парогазовый энергоблок			
Особенности схемы	С промежуточным перегревом пара			Сбросная схема	Утилизационная схема	Утилизационная схема	Утилизационная схема
Давление свежего пара перед ПТУ, МПа	24	13	3,5	13	3,5	8	10
Температура свежего пара перед ПТУ, °С	540	540	435	540	435	485	530
Давление пара в отборе ПТУ, МПа	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Наличие конденсатора в схеме паровой турбины	Есть	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Есть
Давление пара в конденсаторе, кПа	5	5	–	5	–	5	5
Дополнительные условия	Барометрическое давление – 101 325 Па, температура наружного воздуха – 15 °С, относительная влажность воздуха – 60 %, коэффициент мощности генераторов ГТУ и ПТУ – 0,9 о.е.						



Зависимость удельной теплофикационной выработки энергоблока от его относительной нагрузки

плоты топлива при работе дожимного компрессора, подогрева воздуха перед компрессором и пр.; $Q_{ст}^{KV}$ – теплота, входящая в состав тепловой нагрузки котла и вносимая в энергетический контур котла от сторонних источников: за счет нагрева питательной $Q_{п.нас}$ воды в насосах и др., для данного примера $Q_{ст}^{KV} = 0$; $Q_{э.бр}^{ГТУ}$ – расход теплоты брутто на выработку электроэнергии ГТУ $\mathcal{E}_{выр}^{ГТУ}$ с учетом электромеханических потерь $\Delta\mathcal{E}_{эм}^{ГТУ}$ и потерь на наружное охлаждение ГТУ $\Delta Q_{пот}^{ГТУ}$; $Q_{э.бр}^{ГТУ} = 0,86 \cdot (\mathcal{E}_{выр}^{ГТУ} + \Delta\mathcal{E}_{эм}^{ГТУ}) + \Delta Q_{пот}^{ГТУ}$; $Q_{бр}^{KV}$ – теплопроизводительность котла; $Q_{пот}^{\Sigma}$ – потери теплоты: с уходящими газами $Q_{ух}^{KV}$, на наружное охлаждение котла $\Delta Q_{пот}^{KV}$ и пр.

При этом КПД брутто условного котла по прямому балансу (для энергоблока – средневзвешенный КПД условных котлов) вычисляется по формуле

$$\eta_{бр}^{ук} = \frac{Q_{э.бр}^{ГТУ} + Q_{бр}^{KV} - Q_{ст}^{KV}}{Q_{н.у}^p \cdot (B_{ГТУ} + B_{KV}) + Q_{цикл}^{вн}} \quad (4)$$

КПД брутто условного котла по обратному балансу (для расчета номинальных значений ТЭП) определяется из нормативных характеристик.

Уравнение теплового баланса котла можно представить в виде

$$[(Q_{бр}^{KV} - Q_{сч}^{KV} - \Delta Q_{пот}^{ГТУ}) + (Q_{пэн})] = [Q_{э}^{ПТУ} + Q_{сч}^{ПТУ}] + [Q_{отп}^{ПГУ} - Q_{сет.нас} + \Delta Q_{пот}^{отп}] + [Q_{сч}^{ГТУ}] \quad (5)$$

где $Q_{э}^{ПТУ}$ – расход теплоты на выработку электроэнергии паротурбинной установкой $\mathcal{E}_{выр}^{ПТУ}$, определяемый известным образом [2]; $Q_{сч}^{ПТУ}$ – расход теплоты на собственные нужды паротурбинной установки; $Q_{сч}^{KV}$ – расход теплоты на собственные нужды котла, включая затраты, связанные с восполнением потерь пара и конденсата собственного технологического цикла, затраты на отопление и вентиляцию помещений, относимых к котельной установке, и пр.; $Q_{пэн}$ – тепло, внесенное в цикл питательными электронасосами (ПЭН); $\Delta Q_{пот}^{ПТУ}$ – потери теплоты на ее транспорт от котла к ПТУ; $\Delta Q_{пот}^{отп}$ – потери теплоты, связанные с ее отпуском потребителю; $Q_{сет.нас}$ – теплота сетевой воды, полученная при ее нагреве в сетевых насосах (на схеме не показаны); $Q_{сч}^{ГТУ}$ – расход теплоты на собственные нужды

ГТУ (при расчете номинальных ТЭП определяется из нормативных характеристик).

Исходные показатели для анализа эффективности работы ПГУ с отпуском тепла

Для любой паротурбинной и/или парогазовой установки справедлива система уравнений:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = \mathcal{E}_{кц} + \mathcal{E}_{тф} \\ \mathcal{E}_{отп} = \mathcal{E}_{отп.кц} + \mathcal{E}_{отп.тф} \\ b_{э} \cdot \mathcal{E}_{отп} = b_{э.кц} \cdot \mathcal{E}_{отп.кц} + b_{э.тф} \cdot \mathcal{E}_{отп.тф} \end{cases} \quad (6)$$

где \mathcal{E} , $\mathcal{E}_{отп}$, $b_{э}$ – выработка электроэнергии, отпуск электроэнергии и удельный расход топлива на отпуск электроэнергии соответственно (порядок их определения рассмотрен ниже); $\mathcal{E}_{тф}$, $\mathcal{E}_{отп.тф}$, $b_{э.тф}$ – выработка электроэнергии, отпуск электроэнергии и удельный расход топлива на отпуск электроэнергии по теплофикационному циклу соответственно (порядок их определения рассмотрен ниже); $\mathcal{E}_{кц}$, $\mathcal{E}_{отп.кц}$, $b_{э.кц}$ – выработка электроэнергии, отпуск электроэнергии и удельный расход топлива на отпуск электроэнергии по конденсационному циклу соответственно, определяются по остаточному принципу:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_{кц} = \mathcal{E} - \mathcal{E}_{тф} \\ \mathcal{E}_{отп.кц} = \mathcal{E}_{отп} - \mathcal{E}_{отп.тф} \\ b_{э.отп.кц} = \frac{b_{э} \mathcal{E}_{отп} - b_{э.тф} \mathcal{E}_{отп.тф}}{\mathcal{E}_{отп} - \mathcal{E}_{отп.тф}} \end{cases} \quad (7)$$

По известным значениям величин удельных теплофикационных выработок на i -м потоке тепла и известному значению отпуска тепла внешним потребителям и на собственные нужды из i -го отбора паротурбинной установки (ПТУ) в составе ПГУ $Q_i^{отб}$ могут быть определены величины выработки электроэнергии на тепловом потреблении ПТУ, ГТУ и ПГУ в целом:

$$\mathcal{E}_{\text{ТФ}}^{\text{ПГУ}} = \frac{W_i^{\text{ПГУПГУ}} \cdot Q_i^{\text{ОТБ}}}{1000}, \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}, \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ТФ}}^{\text{ГТУ}} = \frac{W_i^{\text{ГТУ}} \cdot Q_i^{\text{ОТБ}}}{1000} \cdot \left(1 + \frac{W_i^{\text{ПГУПГУ}}}{1163} \right), \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}, \quad (9)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ТФ}}^{\text{ПГУ}} = \frac{W_i^{\text{ПГУ}} \cdot Q_i^{\text{ОТБ}}}{1000}, \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}. \quad (10)$$

Для расчета удельных расходов топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ в предлагаемом порядке определяются следующие показатели:

- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от паросиловой части;
- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от паросиловой части по теплофикационному циклу;
- удельный расхода топлива на отпуск электроэнергии от газотурбинной части;
- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от газотурбинной части по теплофикационному циклу (в большинстве случаев, то есть при отсутствии конденсационных потоков от ГТУ, принимается равным удельному расходу топлива на отпуск электроэнергии от газотурбинной части);
- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ;
- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ по теплофикационному циклу;

- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от ПГУ по конденсационному циклу;
- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от паросиловой части по конденсационному циклу;
- удельный расход топлива на отпуск электроэнергии от газотурбинной части по конденсационному циклу (в большинстве случаев, то есть при отсутствии конденсационных потоков от ГТУ, принимается равным удельному расходу топлива на отпуск электроэнергии от газотурбинной части).

Список литературы

1. Качан, С.А. К вопросу определения показателей топливоиспользования парогазовых установок / С.А. Качан, В.И. Филазафович // Изв. вузов и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2010. – № 1. – С. 88–92.
2. Качан, С.А. Определение показателей топливоиспользования теплофикационных парогазовых установок утилизационного типа / С.А. Качан, В.И. Филазафович, А.Н. Дубровенский // Изв. вузов и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2010. – № 6. – С. 84–90.
3. Филазафович, В.И. Расчет и анализ технико-экономических показателей парогазовой части ТЭС с поперечными связями / В.И. Филазафович, А.Н. Дубровенский // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 3. – С. 58–60.
4. Методические указания по подготовке и передаче информации о тепловой экономичности работы электростанций и энергосистем. – М., 1984.
5. О совершенствовании анализа топливоиспользования в энергообъединениях. Эксплуатационный циркуляр № 3/80.



С Днем строителя!

ИННОВАЦИИ И НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ГАЗОСНАБЖЕНИИ

Сегодня на Витебщине функционирует сложное, разветвленное газовое хозяйство, оснащенное современной техникой. Для его эффективной эксплуатации в каждом районе области сформирован коллектив газовиков, способный решать задачи любой сложности. Высокий профессионализм специалистов стал одним из важнейших факторов успешного внедрения инноваций и прогрессивных технических решений на УП «Витебскоблгаз».



С.В. СВИРИДЕНКО,
заместитель главного инженера
УП «Витебскоблгаз»

Развитие систем газоснабжения, условия их использования, рост числа потребителей газа требуют постоянного совершенствования технологии строительства и эксплуатации газовых сетей и оборудования на основе внедрения современных технических разработок и методов диагностирования, повышения качества технического обслуживания, своевременной замены морально и физически устаревшего газового оборудования.

Специалисты УП «Витебскоблгаз» активно разрабатывают и реализуют мероприятия по техническому перевооружению и совершенствованию производственных процессов, что позволяет не отставать от передовых тенденций мировой практики обслуживания сетей газоснабжения, способствует повышению эффективности и качества выполняемых работ. Определяющую роль здесь играет внедрение инновационных технологий и оборудования.

Среди инноваций, применяемых на предприятии, можно выделить специализированную автомобильную технику, в том числе мобильный комплекс неразрушающего контроля и технического диагностирования, а также ряд новых технических решений.

Специализированная автомобильная техника

В целях повышения эффективности и качества ремонтно-восстановительных работ аварийно-восстановительная группа специального назначения УП «Витебскоблгаз» была обеспечена **специализированным автомобилем повышенной проходимости**. Автомобиль оснащен всем необходимым оборудованием, в том числе гидро- и пневмостанциями с комплектом инструмента для работы в загазованной среде, электрогенератором и сварочным аппаратом, шлифовальными и сверлильными станками, а также сенсорным моноблоком (компьютером) для оперативного решения производственных задач при помощи разработанных специалистами УП «Витебскоблгаз» программных продуктов.



1. Специализированный автомобиль повышенной проходимости



2



4



3



5

2. Мобильный комплекс неразрушающего контроля и технического диагностирования

3. Дистанционно управляемый кран

4. Регуляторы-мониторы

5. Система телеметрии групповых емкостных установок сжиженного газа

Кроме того, в автомобиле предусмотрен пассажирский отсек для питания и личной гигиены работников.

Для повышения технологичности ремонтных работ внедрен **бортовой автомобиль МАЗ с грузовой площадкой и краном-манипулятором**, который позволяет заменить две единицы техники. Этот автомобиль отлично зарекомендовал себя и стал незаменимым при работе с оборудованием стоп-системы «Раветти» диаметром до 300 мм и при реагировании на нестандартные ситуации в любой точке области.

На базе грузопассажирского автомобиля Volkswagen Crafter создан **мобильный комплекс неразрушающего контроля и технического диагностирования**. Он оснащен новейшим оборудованием, позволяющим выполнять широкий спектр работ по неразрушающему контролю, в том числе с применением автоматической проявочной машины, гамма-дефектоскопа и автоматической системы радиационного контроля. Использование данного комплекса дает возможность быстро, качественно и безопасно выполнять автономные работы в полевых условиях.

Инновационные технические решения

В настоящее время на территории учебно-тренировочного центра УП «Витебскоблгаз» проходит опытное изучение ряда технических решений, которые планируется применять на действующих объектах систем газораспределения и газопотребления.

Одним из таких решений является **дистанционное управление отключающими устройствами** на распределительных газопроводах. Обеспечивают его автономные пневмо- и электроприводы для надземной запорной арматуры и подземных

шаровых кранов бесколодезной установки. В основе таких автоматических систем лежит принцип автономности, поскольку на отключающих устройствах распределительных газопроводов отсутствует электроснабжение. Внедрение подобного рода устройств в первую очередь поможет повысить безопасность эксплуатации газораспределительных систем за счет быстрого реагирования на аварийные ситуации. Исследуется также возможность использования дистанционного управления отключающими устройствами для ограничения снабжения газом потребителей, не осуществляющих своевременную оплату за голубое топливо. Возможность внедрения этого технического решения появится после получения опытно-экспериментального образца.

Специалистами УП «Витебскоблгаз» проработан вопрос реализации **системы телеметрии групповых емкостных установок сжиженного газа (ГЕУ)**. Техническое решение позволяет контролировать уровень заполнения и давление газа в сосудах и за регулятором, положение предохранительных устройств, а также открытие защитного кожуха резервуара и ящика телеметрии. Кроме того, предохранительно-сбросной клапан (ПСК) сосуда устанавливается с использованием обратного клапана, позволяющего производить замену ПСК без опорожнения сосуда. Данное техническое решение будет реализовано на одной из действующих ГЕУ Витебской области.

Опробован **принцип построения схем редуцирования газа с использованием регулятора-монитора**, позволяющий существенно повысить безопасность газоснабжения потребителей. Использование такого подхода наряду с традиционными предохранительными устройствами (ПЗК и ПСК) и резервными линиями значительно увеличивает надежность работы газорегуляторных пунктов. В настоящее время ведутся проектные работы по модернизации

нескольких объектов в Витебской области с использованием данного принципа.

В учебно-тренировочном центре произведена установка опытных образцов **подземного газорегуляторного пункта (ГРП)** и **подземного комбинированного домового регулятора**. Подобные технические решения не только позволяют сохранить облик окружающего ландшафта и архитектуры, но и существенно облегчают работы по газификации объектов в стесненных условиях. Немаловажно и то, что при установке подземного ГРП существенно снижаются затраты на его эксплуатацию, так как нет необходимости в возведении капитальных строительных конструкций, их содержании и ремонте.

Предприятием совместно с одной из белорусских компаний создан **измерительный программный комплекс «REGIONGAZ»** для контроля технического состояния основного оборудования ГРП. Комплекс прошел всю необходимую сертификацию. Техническое обслуживание ГРП с его использованием соответствует требованиям действующих ТНПА. При этом стоимость комплекса значительно ниже, чем иностранных аналогов, а главное – белорусский производитель готов осуществлять его полное техническое сопровождение в процессе эксплуатации.

На действующих объектах Витебской области продолжается совершенствование **технологии локализации утечек газа в сальниковых камерах и фланцах запорной арматуры** с использованием специальных герметиков. Результаты этой работы говорят о том, что технология может применяться для ремонта газопроводов без снижения давления. В условиях, когда невозможно применить радикальные методы, связанные с остановкой подачи газа, технология позволяет достаточно успешно локализовать места утечек. Использование гидравлической оснастки при нагнетании герметика

дает возможность значительно увеличить скорость выполнения работ и, как следствие, локализовать аварийную ситуацию в кратчайшие сроки.

Значимым шагом в решении проблемы обеспечения безопасности потребителей газа стало новое техническое решение, в основу которого положен **принцип коллективной безопасности многоквартирного жилого дома** с дистанционным контролем концентрации СН и СО в квартирах и помещениях общего пользования и возможностью автоматического управления процессом отключения подачи газа к оборудованию, которое является источником загазованности. В настоящее время ведется проектирование основанной на данном принципе системы, которую планируется установить в 12-квартирном жилом доме в Витебском районе.

Заключение

Применение инноваций позволяет УП «Витебскоблгаз» сократить время, снизить стоимость и повысить качество строительно-монтажных и эксплуатационных работ, что способствует обеспечению безопасного и бесперебойного газоснабжения потребителей.

Сегодня перед газовиками Витебской области стоит задача по дальнейшему совершенствованию инновационной деятельности в сфере газоснабжения, в частности по таким направлениям, как повышение качества обслуживания потребителей и строительство газовых сетей для новых объектов. Главная роль в решении этой задачи принадлежит коллективу предприятия – команде единомышленников, каждый член которой обладает необходимыми профессиональными знаниями, готовностью учиться новому и стремлением к достижению поставленных целей.



6

6. Применение герметиков

7. Элемент системы коллективной безопасности

8. Измерительный программный комплекс «REGIONGAZ»



7



9

9. Подземный комбинированный домовый регулятор

10. Подземный газорегуляторный пункт



8



10

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТАХ ВБЛИЗИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей – задача, требующая особого режима охраны электрических сетей и его неукоснительного соблюдения всеми предприятиями, организациями, учреждениями и гражданами. Статистика свидетельствует, что нарушение этого режима делает электрические сети одним из основных источников электротравматизма. При этом значительная часть электротравм происходит при проведении полевых работ. Во избежание поражения электрическим током необходимо знать и выполнять основные правила электробезопасности.



А.С. ЖЕВНЕРОВИЧ,
государственный инспектор
по энергетическому надзору
Бобруйского отделения
филиала «Энергонадзор»
РУП «Могилевэнерго»

Правилами охраны линий электропередачи определены основные методы их охраны: отвод земельных участков, установление охранных зон и минимально допустимых расстояний до зданий, сооружений, земной и водной поверхности, устройство просек в лесных массивах и зеленых насаждениях, запрещение производства работ, которые могут привести к повреждению электрических сетей. Правилами также определен правовой режим охранных зон воздушных линий электропередачи (ВЛ). При этом территории охранных зон не изымаются из сельскохозяйственного оборота или иного использования. Не ограничивается и доступ граждан на эти территории.

Как не пострадать от электротока

Охрана электрических сетей становится наиболее актуальной в период массового выхода на поля сельскохозяйственной техники, в том числе крупногабаритной. Следует помнить, что правилами предусмотрена обязательность получения разрешений на производство ряда работ вблизи электрических сетей. Такой порядок установлен, чтобы предотвратить повреждение электрических сетей, а главное – исключить нанесение ущерба здоровью и жизни людей, занятых этими работами.

При выполнении сельскохозяйственных работ вблизи ВЛ на металлические корпуса машин и механизмов могут наводиться опасные электрические потенциалы. В случае падения провода ВЛ на машину или соприкосновения машины (механизма) с проводом какая-либо дальнейшая работа на этой машине запрещается. При падении провода ВЛ на машину водитель должен немедленно остановить ее, а затем, не выходя из кабины, освободиться от оборванного провода передвиганием машины. Причем сделать это необходимо как можно быстрее. Если такая возможность отсутствует, нужно сообщить о случившемся владельцу электрических сетей и до прибытия аварийной бригады не предпринимать никаких самостоятельных действий.

Если в результате падения провода ВЛ или возникновения электрического разряда машина загорится, то обслуживающий персонал должен немедленно ее покинуть, но так, чтобы не было одновременного соприкосновения





человека с корпусом машины и землей. Лучше всего спрыгнуть на землю на обе сомкнутые ноги, не держась за машину, и удаляться от нее «гусиным шагом» (пятка шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой) или прыжками на одной или двух сомкнутых ногах до момента снятия напряжения или на расстояние 8–10 м от машины. До прибытия специальной бригады запрещается предпринимать какие-либо действия по пожаротушению. При этом необходимо организовать охрану места происшествия.

Предупредить электротравматизм

Важная роль в предупреждении электротравматизма среди персонала сельскохозяйственных организаций принадлежит руководителям. Филиал «Энергонадзор» РУП «Могилевэнерго» предлагает реализовать следующие меры по обеспечению безопасных условий работ в охранных зонах ВЛ:

- изготовить памятки и плакаты по электробезопасности, вывесить их в кабинах сельскохозяйственной техники, а также на информационных стендах мехдворов;
- предусмотреть заземление машин и механизмов на пневматических колесах, трубопроводов дождевальных установок;
- работы с применением высокогабаритных машин и механизмов в охранных зонах ВЛ проводить по наряду-допуску после согласования с владельцем электрических сетей, в ведении которых находится ВЛ;
- назначить лицо, ответственное за обеспечение требований электробезопасности при выполнении сельскохозяйственных работ в охранных зонах ВЛ (этот специалист должен иметь допуск не ниже IV группы по электробезопасности);
- для выполнения работ в охранных зонах ВЛ назначать не менее двух работников, один из которых должен быть наблюдающим. Единоличная работа разрешается при ус-

ловии одновременной работы как минимум двух агрегатов на расстоянии не более 200 м друг от друга;

- нанести на карту землепользования все ВЛ, проходящие по территории хозяйств, с указанием напряжения и особо опасных мест;
- запретить:
 - работу стогометателя под проводами ВЛ;
 - транспортировку стогов сена, соломы и других подобных грузов, остановку машин и механизмов в охранных зонах ВЛ;
 - нахождение обслуживающего персонала на машине вне кабины или защитного козырька;
 - выполнение ремонтно-профилактических работ на машине, а также работу на ней при приближении или во время грозы;
- требовать от должностных лиц правильной организации работ в электроустановках и в охранных зонах ВЛ;
- принять меры по активизации массово-разъяснительной работы среди персонала и населения об опасности поражения электрическим током при прикосновении к частям ВЛ, находящимся под напряжением, приближении к оборванным проводам.

Лица, ответственные за обеспечение требований электробезопасности, перед началом полевых работ в охранных зонах ВЛ должны провести инструктаж со всеми специалистами, которым предстоит работать в данной зоне, и оформить его записью в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

В ходе инструктажа следует напомнить, что проезд машин и механизмов под проводами ВЛ по проселочным дорогам и вне дорог необходимо производить вблизи опор и поперек оси линии электропередачи. При этом высота машин не должна превышать 4,5 м. Кроме того, каждый работник, занятый на сельскохозяйственных работах в охранных зонах ВЛ, должен знать, что при повреждении линий, обрыве проводов необходимо срочно сообщить об этом дежурному персоналу электрических сетей административного района.

В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

Продолжаем публиковать материалы для работников энергетических служб предприятий. В этом номере разъясняется порядок выдачи заключений о соответствии принимаемого в эксплуатацию объекта проектной документации, требованиям безопасности и эксплуатационной надежности и о возможности ввода в эксплуатацию электро- и (или) теплоустановок; напоминаются требования ТНПА к персоналу, обеспечивающему эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей потребителей, а также предлагается подход к расчету условного перерасхода топлива на теплоисточниках потребителя при неработающих САР.

Приглашаем читателей принять участие в определении тематики дальнейших публикаций рубрики. Специалисты энергонадзора готовы на страницах журнала ответить на ваши вопросы, касающиеся как эксплуатации электро- и теплотехнического оборудования, так и требований ТНПА в этой области.

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

О вопросах выдачи заключений

В практике работы с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями – потребителями электрической и тепловой энергии и энергоснабжающими организациями инспекторы государственного энергетического надзора часто сталкиваются с недостаточным знанием порядка выдачи заключений о соответствии принимаемого в эксплуатацию объекта проектной документации, требованиям безопасности и эксплуатационной надежности и о возможности ввода в эксплуатацию электро- и (или) теплоустановок.

Заключение о соответствии принимаемого в эксплуатацию объекта проектной документации, требованиям безопасности и эксплуатационной надежности

В соответствии с Положением о порядке приемки в эксплуатацию объектов строительства, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 6 июня 2011 года № 716, и единым перечнем административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 февраля 2012 года № 156, органы госэнергонадзора в пределах своей компетенции выдают заключения о соответствии принимаемого в эксплуатацию объекта проектной документации требованиям безопасности и эксплуатационной надежности. Данное заключение в соответствии с пунктами 19 и 22 Положения предъявляется приемочной комиссии при сдаче в эксплуатацию законченных возведением, реконструкцией, реставрацией, капитальным ремонтом, благоустройством и подготовленных к эксплуатации объектов строительства, в том числе очередей строительства, пусковых комплексов. Подпунктом 3.25 перечня определен объем документации, представляемой в орган госэнергонадзора для выдачи заключения:

- заявление председателя приемочной комиссии;
- проектная документация;
- исполнительная документация по выполненным работам (системам энергоснабжения).

Для электро- и теплоустановок (при наличии в составе проектного решения) выдается единое заключение о соответствии принимаемого в эксплуатацию объекта проектной документации, требованиям безопасности и эксплуатационной надежности.

Заключение о возможности ввода в эксплуатацию электро- и (или) теплоустановок

В соответствии с п. 13 и пп. 3.31, 3.31-2 Перечня мероприятий технического (технологического, поверочного) характера, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 2012 года № 1105, при выдаче заключения о возможности ввода в эксплуатацию электро- и (или) теплоустановок, в том числе установленных на объектах с сезонным характером работы, органы госэнергонадзора осуществляют осмотр электро- и (или) теплоустановок и изучают техническую документацию. При этом заключения выдаются отдельно на электроустановки и теплоустановки.

По электроустановкам объем представляемой документации и случаи, когда заключение необходимо, определены Правилами электроснабжения, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 октября 2011 года № 1394, и Инструкцией о порядке осуществления органами государственного энер-

гетического надзора осмотра электроустановок для определения возможности их ввода в эксплуатацию, утвержденной постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 января 2016 года № 2 (зарегистрирована в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 24 марта 2016 года № 8/30780).

Вышеуказанными нормативными правовыми и техническими нормативными правовыми актами (ТНПА) предусмотрены:

- осмотр вновь смонтированных, реконструированных электроустановок, а также электроустановок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей после проведения капитального ремонта здания (сооружения) с заменой электрооборудования, сетей электроснабжения и другого для временного подключения на проведение пусконаладочных работ по проектной схеме электроснабжения с заключением о возможности ввода в эксплуатацию электроустановок на период проведения пусконаладочных работ;
- осмотр вновь смонтированных, реконструированных электроустановок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, а также электроустановок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей после проведения капитального ремонта здания (сооружения) с заменой электрооборудования, сетей электроснабжения и другого с заключением о возможности ввода в эксплуатацию электроустановок;
- осмотр электроустановок объектов с сезонным характером работы юридических лиц и индивидуальных предпринимателей с заключением о возможности ввода в эксплуатацию электроустановок с сезонным характером работы.

По теплоустановкам объем предъявляемой документации и случаи, когда заключение необходимо, определены Правилами пользования тепловой энергией, утвержденными постановлением Министерства экономики Республики Беларусь от 19 января 2006 года № 9 (зарегистрированы в На-

циональном реестре правовых актов Республики Беларусь 20 января 2006 года № 8/13870), Положением о присоединении систем теплоснабжения и теплоустановок потребителей теплоты к тепловым сетям энергосистемы, утвержденным приказом Министра топлива и энергетики Республики Беларусь от 30 апреля 1996 года № 28 (зарегистрировано Министерством юстиции Республики Беларусь в Госреестре 3 июля 1996 года № 1491/12).

Вышеуказанными ТНПА предусмотрены:

- осмотр с выдачей заключения о возможности ввода во временную эксплуатацию теплоиспользующих установок и тепловых сетей (строительные объекты на период отделочных работ);
- выдача наряда на временную подачу теплоносителя для проведения пусконаладочных работ на системе теплоснабжения вновь построенных, реконструируемых (ремонтимых) объектов;
- осмотр с выдачей заключения о возможности ввода в эксплуатацию теплоиспользующих установок и тепловых сетей.

При выдаче заключения о возможности ввода в эксплуатацию электро- и (или) теплоустановок кроме осмотра технического состояния на предмет соответствия проектным решениям и действующим ТНПА проводится оценка организации эксплуатации электро- и теплоустановок: наличие лиц, ответственных за электрическое и (или) тепловое хозяйство, обученного и аттестованного персонала, обслуживающего электро- и теплоустановки, договоров со специализированными организациями (при отсутствии собственного обслуживающего персонала).

**Л.М. Яцкова, инспектор
районной инспекции № 1 Минского МРО
по надзору за теплоустановками
филиала «Энергонадзор» РУП «Минскэнерго»**

Требования ТНПА к персоналу, обеспечивающему эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей потребителей

Эксплуатация теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей тепловой энергии ведется в соответствии с ТКП 458-2012 «Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей» [1] и ТКП 459-2012 «Правила техники безопасности при эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей» [2]. Правила устанавливают единые технические требования к эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей всех форм собственности и подчиненности. В частности, документами предусмотрено, что для обеспечения безопасной эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей на предприятиях создается энергетическая служба либо обслуживание осуществляется специализированной организацией или теплотехническим персоналом других организаций по договору.

Согласно требованиям ТКП-458 в организации должно быть назначено лицо, ответственное за тепловое хозяйство.

В случае, когда эксплуатация теплоустановок и тепловых сетей осуществляется специализированными организациями по договорам, обязанности ответственного за тепловое хозяйство могут исполняться работником специализированной организации или персоналом других организаций.

При необходимости могут быть назначены ответственные за тепловое хозяйство структурных подразделений организации из числа руководителей и специалистов этих подразделений. При этом должны быть установлены границы ответственности структурных подразделений.

Лицо, ответственное за тепловое хозяйство организации, обязано обеспечить:

- содержание теплоустановок и тепловых сетей в работоспособном и технически исправном состоянии, их эксплуатацию в соответствии с требованиями ТКП-458, ТКП-459 и других ТНПА;

- соблюдение установленных договором с энергоснабжающей организацией гидравлических и тепловых режимов потребления тепловой энергии;
- эффективное использование теплоносителя и тепловой энергии;
- выполнение норм по количеству и качеству конденсата, возвращаемого на теплоисточник;
- своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт теплоустановок и тепловых сетей;
- ведение установленной статистической отчетности об использовании тепловой энергии;
- проверку соответствия новых и реконструируемых теплоустановок и тепловых сетей требованиям ТКП-458 и других ТНПА;
- выполнение предписаний органов государственного энергетического надзора в установленные сроки;
- своевременный анализ и учет нарушений в работе теплоустановок, тепловых сетей и др.

Теплотехнический персонал, осуществляющий эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей, подразделяется на:

- административно-технический: руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации эксплуатационного и ремонтного обслуживания теплоустановок и тепловых сетей;
- оперативный: лица, допущенные к оперативному управлению и переключению оборудования (обслуживающие тепловые пункты, конденсатные станции, теплоустановки, предназначенные для технологических процессов производства, и пр.);
- оперативно-ремонтный: лица, занимающиеся ремонтом и оперативными переключениями на закрепленных за ними теплоустановках и тепловых сетях;
- ремонтный: лица, выполняющие ремонт, техническое обслуживание, наладку и испытание теплоустановок и тепловых сетей.

Эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей должен осуществлять персонал, прошедший обязательный предварительный медицинский осмотр при поступлении на работу, периодические медицинские осмотры, а также обучение, стажировку, инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствии с Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда [3] и постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2008 года № 210 «О комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда» [4] в объеме требований ТКП-458, ТКП-459 и иных технических нормативных правовых актов (ТНПА), нормативных правовых актов (НПА), локальных нормативных правовых актов (ЛНПА), соблюдение которых входит в их обязанности.

В процессе обучения и стажировки оперативный, оперативно-ремонтный и ремонтный персонал должен:

- изучить ТКП-458, ТКП-459, а также ТНПА, НПА и ЛНПА, содержащие требования по охране труда, в объеме, соответствующем профессиональным (должностным) обязанностям;
- изучить схемы и технологические инструкции, знание которых обязательно для работы в данной должности (профессии);
- приобрести необходимые практические навыки по безопасной и безаварийной эксплуатации обслуживаемых теплоустановок и тепловых сетей.

Лица, ответственные за тепловое хозяйство организации и ее структурных подразделений, назначаются после проверки их знаний по вопросам охраны труда в соответствии с требованиями ТКП-458.

Первичная проверка знаний проводится перед допуском к самостоятельной работе, который выдается после обучения и подготовки к новой должности при переходе с другой работы (должности).

Периодическая проверка знаний проводится:

- для оперативного, оперативно-ремонтного и ремонтного персонала – не реже одного раза в год;
- для административно-технического персонала – не реже одного раза в три года.

Внеочередная проверка знаний проводится в случаях, предусмотренных [3], а также при введении в действие новых ТНПА, устанавливающих правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей и правила техники безопасности при их эксплуатации. При этом проверяется знание требований только данных ТНПА.

Проверку знаний осуществляет комиссия, созданная в соответствии с [4].

Лицо, ответственное за тепловое хозяйство организации, должно проходить проверку знаний в комиссии с обязательным участием представителя органа государственного энергетического надзора.

Лица, ответственные за тепловое хозяйство структурных подразделений организации, должны проходить проверку знаний в комиссии с обязательным участием лица, ответственного за тепловое хозяйство организации.

Остальной персонал организации, осуществляющий эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей, проходит проверку знаний в комиссии с обязательным участием лица, ответственного за тепловое хозяйство организации, или лица, ответственного за тепловое хозяйство структурного подразделения организации.

Лица, не прошедшие проверку знаний (показавшие неудовлетворительные знания, не явившиеся на проверку знаний без уважительной причины), к самостоятельной работе не допускаются и должны пройти проверку в срок не более одного месяца со дня проведения первой проверки.

Список литературы

1. Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей: ТКП 458-2012. – Введ. 01.03.2013. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2013. – 86 с.
2. Правила техники безопасности при эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей: ТКП 459-2012. – Введ. 26.12.2012. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2013. – 36 с.
3. Инструкция о порядке обучения, стажировки и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда. – Введ. 28.11.2008. – Минск: Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь.
4. О комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 30 декабря 2008 г., № 210.

Т.Н. Бичан, инспектор районной инспекции № 2 Минского МРО по надзору за теплоустановками филиала «Энергонадзор» РУП «Минскэнерго»

Расчет условного перерасхода топлива на ведомственных теплоисточниках при неработающих САР

Некорректная работа систем автоматического регулирования (САР) температуры теплоносителя в системах отопления или их неисправность, как правило, расцениваются потребителями просто как нерациональное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), приводящее к «перетопу» помещения. Эта проблема обычно решается за счет открытия окон и дверей. Между тем нерациональное использование тепловой энергии, обусловленное некорректной работой или неисправностью САР, можно рассматривать как нерациональное использование условного топлива, затраченного на выработку единицы тепловой энергии. Другими словами, можно определить физическую величину той части условного топлива, которая в процессе борьбы с «перетопами» уходит на обогрев окружающей среды. Такой подход позволит потребителю объективно оценить эффективность работы системы теплоснабжения организации.

Справочно: Нерациональное использование топливно-энергетических ресурсов – это расход ТЭР на энергетических установках, обеспечивающих теплом в том числе жилые и общественные здания, для которых на основе энергетической экспертизы выявлены резервы снижения потребления ТЭР.

Напомним, что САР в системах теплоснабжения потребителей предназначены для:

- исключения избыточного поступления тепла в помещения в период знакопеременных температур наружного воздуха;
- снижения температуры теплоносителя для общественных зданий в нерабочее время, выходные и праздничные дни;
- соблюдения социальных стандартов в системах горячего водоснабжения, а также для разных групп потребителей в системах отопительно-приточной вентиляции;
- снижения температуры в системах горячего водоснабжения в ночное время для коммунального сектора и в выходные и праздничные дни – для общественных зданий, вплоть до ее отключения;
- организации работы приточно-отопительной вентиляции в нерабочее время, выходные и праздничные дни;
- контроля температуры обратной сетевой воды.

Проведем расчет условного перерасхода топлива на теплоисточнике при неработающем автоматическом регуляторе температуры в системе отопления. Возьмем для примера систему отопления многоквартирного жилого дома с системой горячего водоснабжения, подключенной к теплоисточнику, работающему по температурному графику 150/70 °С с нижней срезкой +67 °С в диапазоне температур от +10 °С до +2 °С.

Допустим, что устойчивая положительная температура наружного воздуха в течение суток составляла +7 °С. Согласно температурному графику температура смеси на входе в систему отопления потребителя при принятых климатических условиях должна достигать +43 °С. При неработающей САР в систему отопления жилого дома теплоноситель поступает с температурой +67 °С. Отклонение от температурного графика составляет 67 – 43 = 24 °С (влияние коэффициента смешения не учитываем).

Предположим, что для данного многоквартирного жилого дома проектная (расчетная) нагрузка тепловой энергии на систему отопления Q составляет 0,3 Гкал/ч, а часовой расход теплоносителя G – 3,0 т/ч. Условный перерасход тепловой энергии (излишек тепловой энергии, поданный в систему отопления) определяем по формуле:

$$Q_1 = G/c \cdot (T_1 - T_c) = 3,0 \cdot 1 \cdot (67 - 43) \cdot 10^3 = 72\ 000 \text{ ккал/ч,}$$

где c – удельная теплоемкость воды, ккал/кг, принятая равной 1; T_1 – температура прямой сетевой воды согласно температурному графику, °С; T_c – температура смеси согласно температурному графику, °С.

За сутки нерациональный расход тепловой энергии составит:

$$Q = 72\ 000 \cdot 24 = 1\ 728\ 000 = 1,73 \text{ Гкал.}$$

В целях соблюдения сопоставимости в расчетах примем средний удельный расход топлива равным коэффициенту пересчета тепловой энергии в условное топливо – 175 кг у.т./Гкал. Следовательно, пережог топлива для жилого дома с принятыми нагрузкой и расходом теплоносителя за 1 сутки в условиях неработающей САР при заданных параметрах условно составляет 302,7 кг у.т. в сутки. И это только по одному многоквартирному жилому дому на 30–50 квартир.

Соответственно, можно практически рассчитать условную величину топливной составляющей условного топлива при превышении температуры сетевой воды после узла смешения против температурного графика за 1 час:

$$P_y = 302,7/24 = 12,6 \text{ кг у.т./ч}$$

Полученное значение может показаться незначительным, но с учетом того, что ежегодно органы энергонадзора выявляют порядка 7 % неработающих САР от их общего количества с периодом отказа в работе от 1 до 30 дней, количество условно-перерасходованного топлива возрастает до значительных величин.

Справочно: Считается, что экономия тепловой энергии за счет поддержания социальных стандартов температуры воздуха в помещениях жилых, общественных и производственных зданий путем соблюдения заданного графика зависимости температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, от температуры наружного воздуха, составляет около 2 %. Экономия тепловой энергии помещений жилых, общественных и производственных зданий в период знакопеременных температур наружного воздуха составляет до 12 %.

Надеюсь, что данная публикация позволит добросовестному потребителю тепловой энергии задуматься и активизировать внимание соответствующих служб к поддержанию исправной и надежной работы систем автоматического регулирования температуры в системах теплоснабжения.

**Н.Н. Киселев, начальник энергоинспекции филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго»,
В.А. Хромова, инспектор Гомельского МРО филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго»**

ENERGY EX

ПРИГЛАШАЕТ

С 9 по 12 октября в г. Минске пройдет XXIII Белорусский энергетический и экологический форум, одним из организаторов которого является Министерство энергетики Республики Беларусь. В ходе мероприятия состоится обсуждение вопросов обеспечения эффективности энергетического сектора в условиях формирования общих энергетических рынков с учетом соблюдения баланса экономических интересов производителей и потребителей энергии.

Главная цель Белорусского энергетического и экологического форума – содействие инновационному развитию топливно-энергетического комплекса республики. На достижение этой цели направлены все мероприятия форума – XXIII Международная специализированная выставка «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (EnergyExpo), специализированные выставки технологий для нефтехимической отрасли «Oil&Gas Technologies», светотехнической продукции «ЭкспоСВЕТ», «Атомэкспо-Беларусь», «Водные и воздушные технологии», «ЭкспоГОРОД» и XXIII Белорусский энергетический и экологический конгресс.

В выставочных экспозициях планируется продемонстрировать новейшие технические и технологические достижения в области производства и распределения электрической и тепловой энергии, автоматизации, энерго- и ресурсосбережения. Активное участие в XXIII Международной специализированной выставке EnergyExpo примут предприятия энергетической сферы.

В преддверии форума 8 октября состоится **VI Белорусско-Германский энергетический форум**, организаторами которого выступают Министерство энергетики и Немецкое энергетическое агентство dena. Участники обсудят границы энергоэффективности и возобновляемых источников энергии, дигитализацию и управление сетями, слияние секторов и технологии накопления энергии, новую энергетическую политику в городах.

В первый день XXIII Белорусского энергетического и экологического форума состоится **пленарная сессия «Цели устойчивого развития Республики Беларусь. Энергетика. Экология. Энергоэффективность»**. Участники сессии обсудят стартовые позиции и приоритетные направления по достижению целей устойчивого развития в энергетике.

Вопросам развития атомной энергетики будет посвящено заседание **круглого стола «Перспективы развития ядерной энергетики: аспекты безопасности, экологии, экономики и устойчивого развития»**. Мероприятие нацелено на создание позитивного отношения к формированию в Беларуси атомного кластера, демонстрацию открытости государства, готовности к диалогу в процессе реализации проекта сооружения БелАЭС, информирование общественности Беларуси и других стран о статусе развития атомной энергетики в республике, международных стандартах, применяемых при строительстве БелАЭС для минимизации техногенного воздействия на окружающую среду и экологическую обстановку в регионе.

Представители промышленных предприятий, предприятий энергетической, нефтегазовой и строительной отраслей, инфраструктурных объектов, ЖКХ, ИКТ-компании примут участие в **SMART ENERGY FORUM**. В частности, они обсудят глобальные тренды в энергетике, инновационные технологии, интеллектуальные энергосистемы. В рамках мероприятия состоится Пленарное заседание «Стратегия цифровой трансформации энергетического и нефтехимического комплекса Республики Беларусь» и секционные заседания: «Технологии интернета вещей в энергетике», «Умная энергетика для промышленных производств, жилых зданий и городов», «Технологические решения для энергетике».

На завершающем этапе форума пройдут два мероприятия. Среди обсуждаемых вопросов **научно-практической конференции «Цели устойчивого развития: наука и инновации»** – развитие электротранспорта, снижение энергоёмкости ВВП, повышение энергоэффективности, в том числе за счет внедрения энергоэффективных технологий и материалов, повышение потенциала использования возобновля-

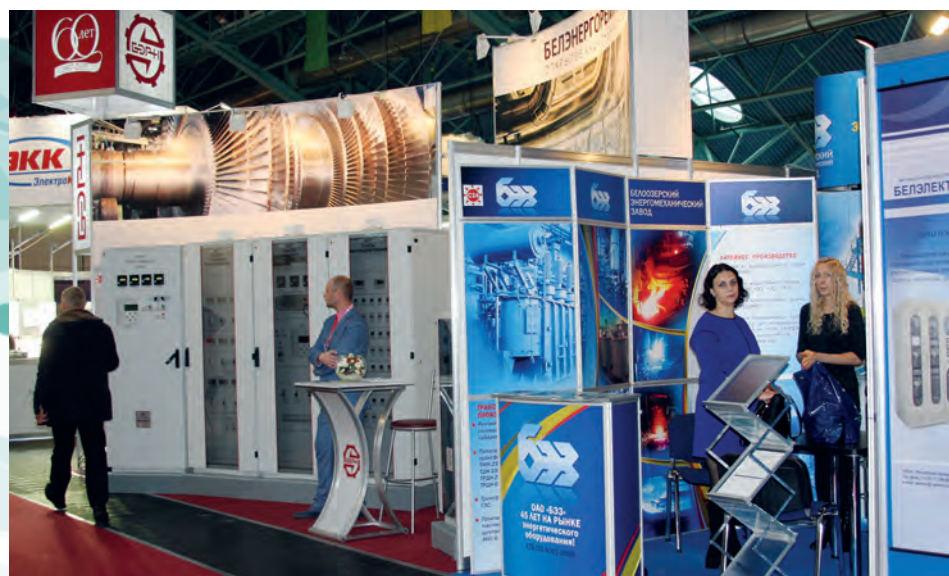


2018

емых источников энергии, обязательства Республики Беларусь, принятые в рамках исполнения Парижского соглашения, и др. Главной целью международного семинара «Тенденции развития энергоснабжения аграрно-промышленного комплекса Республики Беларусь: новые вызовы и возможности» станет обсуждение вопросов повышения эффективности использования энергоресурсов в организациях сельского хозяйства, в том числе с использованием местных топливно-энергетических ресурсов.

Приглашаем принять участие в XXIII Белорусском энергетическом и экологическом форуме, выставках и конгрессе. Более подробную информацию о мероприятиях и условиях участия в них можно получить на сайте организатора форума – выставочной компании ЗАО «Техника и коммуникации».

www.energyexpo.by
Тел.: +375 (17) 306-06-06
Факс: +375 (17) 203-33-86
E-mail: energy@tc.by



ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 10 КВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Аннотация

В настоящее время расчет сопротивлений переменному току кабельных линий (КЛ), состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, вызывает трудности у специалистов. Авторами предложена и апробирована методика [1], позволяющая преодолеть эти трудности. Методика учитывает способы заземления экранов и прокладки кабелей. Материал публикуется в нескольких частях. В данной статье приводятся результаты расчета сопротивлений КЛ 10 кВ для типовых случаев.

Часть 2.

Annotation

At present in practice, the calculating task of the AC resistance of cable lines with XLPE insulation cables causes difficulties. To overcome the existing difficulties in AC resistance calculating of such cables, the authors proposed and tested the corresponding methodology [1]. The proposed methodology takes into account the method of grounding the cable screens and the way of laying cables. The material is published in several parts. The proposed method for the cable lines resistance calculating has already been described in the first part [1] and the calculation results for typical cases for 10 kV cables are given in this article.

Part 2.

Статья поступила в редакцию 4 июня 2018 года



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



И.И. ДУЛЬ,
к.т.н., инженер отдела
проектирования энергосистем
РУП «Белэнергосетьпроект»

Введение

Как показано в [1], сложность расчета сопротивлений кабельных линий, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, обусловлена многослойными конструкциями современных кабелей, которые состоят из токопроводящих жил, различных изоляционных и разделительных слоев, а также экранов и защитных оболочек [2]. Многослойность кабелей обеспечивает электрическую прочность изоляции, защиту

кабелей от коррозии и механических повреждений.

Данная статья содержит значения сопротивлений для КЛ напряжением 10 кВ, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Приведенные сопротивления рассчитаны по методике [1], которая ранее была предложена и апробирована авторами. Напомним, что в распространенной справочной литературе [3–5] значения сопротивлений для подобных КЛ не приведены.

Расчет сопротивлений рассматриваемых линий осуществлялся для получивших широкое распространение марок кабелей на основе метода симметричных составляющих для токов нулевой, прямой и обратной последовательности [6].

Результаты расчетов сопротивлений кабельных линий, состоящих из одножильных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена

В таблицах 1–2 представлены результаты расчета сопротивлений КЛ 10 кВ, состоящих из одножильных кабелей с алюминиевыми и медными токопроводящими жилами с изоляцией из сшитого полиэтилена, для токов нулевой и прямой последовательности [6]. Результаты структурированы в зависимости от площади поперечного сечения жилы и экрана, а также в зависимости от взаимного расположения кабелей и заземления экранов.

Методика, по которой выполнены расчеты [1], максимально приближена к расчету сопротивлений линий электропередачи, рекомендованному Руководящими указаниями по релейной защите [5], но доработана применительно к кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена и дополнительно учитывает схемы соединения экранов кабелей (см. рисунок).

В расчетах [1] приняты:

- температура токопроводящей жилы $t_{ж} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура экрана $t_{экр} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- эквивалентная глубина протекания обратного тока в земле $d_3 = 1000\text{ м}$.

Размеры структурных элементов кабелей рассчитаны в соответствии с ТУ ВУ 300528652.015-2010 [7].

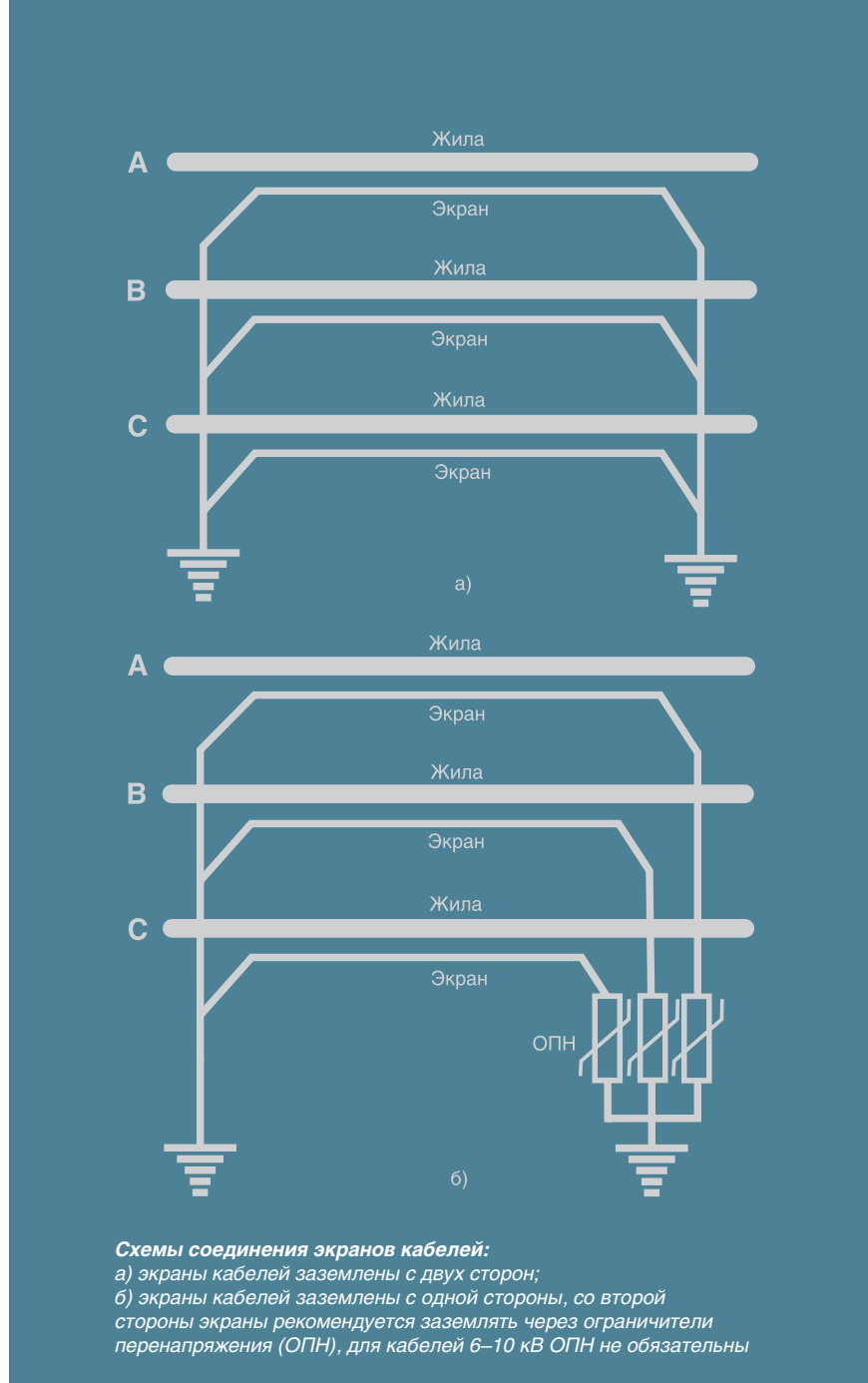
Заключение

1. Расчет сопротивлений КЛ, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, является трудоемкой задачей ввиду сложной, многослойной конструкции современных кабелей.

2. В связи с широким распространением кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена применяемые на практике руководящие документы по расчету сопротивлений необходимо уточнить и дополнить.

3. В [1] авторами предложена и апробирована усовершенствованная методика определения активных индуктивных и полных сопротивлений КЛ, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Предложенная методика учитывает конструктивные особенности кабелей и способы заземления экранов.

4. В данной статье приведены результаты расчетов сопротивлений кабельных



линий 10 кВ, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Расчеты выполнены по предложенной авторами методике [1]. В качестве результатов расчета приведены значения сопротивлений для токов нулевой и прямой последовательности, при этом учтены сечения токопроводящих жил и экранов, расположение кабелей, способы заземления экранов.

Список литературы

1. Фурсанов, М.И. Определение сопротивлений кабельных линий, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Часть 1 / М.И. Фурсанов, И.И. Дуль // Энергетическая стратегия. – 2018. – № 2. – С. 49–52.
2. Короткевич, М.А. Проектирование линий электропередачи. Механическая часть: учебное пособие / М.А. Короткевич. – Минск: Выш. шк., 2010. – 574 с.

3. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.
4. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии: учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 715 с.
5. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 11. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110–75 кВ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с.
6. Вагнер, К.Ф. Метод симметричных составляющих в применении к анализу несимметричных электрических цепей: учеб. пособие / К.Ф. Вагнер, Р.Д. Эванс; пер. с англ. Л.Е. и М.Е. Сыркиных; под ред. Д.А. Городского. – Л.: М.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 407 с.
7. ТУ ВУ 300528652.015-2010 «Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20, 35 кВ».

Таблица 1. Сопротивления КЛ 10 кВ, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена с алюминиевыми жилами

Площадь поперечного сечения, мм ²		Кабели расположены треугольником ¹						Кабели расположены в плоскости ²					
		экран заземлен ³			полное сопротивление переменному току для последовательности, Ом/км			экран заземлен ³			экран разземлен ⁴		
		нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁
35	16	2,04+ј0,64	1,116+ј0,137	2,445+ј0,073	1,113+ј0,137	2,008+ј0,65	1,124+ј0,194	2,445+ј0,073	1,113+ј0,195				
50	16	1,746+ј0,636	0,825+ј0,131	2,153+ј0,068	0,822+ј0,131	1,714+ј0,645	0,833+ј0,188	2,153+ј0,068	0,822+ј0,189				
50	25	1,535+ј0,354	0,827+ј0,132	1,674+ј0,069	0,822+ј0,132	1,522+ј0,364	0,839+ј0,188	1,674+ј0,069	0,822+ј0,191				
70	16	1,49+ј0,63	0,571+ј0,122	1,9+ј0,061	0,568+ј0,122	1,458+ј0,639	0,579+ј0,18	1,9+ј0,061	0,568+ј0,181				
70	25	1,28+ј0,349	0,572+ј0,124	1,42+ј0,063	0,568+ј0,125	1,266+ј0,359	0,585+ј0,181	1,42+ј0,063	0,568+ј0,183				
70	35	1,118+ј0,223	0,574+ј0,125	1,177+ј0,064	0,568+ј0,126	1,111+ј0,23	0,591+ј0,18	1,177+ј0,064	0,568+ј0,184				
95	16	1,328+ј0,626	0,413+ј0,116	1,742+ј0,056	0,41+ј0,116	1,296+ј0,635	0,421+ј0,173	1,742+ј0,056	0,41+ј0,174				
95	25	1,121+ј0,344	0,415+ј0,117	1,263+ј0,057	0,41+ј0,117	1,107+ј0,355	0,427+ј0,173	1,263+ј0,057	0,41+ј0,176				
95	35	0,959+ј0,219	0,416+ј0,119	1,019+ј0,058	0,41+ј0,12	0,953+ј0,226	0,433+ј0,173	1,019+ј0,058	0,41+ј0,178				
120	25	1,034+ј0,341	0,329+ј0,112	1,177+ј0,053	0,324+ј0,113	1,02+ј0,352	0,34+ј0,169	1,177+ј0,053	0,324+ј0,171				
120	35	0,873+ј0,216	0,33+ј0,115	0,933+ј0,055	0,324+ј0,115	0,866+ј0,223	0,347+ј0,169	0,933+ј0,055	0,324+ј0,173				
120	50	0,727+ј0,139	0,333+ј0,116	0,75+ј0,056	0,324+ј0,117	0,724+ј0,144	0,355+ј0,167	0,75+ј0,056	0,324+ј0,175				
150	25	0,973+ј0,339	0,268+ј0,109	1,116+ј0,05	0,264+ј0,109	0,959+ј0,35	0,28+ј0,165	1,116+ј0,05	0,264+ј0,167				
150	35	0,812+ј0,212	0,27+ј0,11	0,873+ј0,051	0,264+ј0,11	0,806+ј0,22	0,286+ј0,164	0,873+ј0,051	0,264+ј0,168				
150	50	0,666+ј0,137	0,272+ј0,112	0,69+ј0,053	0,264+ј0,113	0,663+ј0,141	0,295+ј0,163	0,69+ј0,053	0,264+ј0,171				
150	70	0,559+ј0,098	0,276+ј0,112	0,568+ј0,054	0,264+ј0,115	0,557+ј0,1	0,304+ј0,157	0,568+ј0,054	0,264+ј0,173				
185	25	0,918+ј0,337	0,214+ј0,105	1,063+ј0,047	0,21+ј0,105	0,904+ј0,348	0,226+ј0,161	1,063+ј0,047	0,21+ј0,163				
185	35	0,758+ј0,21	0,216+ј0,106	0,819+ј0,048	0,21+ј0,106	0,751+ј0,217	0,232+ј0,16	0,819+ј0,048	0,21+ј0,165				
185	50	0,612+ј0,134	0,218+ј0,108	0,636+ј0,05	0,21+ј0,109	0,609+ј0,138	0,24+ј0,159	0,636+ј0,05	0,21+ј0,167				
185	70	0,505+ј0,095	0,222+ј0,108	0,515+ј0,051	0,21+ј0,111	0,503+ј0,098	0,25+ј0,153	0,515+ј0,051	0,21+ј0,169				
185	95	0,43+ј0,077	0,225+ј0,109	0,435+ј0,052	0,21+ј0,113	0,429+ј0,078	0,259+ј0,145	0,435+ј0,052	0,21+ј0,171				
240	25	0,866+ј0,335	0,164+ј0,1	1,013+ј0,044	0,16+ј0,1	0,852+ј0,345	0,175+ј0,156	1,013+ј0,044	0,16+ј0,158				
240	35	0,707+ј0,208	0,166+ј0,101	0,769+ј0,045	0,16+ј0,102	0,7+ј0,215	0,181+ј0,156	0,769+ј0,045	0,16+ј0,16				
240	50	0,562+ј0,13	0,168+ј0,102	0,586+ј0,045	0,16+ј0,103	0,559+ј0,134	0,19+ј0,153	0,586+ј0,045	0,16+ј0,161				
240	70	0,454+ј0,092	0,171+ј0,104	0,465+ј0,047	0,16+ј0,106	0,453+ј0,094	0,199+ј0,149	0,465+ј0,047	0,16+ј0,164				
240	95	0,38+ј0,073	0,175+ј0,104	0,385+ј0,049	0,16+ј0,108	0,379+ј0,075	0,209+ј0,141	0,385+ј0,049	0,16+ј0,166				
240	120	0,335+ј0,07	0,18+ј0,11	0,338+ј0,054	0,16+ј0,117	0,335+ј0,071	0,217+ј0,137	0,338+ј0,054	0,16+ј0,176				
300	35	0,674+ј0,206	0,133+ј0,098	0,737+ј0,042	0,128+ј0,099	0,667+ј0,213	0,149+ј0,153	0,737+ј0,042	0,128+ј0,157				
300	50	0,53+ј0,128	0,136+ј0,099	0,554+ј0,043	0,128+ј0,099	0,527+ј0,132	0,157+ј0,15	0,554+ј0,043	0,128+ј0,158				
300	70	0,422+ј0,088	0,139+ј0,099	0,433+ј0,044	0,128+ј0,101	0,421+ј0,091	0,167+ј0,145	0,433+ј0,044	0,128+ј0,159				
300	95	0,348+ј0,07	0,142+ј0,1	0,352+ј0,046	0,128+ј0,104	0,347+ј0,072	0,176+ј0,138	0,352+ј0,046	0,128+ј0,162				
300	120	0,303+ј0,067	0,147+ј0,106	0,306+ј0,051	0,128+ј0,113	0,303+ј0,068	0,184+ј0,134	0,306+ј0,051	0,128+ј0,171				
350	35	0,649+ј0,204	0,109+ј0,095	0,712+ј0,04	0,104+ј0,096	0,642+ј0,211	0,124+ј0,15	0,712+ј0,04	0,104+ј0,154				

Окончание таблицы 1

Площадь поперечного сечения, мм ²		Кабели расположены треугольником ¹						Кабели расположены в плоскости ²					
		полное сопротивление переменному току для последовательности, Ом/км			экран заземлен ³			экран заземлен ³			экран заземлен ³		
		нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁
жилы	экрана	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁
350	50	0,505+j0,126	0,111+j0,096	0,53+j0,041	0,104+j0,097	0,502+j0,131	0,132+j0,148	0,502+j0,131	0,104+j0,097	0,502+j0,131	0,132+j0,148	0,53+j0,041	0,104+j0,156
350	70	0,398+j0,087	0,114+j0,097	0,408+j0,042	0,104+j0,099	0,396+j0,09	0,142+j0,143	0,396+j0,09	0,104+j0,099	0,396+j0,09	0,142+j0,143	0,408+j0,042	0,104+j0,157
350	95	0,323+j0,068	0,117+j0,097	0,328+j0,043	0,104+j0,1	0,323+j0,069	0,15+j0,134	0,323+j0,069	0,104+j0,1	0,323+j0,069	0,15+j0,134	0,328+j0,043	0,104+j0,158
350	120	0,278+j0,065	0,122+j0,104	0,281+j0,049	0,104+j0,111	0,278+j0,066	0,159+j0,132	0,278+j0,066	0,104+j0,111	0,278+j0,066	0,159+j0,132	0,281+j0,049	0,104+j0,169
400	50	0,501+j0,125	0,107+j0,094	0,526+j0,04	0,1+j0,095	0,498+j0,129	0,128+j0,146	0,498+j0,129	0,1+j0,095	0,498+j0,129	0,128+j0,146	0,526+j0,04	0,1+j0,153
400	70	0,394+j0,086	0,11+j0,095	0,404+j0,041	0,1+j0,097	0,392+j0,089	0,137+j0,141	0,392+j0,089	0,1+j0,097	0,392+j0,089	0,137+j0,141	0,404+j0,041	0,1+j0,156
400	95	0,319+j0,067	0,113+j0,095	0,324+j0,042	0,1+j0,099	0,319+j0,068	0,146+j0,133	0,319+j0,068	0,1+j0,099	0,319+j0,068	0,146+j0,133	0,324+j0,042	0,1+j0,157
400	120	0,275+j0,059	0,117+j0,095	0,277+j0,043	0,1+j0,1	0,274+j0,059	0,153+j0,124	0,274+j0,059	0,1+j0,1	0,274+j0,059	0,153+j0,124	0,277+j0,043	0,1+j0,158
400	150	0,24+j0,058	0,122+j0,099	0,242+j0,048	0,1+j0,109	0,24+j0,059	0,158+j0,118	0,24+j0,059	0,1+j0,109	0,24+j0,059	0,158+j0,118	0,242+j0,048	0,1+j0,167
500	70	0,371+j0,084	0,088+j0,093	0,382+j0,039	0,078+j0,095	0,37+j0,086	0,115+j0,139	0,37+j0,086	0,078+j0,095	0,37+j0,086	0,115+j0,139	0,382+j0,039	0,078+j0,153
500	95	0,297+j0,064	0,091+j0,092	0,302+j0,039	0,078+j0,096	0,296+j0,066	0,124+j0,13	0,296+j0,066	0,078+j0,096	0,296+j0,066	0,124+j0,13	0,302+j0,039	0,078+j0,154
500	120	0,252+j0,056	0,094+j0,092	0,255+j0,04	0,078+j0,097	0,252+j0,057	0,13+j0,121	0,252+j0,057	0,078+j0,097	0,252+j0,057	0,13+j0,121	0,255+j0,04	0,078+j0,155
500	150	0,218+j0,055	0,099+j0,096	0,22+j0,045	0,078+j0,105	0,218+j0,056	0,136+j0,115	0,218+j0,056	0,078+j0,105	0,218+j0,056	0,136+j0,115	0,22+j0,045	0,078+j0,163
630	95	0,284+j0,061	0,073+j0,088	0,284+j0,036	0,06+j0,091	0,279+j0,063	0,106+j0,126	0,279+j0,063	0,06+j0,091	0,279+j0,063	0,106+j0,126	0,284+j0,036	0,06+j0,149
630	120	0,235+j0,053	0,076+j0,087	0,238+j0,037	0,06+j0,092	0,235+j0,053	0,112+j0,117	0,235+j0,053	0,06+j0,092	0,235+j0,053	0,112+j0,117	0,238+j0,037	0,06+j0,15
630	150	0,201+j0,052	0,081+j0,092	0,202+j0,042	0,06+j0,101	0,2+j0,053	0,118+j0,111	0,2+j0,053	0,06+j0,101	0,2+j0,053	0,118+j0,111	0,202+j0,042	0,06+j0,159
630	185	0,174+j0,049	0,084+j0,088	0,175+j0,042	0,06+j0,101	0,174+j0,049	0,119+j0,099	0,174+j0,049	0,06+j0,101	0,174+j0,049	0,119+j0,099	0,175+j0,042	0,06+j0,159
800	95	0,266+j0,059	0,059+j0,084	0,271+j0,033	0,047+j0,087	0,266+j0,06	0,092+j0,123	0,266+j0,06	0,047+j0,087	0,266+j0,06	0,092+j0,123	0,271+j0,033	0,047+j0,146
800	120	0,222+j0,05	0,062+j0,084	0,225+j0,034	0,047+j0,088	0,221+j0,051	0,098+j0,114	0,221+j0,051	0,047+j0,088	0,221+j0,051	0,098+j0,114	0,225+j0,034	0,047+j0,146
800	150	0,188+j0,045	0,066+j0,082	0,189+j0,035	0,047+j0,09	0,187+j0,046	0,102+j0,104	0,187+j0,046	0,047+j0,09	0,187+j0,046	0,102+j0,104	0,189+j0,035	0,047+j0,148
800	185	0,161+j0,045	0,07+j0,084	0,162+j0,038	0,047+j0,096	0,161+j0,046	0,105+j0,096	0,161+j0,046	0,047+j0,096	0,161+j0,046	0,105+j0,096	0,162+j0,038	0,047+j0,154
1000	95	0,257+j0,057	0,049+j0,082	0,262+j0,032	0,037+j0,085	0,256+j0,059	0,082+j0,121	0,256+j0,059	0,037+j0,085	0,256+j0,059	0,082+j0,121	0,262+j0,032	0,037+j0,143
1000	120	0,212+j0,048	0,052+j0,08	0,215+j0,032	0,037+j0,085	0,212+j0,049	0,088+j0,112	0,212+j0,049	0,037+j0,085	0,212+j0,049	0,088+j0,112	0,215+j0,032	0,037+j0,143
1000	150	0,178+j0,043	0,055+j0,079	0,179+j0,032	0,037+j0,086	0,178+j0,043	0,092+j0,101	0,178+j0,043	0,037+j0,086	0,178+j0,043	0,092+j0,101	0,179+j0,032	0,037+j0,144
1000	185	0,152+j0,04	0,058+j0,077	0,152+j0,033	0,037+j0,087	0,151+j0,04	0,093+j0,09	0,151+j0,04	0,037+j0,087	0,151+j0,04	0,093+j0,09	0,152+j0,033	0,037+j0,145
1200	95	0,251+j0,056	0,043+j0,079	0,256+j0,03	0,032+j0,082	0,25+j0,057	0,075+j0,119	0,25+j0,057	0,032+j0,082	0,25+j0,057	0,075+j0,119	0,256+j0,03	0,032+j0,14
1200	120	0,206+j0,047	0,046+j0,079	0,209+j0,03	0,032+j0,083	0,206+j0,048	0,081+j0,11	0,206+j0,048	0,032+j0,083	0,206+j0,048	0,081+j0,11	0,209+j0,03	0,032+j0,141
1200	150	0,172+j0,041	0,049+j0,077	0,174+j0,031	0,032+j0,084	0,172+j0,042	0,086+j0,1	0,172+j0,042	0,032+j0,084	0,172+j0,042	0,086+j0,1	0,174+j0,031	0,032+j0,142
1200	185	0,146+j0,038	0,053+j0,076	0,147+j0,031	0,032+j0,086	0,146+j0,039	0,088+j0,089	0,146+j0,039	0,032+j0,086	0,146+j0,039	0,088+j0,089	0,147+j0,031	0,032+j0,144

Примечания:

1 – кабели расположены треугольником вплотную;

2 – кабели расположены в плоскости, расстояние между кабелями в свету равно диаметру кабеля;

3 – сопротивление рассчитано для схемы заземления экранов, при которой экран заземлен с двух сторон;

4 – сопротивление рассчитано для схемы заземления экранов, при которой экран заземлен только с одной стороны или заземлен с двух сторон.

Таблица 2. Сопротивления КЛ 10 кВ, состоящих из кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена с медными жилами

Площадь поперечного сечения, мм ²		Кабели расположены треугольником ¹												Кабели расположены в плоскости ²											
		экран заземлен ³						полное сопротивление переменному току для последовательности, Ом/км						экран заземлен ³						экран разземлен ⁴					
		жилы	экрана	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁						
35	16	1,595+;j0,64	0,671+;j0,137	2+;j0,073	0,668+;j0,137	1,563+;j0,65	0,679+;j0,194	2+;j0,073	0,668+;j0,137	1,563+;j0,65	0,679+;j0,194	2+;j0,073	0,668+;j0,137	1,563+;j0,65	0,679+;j0,194	2+;j0,073	0,668+;j0,137	1,563+;j0,65	0,679+;j0,194						
50	16	1,418+;j0,636	0,496+;j0,131	1,825+;j0,068	0,493+;j0,131	1,386+;j0,645	0,504+;j0,188	1,825+;j0,068	0,493+;j0,131	1,386+;j0,645	0,504+;j0,188	1,825+;j0,068	0,493+;j0,131	1,386+;j0,645	0,504+;j0,188	1,825+;j0,068	0,493+;j0,131	1,386+;j0,645	0,504+;j0,188						
50	25	1,207+;j0,354	0,498+;j0,132	1,346+;j0,069	0,493+;j0,132	1,193+;j0,364	0,51+;j0,188	1,346+;j0,069	0,493+;j0,132	1,193+;j0,364	0,51+;j0,188	1,346+;j0,069	0,493+;j0,132	1,193+;j0,364	0,51+;j0,188	1,346+;j0,069	0,493+;j0,132	1,193+;j0,364	0,51+;j0,188						
70	16	1,263+;j0,63	0,345+;j0,122	1,673+;j0,061	0,342+;j0,122	1,231+;j0,639	0,352+;j0,18	1,673+;j0,061	0,342+;j0,122	1,231+;j0,639	0,352+;j0,18	1,673+;j0,061	0,342+;j0,122	1,231+;j0,639	0,352+;j0,18	1,673+;j0,061	0,342+;j0,122	1,231+;j0,639	0,352+;j0,18						
70	25	1,054+;j0,349	0,346+;j0,124	1,194+;j0,063	0,342+;j0,125	1,04+;j0,359	0,358+;j0,181	1,194+;j0,063	0,342+;j0,125	1,04+;j0,359	0,358+;j0,181	1,194+;j0,063	0,342+;j0,125	1,04+;j0,359	0,358+;j0,181	1,194+;j0,063	0,342+;j0,125	1,04+;j0,359	0,358+;j0,181						
70	35	0,891+;j0,223	0,348+;j0,125	0,95+;j0,064	0,342+;j0,126	0,885+;j0,23	0,365+;j0,18	0,95+;j0,064	0,342+;j0,126	0,885+;j0,23	0,365+;j0,18	0,95+;j0,064	0,342+;j0,126	0,885+;j0,23	0,365+;j0,18	0,95+;j0,064	0,342+;j0,126	0,885+;j0,23	0,365+;j0,18						
95	16	1,164+;j0,626	0,249+;j0,116	1,578+;j0,056	0,246+;j0,116	1,132+;j0,635	0,257+;j0,173	1,578+;j0,056	0,246+;j0,116	1,132+;j0,635	0,257+;j0,173	1,578+;j0,056	0,246+;j0,116	1,132+;j0,635	0,257+;j0,173	1,578+;j0,056	0,246+;j0,116	1,132+;j0,635	0,257+;j0,173						
95	25	0,957+;j0,344	0,25+;j0,117	1,098+;j0,057	0,246+;j0,117	0,943+;j0,355	0,262+;j0,173	1,098+;j0,057	0,246+;j0,117	0,943+;j0,355	0,262+;j0,173	1,098+;j0,057	0,246+;j0,117	0,943+;j0,355	0,262+;j0,173	1,098+;j0,057	0,246+;j0,117	0,943+;j0,355	0,262+;j0,173						
95	35	0,795+;j0,219	0,252+;j0,119	0,855+;j0,058	0,246+;j0,12	0,789+;j0,226	0,269+;j0,173	0,855+;j0,058	0,246+;j0,12	0,789+;j0,226	0,269+;j0,173	0,855+;j0,058	0,246+;j0,12	0,789+;j0,226	0,269+;j0,173	0,855+;j0,058	0,246+;j0,12	0,789+;j0,226	0,269+;j0,173						
120	25	0,905+;j0,341	0,199+;j0,112	1,047+;j0,053	0,195+;j0,113	0,891+;j0,352	0,211+;j0,169	1,047+;j0,053	0,195+;j0,113	0,891+;j0,352	0,211+;j0,169	1,047+;j0,053	0,195+;j0,113	0,891+;j0,352	0,211+;j0,169	1,047+;j0,053	0,195+;j0,113	0,891+;j0,352	0,211+;j0,169						
120	35	0,744+;j0,216	0,201+;j0,115	0,804+;j0,055	0,195+;j0,115	0,737+;j0,223	0,217+;j0,169	0,804+;j0,055	0,195+;j0,115	0,737+;j0,223	0,217+;j0,169	0,804+;j0,055	0,195+;j0,115	0,737+;j0,223	0,217+;j0,169	0,804+;j0,055	0,195+;j0,115	0,737+;j0,223	0,217+;j0,169						
120	50	0,597+;j0,139	0,204+;j0,116	0,621+;j0,056	0,195+;j0,117	0,595+;j0,144	0,226+;j0,167	0,621+;j0,056	0,195+;j0,117	0,595+;j0,144	0,226+;j0,167	0,621+;j0,056	0,195+;j0,117	0,595+;j0,144	0,226+;j0,167	0,621+;j0,056	0,195+;j0,117	0,595+;j0,144	0,226+;j0,167						
150	25	0,867+;j0,339	0,162+;j0,109	1,01+;j0,05	0,158+;j0,109	0,853+;j0,35	0,174+;j0,165	1,01+;j0,05	0,158+;j0,109	0,853+;j0,35	0,174+;j0,165	1,01+;j0,05	0,158+;j0,109	0,853+;j0,35	0,174+;j0,165	1,01+;j0,05	0,158+;j0,109	0,853+;j0,35	0,174+;j0,165						
150	35	0,706+;j0,212	0,164+;j0,11	0,767+;j0,051	0,158+;j0,11	0,7+;j0,22	0,18+;j0,164	0,767+;j0,051	0,158+;j0,11	0,7+;j0,22	0,18+;j0,164	0,767+;j0,051	0,158+;j0,11	0,7+;j0,22	0,18+;j0,164	0,767+;j0,051	0,158+;j0,11	0,7+;j0,22	0,18+;j0,164						
150	50	0,56+;j0,137	0,166+;j0,112	0,584+;j0,053	0,158+;j0,113	0,557+;j0,141	0,189+;j0,163	0,584+;j0,053	0,158+;j0,113	0,557+;j0,141	0,189+;j0,163	0,584+;j0,053	0,158+;j0,113	0,557+;j0,141	0,189+;j0,163	0,584+;j0,053	0,158+;j0,113	0,557+;j0,141	0,189+;j0,163						
150	70	0,453+;j0,098	0,17+;j0,112	0,462+;j0,054	0,158+;j0,115	0,451+;j0,1	0,198+;j0,157	0,462+;j0,054	0,158+;j0,115	0,451+;j0,1	0,198+;j0,157	0,462+;j0,054	0,158+;j0,115	0,451+;j0,1	0,198+;j0,157	0,462+;j0,054	0,158+;j0,115	0,451+;j0,1	0,198+;j0,157						
185	25	0,834+;j0,337	0,13+;j0,105	0,979+;j0,047	0,126+;j0,105	0,82+;j0,348	0,142+;j0,161	0,979+;j0,047	0,126+;j0,105	0,82+;j0,348	0,142+;j0,161	0,979+;j0,047	0,126+;j0,105	0,82+;j0,348	0,142+;j0,161	0,979+;j0,047	0,126+;j0,105	0,82+;j0,348	0,142+;j0,161						
185	35	0,674+;j0,21	0,132+;j0,106	0,735+;j0,048	0,126+;j0,106	0,667+;j0,217	0,148+;j0,16	0,735+;j0,048	0,126+;j0,106	0,667+;j0,217	0,148+;j0,16	0,735+;j0,048	0,126+;j0,106	0,667+;j0,217	0,148+;j0,16	0,735+;j0,048	0,126+;j0,106	0,667+;j0,217	0,148+;j0,16						
185	50	0,528+;j0,134	0,134+;j0,108	0,552+;j0,05	0,126+;j0,109	0,525+;j0,138	0,156+;j0,159	0,552+;j0,05	0,126+;j0,109	0,525+;j0,138	0,156+;j0,159	0,552+;j0,05	0,126+;j0,109	0,525+;j0,138	0,156+;j0,159	0,552+;j0,05	0,126+;j0,109	0,525+;j0,138	0,156+;j0,159						
185	70	0,421+;j0,095	0,138+;j0,108	0,431+;j0,051	0,126+;j0,111	0,419+;j0,098	0,166+;j0,153	0,431+;j0,051	0,126+;j0,111	0,419+;j0,098	0,166+;j0,153	0,431+;j0,051	0,126+;j0,111	0,419+;j0,098	0,166+;j0,153	0,431+;j0,051	0,126+;j0,111	0,419+;j0,098	0,166+;j0,153						
185	95	0,346+;j0,077	0,142+;j0,109	0,351+;j0,052	0,126+;j0,113	0,345+;j0,078	0,175+;j0,145	0,351+;j0,052	0,126+;j0,113	0,345+;j0,078	0,175+;j0,145	0,351+;j0,052	0,126+;j0,113	0,345+;j0,078	0,175+;j0,145	0,351+;j0,052	0,126+;j0,113	0,345+;j0,078	0,175+;j0,145						
240	25	0,802+;j0,335	0,1+;j0,1	0,948+;j0,044	0,096+;j0,1	0,788+;j0,345	0,111+;j0,156	0,948+;j0,044	0,096+;j0,1	0,788+;j0,345	0,111+;j0,156	0,948+;j0,044	0,096+;j0,1	0,788+;j0,345	0,111+;j0,156	0,948+;j0,044	0,096+;j0,1	0,788+;j0,345	0,111+;j0,156						
240	35	0,643+;j0,208	0,101+;j0,101	0,705+;j0,045	0,096+;j0,102	0,636+;j0,215	0,117+;j0,156	0,705+;j0,045	0,096+;j0,102	0,636+;j0,215	0,117+;j0,156	0,705+;j0,045	0,096+;j0,102	0,636+;j0,215	0,117+;j0,156	0,705+;j0,045	0,096+;j0,102	0,636+;j0,215	0,117+;j0,156						
240	50	0,498+;j0,13	0,104+;j0,102	0,522+;j0,045	0,096+;j0,103	0,495+;j0,134	0,125+;j0,153	0,522+;j0,045	0,096+;j0,103	0,495+;j0,134	0,125+;j0,153	0,522+;j0,045	0,096+;j0,103	0,495+;j0,134	0,125+;j0,153	0,522+;j0,045	0,096+;j0,103	0,495+;j0,134	0,125+;j0,153						
240	70	0,39+;j0,092	0,107+;j0,104	0,401+;j0,047	0,096+;j0,106	0,389+;j0,094	0,135+;j0,149	0,401+;j0,047	0,096+;j0,106	0,389+;j0,094	0,135+;j0,149	0,401+;j0,047	0,096+;j0,106	0,389+;j0,094	0,135+;j0,149	0,401+;j0,047	0,096+;j0,106	0,389+;j0,094	0,135+;j0,149						
240	95	0,316+;j0,073	0,111+;j0,104	0,32+;j0,049	0,096+;j0,108	0,315+;j0,075	0,144+;j0,141	0,32+;j0,049	0,096+;j0,108	0,315+;j0,075	0,144+;j0,141	0,32+;j0,049	0,096+;j0,108	0,315+;j0,075	0,144+;j0,141	0,32+;j0,049	0,096+;j0,108	0,315+;j0,075	0,144+;j0,141						
240	120	0,271+;j0,07	0,116+;j0,11	0,274+;j0,054	0,096+;j0,117	0,271+;j0,071	0,153+;j0,137	0,274+;j0,054	0,096+;j0,117	0,271+;j0,071	0,153+;j0,137	0,274+;j0,054	0,096+;j0,117	0,271+;j0,071	0,153+;j0,137	0,274+;j0,054	0,096+;j0,117	0,271+;j0,071	0,153+;j0,137						
300	35	0,623+;j0,206	0,082+;j0,098	0,685+;j0,042	0,077+;j0,099	0,616+;j0,213	0,097+;j0,153	0,685+;j0,042	0,077+;j0,099	0,616+;j0,213	0,097+;j0,153	0,685+;j0,042	0,077+;j0,099	0,616+;j0,213	0,097+;j0,153	0,685+;j0,042	0,077+;j0,099	0,616+;j0,213	0,097+;j0,153						
300	50	0,478+;j0,128	0,084+;j0,099	0,503+;j0,043	0,077+;j0,099	0,475+;j0,132	0,106+;j0,15	0,503+;j0,043	0,077+;j0,099	0,475+;j0,132	0,106+;j0,15	0,503+;j0,043	0,077+;j0,099	0,475+;j0,132	0,106+;j0,15	0,503+;j0,043	0,077+;j0,099	0,475+;j0,132	0,106+;j0,15						
300	70	0,371+;j0,088	0,087+;j0,099	0,381+;j0,044	0,077+;j0,101	0,369+;j0,091	0,115+;j0,145	0,381+;j0,044	0,077+;j0,101	0,369+;j0,091	0,115+;j0,145	0,381+;j0,044	0,077+;j0,101	0,369+;j0,091	0,115+;j0,145	0,381+;j0,044	0,077+;j0,101	0,369+;j0,091	0,115+;j0,145						
300	95	0,296+;j0,07	0,091+;j0,1	0,301+;j0,046	0,077+;j0,104	0,296+;j0,072	0,124+;j0,138	0,301+;j0,046	0,077+;j0,104	0,296+;j0,072	0,124+;j0,138	0,301+;j0,046	0,077+;j0,104	0,296+;j0,072	0,124+;j0,138	0,301+;j0,046	0,077+;j0,104	0,296+;j0,072	0,124+;j0,138						
300	120	0,252+;j0,067	0,096+;j0,106	0,254+;j0,051	0,077+;j0,113	0,251+;j0,068	0,132+;j0,134	0,254+;j0,051	0,077+;j0,113	0,251+;j0,068	0,132+;j0,134	0,254+;j0,051	0,077+;j0,113	0,251+;j0,068	0,132+;j0,134	0,254+;j0,051	0,077+;j0,113	0,251+;j0,068	0,132+;j0,134						
350	35	0,609+;j0,204	0,068+;j0,095	0,672+;j0,04	0,063+;j0,096	0,602+;j0,211	0,083+;j0,15	0,672+;j0,04	0,063+;j0,096	0,602+;j0,211	0,083+;j0,15	0,672+;j0,04	0,063+;j0,096	0,602+;j0,211	0,083+;j0,15	0,672+;j0,04	0,063+;j0,096	0,602+;j0,211	0,083+;j0,15						

Окончание таблицы 2

Площадь поперечного сечения, мм ²		Кабели расположены треугольником ¹						Кабели расположены в плоскости ²					
		экран заземлен ³			полное сопротивление переменному току для последовательности, Ом/км			экран заземлен ³			экран разземлен ⁴		
		нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁	нулевой, Z ₀	прямой, Z ₁
жилы	экрана												
350	50	0,464+j0,126	0,07+j0,096	0,489+j0,041	0,063+j0,097	0,367+j0,042	0,461+j0,131	0,091+j0,148	0,489+j0,041	0,091+j0,148	0,489+j0,041	0,063+j0,156	0,063+j0,156
350	70	0,357+j0,087	0,073+j0,097	0,367+j0,042	0,063+j0,099	0,356+j0,09	0,356+j0,09	0,101+j0,143	0,367+j0,042	0,101+j0,143	0,367+j0,042	0,063+j0,157	0,063+j0,157
350	95	0,282+j0,068	0,077+j0,097	0,287+j0,043	0,063+j0,1	0,282+j0,069	0,282+j0,069	0,11+j0,134	0,287+j0,043	0,11+j0,134	0,287+j0,043	0,063+j0,158	0,063+j0,158
350	120	0,238+j0,065	0,082+j0,104	0,24+j0,049	0,063+j0,111	0,237+j0,066	0,237+j0,066	0,118+j0,132	0,24+j0,049	0,118+j0,132	0,24+j0,049	0,063+j0,169	0,063+j0,169
400	50	0,461+j0,125	0,067+j0,094	0,486+j0,04	0,06+j0,095	0,458+j0,129	0,458+j0,129	0,088+j0,146	0,486+j0,04	0,088+j0,146	0,486+j0,04	0,06+j0,153	0,06+j0,153
400	70	0,354+j0,086	0,07+j0,095	0,364+j0,041	0,06+j0,097	0,353+j0,089	0,353+j0,089	0,098+j0,141	0,364+j0,041	0,098+j0,141	0,364+j0,041	0,06+j0,156	0,06+j0,156
400	95	0,279+j0,067	0,073+j0,095	0,284+j0,042	0,06+j0,099	0,279+j0,068	0,279+j0,068	0,107+j0,133	0,284+j0,042	0,107+j0,133	0,284+j0,042	0,06+j0,157	0,06+j0,157
400	120	0,235+j0,059	0,077+j0,095	0,237+j0,043	0,06+j0,1	0,235+j0,059	0,235+j0,059	0,113+j0,124	0,237+j0,043	0,113+j0,124	0,237+j0,043	0,06+j0,158	0,06+j0,158
400	150	0,2+j0,058	0,082+j0,099	0,202+j0,048	0,06+j0,109	0,2+j0,059	0,2+j0,059	0,118+j0,118	0,202+j0,048	0,118+j0,118	0,202+j0,048	0,06+j0,167	0,06+j0,167
500	70	0,341+j0,084	0,057+j0,093	0,351+j0,039	0,047+j0,095	0,339+j0,086	0,339+j0,086	0,084+j0,139	0,351+j0,039	0,084+j0,139	0,351+j0,039	0,047+j0,153	0,047+j0,153
500	95	0,266+j0,064	0,06+j0,092	0,271+j0,039	0,047+j0,096	0,266+j0,066	0,266+j0,066	0,093+j0,13	0,271+j0,039	0,093+j0,13	0,271+j0,039	0,047+j0,154	0,047+j0,154
500	120	0,222+j0,056	0,063+j0,092	0,224+j0,04	0,047+j0,097	0,221+j0,057	0,221+j0,057	0,099+j0,121	0,224+j0,04	0,099+j0,121	0,224+j0,04	0,047+j0,155	0,047+j0,155
500	150	0,187+j0,055	0,068+j0,096	0,189+j0,045	0,047+j0,105	0,187+j0,056	0,187+j0,056	0,105+j0,115	0,189+j0,045	0,105+j0,115	0,189+j0,045	0,047+j0,163	0,047+j0,163
630	95	0,255+j0,061	0,049+j0,088	0,26+j0,036	0,036+j0,091	0,255+j0,063	0,255+j0,063	0,082+j0,126	0,26+j0,036	0,082+j0,126	0,26+j0,036	0,036+j0,149	0,036+j0,149
630	120	0,211+j0,053	0,052+j0,087	0,214+j0,037	0,036+j0,092	0,211+j0,053	0,211+j0,053	0,088+j0,117	0,214+j0,037	0,088+j0,117	0,214+j0,037	0,036+j0,15	0,036+j0,15
630	150	0,177+j0,052	0,057+j0,092	0,178+j0,042	0,036+j0,101	0,176+j0,053	0,176+j0,053	0,094+j0,111	0,178+j0,042	0,094+j0,111	0,178+j0,042	0,036+j0,159	0,036+j0,159
630	185	0,15+j0,049	0,06+j0,088	0,151+j0,042	0,036+j0,101	0,15+j0,049	0,15+j0,049	0,095+j0,099	0,151+j0,042	0,095+j0,099	0,151+j0,042	0,036+j0,159	0,036+j0,159
800	95	0,247+j0,059	0,041+j0,084	0,252+j0,033	0,028+j0,087	0,247+j0,06	0,247+j0,06	0,073+j0,123	0,252+j0,033	0,073+j0,123	0,252+j0,033	0,028+j0,146	0,028+j0,146
800	120	0,203+j0,05	0,043+j0,084	0,206+j0,034	0,028+j0,088	0,203+j0,051	0,203+j0,051	0,079+j0,114	0,206+j0,034	0,079+j0,114	0,206+j0,034	0,028+j0,146	0,028+j0,146
800	150	0,169+j0,045	0,047+j0,082	0,17+j0,035	0,028+j0,09	0,168+j0,046	0,168+j0,046	0,083+j0,104	0,17+j0,035	0,083+j0,104	0,17+j0,035	0,028+j0,148	0,028+j0,148
800	185	0,142+j0,045	0,051+j0,084	0,143+j0,038	0,028+j0,096	0,142+j0,046	0,142+j0,046	0,086+j0,096	0,143+j0,038	0,086+j0,096	0,143+j0,038	0,028+j0,154	0,028+j0,154
1000	95	0,242+j0,057	0,034+j0,082	0,247+j0,032	0,022+j0,085	0,241+j0,059	0,241+j0,059	0,067+j0,121	0,247+j0,032	0,067+j0,121	0,247+j0,032	0,022+j0,143	0,022+j0,143
1000	120	0,197+j0,048	0,037+j0,08	0,2+j0,032	0,022+j0,085	0,197+j0,049	0,197+j0,049	0,073+j0,112	0,2+j0,032	0,073+j0,112	0,2+j0,032	0,022+j0,143	0,022+j0,143
1000	150	0,163+j0,043	0,04+j0,079	0,164+j0,032	0,022+j0,086	0,163+j0,043	0,163+j0,043	0,077+j0,101	0,164+j0,032	0,077+j0,101	0,164+j0,032	0,022+j0,144	0,022+j0,144
1000	185	0,137+j0,04	0,043+j0,077	0,138+j0,033	0,022+j0,087	0,137+j0,04	0,137+j0,04	0,079+j0,09	0,138+j0,033	0,079+j0,09	0,138+j0,033	0,022+j0,145	0,022+j0,145
1200	95	0,238+j0,056	0,031+j0,079	0,244+j0,03	0,019+j0,082	0,238+j0,057	0,238+j0,057	0,063+j0,119	0,244+j0,03	0,063+j0,119	0,244+j0,03	0,019+j0,14	0,019+j0,14
1200	120	0,194+j0,047	0,034+j0,079	0,197+j0,03	0,019+j0,083	0,194+j0,048	0,194+j0,048	0,069+j0,11	0,197+j0,03	0,069+j0,11	0,197+j0,03	0,019+j0,141	0,019+j0,141
1200	150	0,16+j0,041	0,037+j0,077	0,161+j0,031	0,019+j0,084	0,159+j0,042	0,159+j0,042	0,073+j0,1	0,161+j0,031	0,073+j0,1	0,161+j0,031	0,019+j0,142	0,019+j0,142
1200	185	0,133+j0,038	0,04+j0,076	0,134+j0,031	0,019+j0,086	0,133+j0,039	0,133+j0,039	0,076+j0,089	0,134+j0,031	0,076+j0,089	0,134+j0,031	0,019+j0,144	0,019+j0,144

Примечания:

- 1 – кабели расположены треугольником вплотную;
- 2 – кабели расположены в плоскости, расстояние между кабелями в свету равно диаметру кабеля;
- 3 – сопротивление рассчитано для схемы заземления экранов, при которой экран заземлен только с двух сторон;
- 4 – сопротивление рассчитано для схемы заземления экранов, при которой экран заземлен только с одной стороны или разземлен с двух сторон.

ЭКОНОМЕТРИКА В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АКТИВОВ

Аннотация

В статье изложены концептуальные положения новых подходов к оценке технического состояния активов. Эти подходы создают информационную и методологическую основу перехода от планово-предупредительных ремонтов оборудования объектов электроэнергетики к ремонтам по состоянию и риск-ориентированному управлению активами. Автор также обозначает проблему комплексной оценки технико-экономической эффективности активов энергетической системы, включающей множество энергообъектов.



С.В. МИЩЕРЯКОВ,
д.э.н., генеральный директор
НП «КОНЦ ЕЭС»

Annotation

The article outlines the conceptual provisions for the provision of new approaches to assessing the technical condition of assets. The approaches defined in the article create an information and methodological basis for the transition from planned preventive repairs of power facilities equipment to state-of-the-art repairs and risk-based asset management. The article outlines the problem of a comprehensive assessment of the technical and economic efficiency of energy system assets, which includes many of power objects.

Статья поступила в редакцию 10 мая 2018 года

Рыночные отношения в электроэнергетике, предполагающие экономические методы формирования конкурентных преимуществ компаний, формируют противоречие, заключающееся, с одной стороны, в необходимости использования совокупности методов анализа связей между различными экономическими показателями (факторами) на основании реальных статистических данных с применением аппарата теории вероятностей и математической статистики, с другой – в отсутствии таких данных и развитии тенденций ограничения потоков информации об экономической и технической составляющих производственной деятельности энергетических компаний. Это противоречие порождает необходимость разрешения научной проблемы формирования методологии, моделей и технологий анализа качественных и количественных показателей регулирующих воздействий на хозяйствующий субъект в условиях неопределенности рынка с целью обеспечения энергетической безопасности страны.

Сегодня мало разбираться в сущности множества проблем, стоящих перед энергетиками, необходимо знать характер их взаимодействия и с учетом этого уметь определять приоритеты и ранжировать порядок разрешения проблем. Традиционные методы работы и управления для этого не годятся по простой причине: они обращены в прошлое, то есть строят

прогнозы на будущее на основе анализа состояния энергообъектов по бухгалтерской отчетности. Однако известны методы, использование которых позволяет осуществить достоверный анализ производственной деятельности компаний. Одним из таких методов является функционально-стоимостной анализ.

Функционально-стоимостной анализ

В энергетике качество товара сводится прежде всего к оценке надежности снабжения потребителей электроэнергией и теплом в соответствии со стандартами качества. Одной из технологий такой оценки является функционально-стоимостной анализ продукта или актива (ФСА). Особенность ФСА состоит в том, что объектом исследования и изучения являются функции товара, услуги, процесса и их составляющих. Главное достоинство этого метода заключается в том, что он позволяет не только составить истинное представление о предмете исследования, его функциях, свойствах, увидеть действительные причины неоправданных затрат, но и предложить конкретные, многовариантные пути достижения оптимального соотношения между качеством и затратами на функционирование исследуемого объекта (актива).

Зарождение метода относится к концу 1940-х годов и связано с именами Ю.М. Соболева и Л.Д. Майлса. Так, советский инженер Ю.М. Соболев пришел к выводу о необходимости системного экономического анализа машин и поэлементной отработки конструкции технической системы. Причем каждый из элементов рассматривается им как некоторая самостоятельная часть конструкции и относится к одной из двух групп, основной или вспомогательной. Элементы основной группы должны удовлетворять эксплуатационным требованиям, предъявляемым к товару и производящему его оборудованию. Элементы вспомогательной группы служат для конструктивного оформления и обеспечения функционирования производственного оборудования. Этим расчленением определяется отношение к затратам, которые необходимы для осуществления основными и вспомогательными элементами их функций [7].

Поэлементный экономический анализ технической системы показывает, что, во-первых, эти затраты, особенно по вспомогательной группе элементов, как правило, завышаются, а во-вторых, что их можно сократить без ущерба для качества функционирования технической системы, оборудования, отдельного его узла или детали. Таким образом, лишние затраты становятся заметны именно в результате расчленения системы на элементы.

Определение индексов технического состояния оборудования

Опыт Российской Федерации по формированию единых подходов к ФСА достоин подробного рассмотрения и адаптации к местным условиям. В 2016 году постановлением Правительства Российской Федерации № 1401 утверждена подготовленная Минэнерго России Методика комплексного определения показателей технико-экономического состояния объектов электроэнергетики, в том числе показателей физического износа и энергетической эффективности объектов электросетевого хозяйства. Методикой впервые на государственном уровне закреплена единая для электроэнергетической отрасли терминология для ряда основных понятий (индекс технического состояния, физический износ, техническое воздействие и др.), используемых в расчетах оценки технического состояния, а также при определении необходимости и вида технического воздействия в зависимости от результатов расчета показателей и оценки технического состояния оборудования объектов электроэнергетики.

Методикой определен агрегированный показатель – индекс технического состояния оборудования (ИТС), который объединяет значения количественных оценок показателей технического состояния в одну величину, что удобно для сравнения и оценки. Данный индекс является безразмерной числовой величиной, которая получается в результате расчетов по алгоритмам, заданным для каждого типа объектов электроэнергетики и каждого вида оборудования. ИТС определяется на основании фактических данных и характеризует состояние объекта с точки зрения соответствия его параметров и признаков значениям, установленным нормативной и технической документацией, а также организациями-готовителями.

Определение ИТС как для отдельных групп оборудования, так и для объектов электроэнергетики в целом осуществляется с учетом принципа единообразия идентификации групп обо-

рудования и стратегий технического воздействия на оборудование, включая ремонты по техническому состоянию или обслуживание по факту отказа. Экспертная оценка проводится по индивидуальным правилам, разработанным для 668 функциональных узлов. Так, для трансформаторов выделены следующие функциональные узлы: изоляционная система; магнитная система; обмотки трансформатора; высоковольтные вводы; система регулирования напряжения.

Функциональные узлы оцениваются по параметрам, которые могут меняться при накоплении опыта оценки:

- срок службы;
- течь масла, давление, общее газосодержание, пробивное напряжение масла;
- дефекты покрышки;
- температура при тепловизионном контроле;
- нагрев крышки измерительного конденсатора и контактных соединений;
- концентрация ацетилена C_2H_2 ;
- суммарное содержание в масле углеводородных газов SC_xH_y ;
- содержание антиокислительной присадки;
- влагосодержание (для негерметичных ВВ 110 кВ и герметичных ВВ 110–750 кВ);
- $tg \delta$ масла при 90°C для 110–750 кВ;
- содержание в масле водорастворимых кислот и щелочей ($\Phi_{пред}$ – по сравнению с предыдущим замером);
- класс промышленной чистоты ($\Phi_{пред}$ – по сравнению с предыдущим замером);
- кислотное число – для негерметичных маслонаполненных вводов;
- температура вспышки масла в закрытом тигле – для негерметичных маслонаполненных вводов ($\Phi_{пред}$ – по сравнению с предыдущим замером);
- сопротивление изоляции измерительного конденсатора;
- $tg \delta$ основной изоляции, приведенный к 20 °С;
- $tg \delta$ последних слоев изоляции, приведенный к 20 °С.

Соблюдение названных подходов в сочетании с внедрением единой отраслевой классификации групп основного технологического оборудования и видов отказов позволяет для отдельных групп оборудования сформировать единые алгоритмы определения целесообразности технического воздействия, а также рациональный вид, состав и стоимость такого воздействия.

Количественная оценка технического состояния энергообъекта

Для выработки мер технического воздействия недостаточно качественных оценок – необходимы количественные значения параметров, определяющих техническое состояние оборудования. Количественная оценка технического состояния объектов электроэнергетики и их оборудования выполняется экспертным путем. При этом действуют следующие порядок и правила.

1. Расчет количественной оценки технического состояния объектов электроэнергетики и их оборудования представляет собой процесс определения интегрального показателя технического состояния (ИТС) и осуществляется на основе результатов оценки технического состояния конструктивных элементов и/или функциональных узлов оборудования. Результатами количественной оценки являются ИТС функциональных узлов

оборудования, единицы оборудования и группы оборудования (установка, технологическая система, объект в целом), которые выражаются численной величиной. Наиболее удобной представляется 100-балльная шкала оценки, где 100 – наилучшее значение, 0 – наихудшее.

2. Определяется перечень функциональных узлов, используемых в расчете ИТС, содержащем группы параметров технического состояния, состав которых минимально приемлем и наилучшим образом характеризует способность оборудования выполнять свои функции в нормальном режиме.

3. Для оценки фактических значений контролируемых параметров технического состояния функционального узла оборудования назначается балльная шкала оценки, на основе которой осуществляется расчет ИТС функциональных узлов и оборудования в целом.

4. Оценка группы параметров технического состояния функционального узла оборудования определяется минимальным значением балльной оценки параметра технического состояния, входящего в данную группу. Таким образом, делается акцент на наименьшее значение балльной оценки (слабые места) с целью предупреждения отказа или выхода оборудования из строя (аварий).

5. Степень влияния результатов оценки группы параметров на оценку технического состояния функционального узла и единицы оборудования в целом учитывается весовыми коэффициентами.

Весовые коэффициенты групп параметров технического состояния отражают их важность и характеризуют степень влияния на надежность и работоспособность функциональных узлов оборудования. Соответственно, весовые коэффициенты функциональных узлов отражают значимость узлов и характеризуют их влияние на надежность и работоспособность единицы оборудования в целом. Весовые коэффициенты указываются в долях и принимают значения от 0 до 1.

Сумма всех весовых коэффициентов групп параметров технического состояния в рамках одного функционального узла составляет 1 [3].

Выбор значений весовых коэффициентов осуществляется методом Т. Саати [3], который основан на принципах парных сравнений и согласованности экспертных суждений о степени важности влияния каждого свойства на объект с построением вектора приоритетов параметров.

Качественная оценка технического состояния энергообъекта

Качественная оценка технического состояния (вид технического состояния) формируется в зависимости от соответствия полученного значения индекса технического состояния одному из диапазонов, представленных на рисунке.

Качественная оценка технического состояния используется для определения оптимального вида, состава и стоимости технического воздействия на оборудование. Например, при критическом состоянии необходима замена оборудования, а при очень хорошем – достаточно обеспечивать контроль параметров.

При этом сама оценка требует уточнения, постановки и решения двух задач. Первая из них – отнесение значений ИТС к определенному виду технического состояния. Для ее решения необходимо ответить на следующие вопросы:

- как влияет отказ функционального узла на работу всей энергосистемы с учетом резервирования функций и узлов в ее структуре;
- насколько оперативно должны быть предприняты меры технического воздействия на функциональный узел при ухудшении параметров его работы во времени;
- насколько критичным для энергосистемы является отказ конкретного функционального узла в условиях резервирования функций системы несколькими функциональными узлами;
- в какой степени опасна для дальнейшей эксплуатации основного оборудования динамика параметров (показателей технологического контроля) его работы;
- возможна ли эксплуатация основного оборудования в условиях ненормальных (пониженных) нагрузок.

При ответе на поставленные вопросы следует использовать пять видов критериев: структурный, временной, функциональный, параметрический и нагрузочный.

При математическом анализе эксплуатации основного оборудования необходимо учитывать тот факт, что рассматриваемые критерии и их показатели не аддитивны, а следовательно, к ним не могут быть применены операции линейной алгебры. В связи с этим для комплексной оценки технического состояния функционального узла или единицы оборудования может быть использован аппарат нечетких множеств, обеспечивающий следующие возможности:

- аппроксимацию любой вещественной функции с любой заданной точностью;
- создание нечетких моделей (НМ), что значительно проще построения традиционных математических моделей, особенно в случае моделирования сложных, плохо определенных систем, когда имеются только качественные представления о зависимости между параметрами системы;
- более простую, чем у традиционных моделей, программную реализацию НМ;



- вполне приемлемую для большинства приложений точность решений, получаемых с использованием НМ;
- выражение зависимостей между входными и выходными переменными в лингвистическом виде, их понятную словесную интерпретацию;
- отсутствие необходимости в использовании для оценок статистических данных.

Вторая задача по уточнению качественной оценки технического состояния функциональных узлов для определения оптимального вида, состава и стоимости технического воздействия на оборудование заключается в определении степени детализации рассмотрения функциональных узлов. Она решается директивно. В нормативных документах введено понятие «основное технологическое оборудование», которое ограничивает область рассмотрения и объемы производимых расчетов восьмью видами основного технологического оборудования. К основному технологическому оборудованию объектов электроэнергетики, в отношении которого производится оценка технического состояния согласно настоящей методике, относятся: паровые турбины установленной мощностью 5 МВт и более; паровые (энергетические) котлы, обеспечивающие паром паровые турбины установленной мощностью 5 МВт и более; гидротурбины установленной мощностью 5 МВт и более; газовые турбины установленной мощностью 5 МВт и более; гидрогенераторы номинальной мощностью 5 МВт и более; турбогенераторы номинальной мощностью 5 МВт и более; силовые трансформаторы напряжением 110 кВ и выше; линии электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

Определение коэффициентов режимно-потенциальной избыточности

В рамках решения первой задачи для критериальной оценки состояния оборудования предлагается взять аналитические зависимости, определяющие режимно-потенциальную избыточность (РПИ) сложных технических систем. РПИ – это «появляющиеся в сложных технических системах (СТС) при работе на промежуточных режимах (пониженной нагрузке на систему) и (или) в более «комфортных» условиях окружающей среды, чем расчетные спецификационные, дополнительные средства и (или) возможности сверх минимально необходимых для сохранения ее свойств (надежности, устойчивости и т.д.) в данных условиях использования по назначению» [4].

Возможность использования РПИ в качестве критерия функционального состояния СТС вытекает из ее определения. Использование нескольких критериев РПИ и применение к ним операций нахождения решения при нечетком определении целей и ограничений позволяет оценить состояние (режим, стратегию использования) СТС с нескольких позиций, описать это состояние и процесс комплексной оценки для принятия решения в одних математических понятиях. Это, в свою очередь, позволяет количественно оценить качество принимаемых решений и тип технического воздействия на функциональный узел или систему в целом. Таким образом, с помощью критериального анализа может быть выявлено критическое состояние оборудования или функционального узла.

В качестве аналитического выражения РПИ, то есть ее показателей, авторы [4] предлагают использовать коэффициенты режимно-потенциальной избыточности (КРПИ), которые определяются в соответствии со следующими выражениями.

1. Коэффициент структурной РПИ:

$$KS_i = (n_{раб}^{факт} - n_{рез}^{факт}) / (n_{раб}^{дост} - n_{рез}^{дост}) - 1,$$

где $n_{раб}^{факт}$, $(n_{рез}^{факт})$ – количество основных (резервных) элементов системы, фактически задействованных на k-м режиме; $n_{раб}^{дост}$, $(n_{рез}^{дост})$ – количество основных (резервных) элементов системы, достаточное для обеспечения ее нормальной работы и установленной кратности резервирования на k-м режиме в i-х условиях внешней среды. При этом количество резервных элементов определяется из условия обеспечения кратности резервирования не меньшей, чем на номинальном режиме.

2. Коэффициент временной РПИ:

$$KT_i = (t_{jk}^{факт} - t_{jk}^{сп}) / t_{jk}^{сп} = t_{jk}^{факт} / t_{jk}^{сп},$$

где $t_{jk}^{факт}$ – период времени, за который происходит изменение параметра системы W_j от величины, соответствующей k-му режиму и i-м условиям ($W_k^{факт}$), до предельно допустимой ($W_{пред}$), если j-я система перестанет работать; $t_{jk}^{сп}$ – то же, если до остановки система работала на номинальном режиме и в спецификационных условиях внешней среды.

3. Коэффициент функциональной РПИ:

$$KV_i = (N_k^{факт} - N_k^{дост}) / N_k^{дост} = N_k^{факт} / N_k^{дост} - 1,$$

где $N_k^{факт}$ – количество элементов СТС, фактически выполняющих заданное количество функций на k-м режиме в i-х условиях внешней среды; $N_k^{дост}$ – количество элементов СТС, достаточное для выполнения того же количества функций на k-м режиме в i-х условиях внешней среды.

4. Коэффициент параметрической РПИ:

$$KP_i = (W_k^{факт} - W_{мин}) / W_{мин} = W_k^{факт} / W_{мин} - 1,$$

где $W_{мин}$ – спецификационное значение параметра системы при работе на k-м режиме в номинальных условиях; $W_k^{факт}$ – фактическое (или достаточное для нормальной работы системы) значение того же параметра на k-м режиме в i-х условиях.

5. Коэффициент нагрузочной РПИ:

$$KN_i = (x_{jk}^{факт} - x_{jk}^{дост}) / x_{jk}^{дост} = x_{jk}^{факт} / x_{jk}^{дост} - 1,$$

где $x_{jk}^{факт}$ – фактическая производительность j-й системы на k-м режиме в i-х условиях внешней среды; $x_{jk}^{дост}$ – достаточная для выполнения предназначения производительность j-й системы на k-м режиме в i-х условиях внешней среды.

Для энергетических систем расчетные формулы КРПИ выводятся на базе качественного анализа системы с использованием методик расчета ее параметров при проектировании и экспериментальной проверке их адекватности в ходе эксплуатации.

Определение критериев критического состояния оборудования

Для аналитического решения задачи отнесения значений ИТС функционального узла к определенному виду технического состояния важно понимать, что в качестве ограничений выступает условие неотрицательности КРПИ, характеризующих его состояние. При отрицательных значениях функци-

ональный узел своих функций не выполняет и его состояние должно быть определено как критическое.

Математически эта задача описывается множеством допустимых выборов (стратегий), альтернатив и заданным на этом множестве отношением предпочтения (рациональных решений). Сформулированная в понятиях нечеткой логики задача решается достаточно корректно. В качестве решения предложено отношение $D = (\cap G_i) \cap (\cap C_j)$, $i = 1 \dots n, j = 1 \dots m$, которое устанавливает связь между принятым решением – множеством D , множествами целей G и ограничений C . Смысл этого выражения очевиден и заключается в констатации положения о том, что решение должно отвечать целям, то есть определению технического состояния (критическое, неудовлетворительное, удовлетворительное, очень хорошее), и соответствовать имеющимся ограничениям (неотрицательные значения КРПИ, то есть СТС выполняет свои функции). Общее математическое решение задачи через функции принадлежности с учетом свойств декартова произведения имеет вид:

$$\begin{aligned} \mu D(x) &= \mu G_1(x) \times \mu G_2(x) \times \mu G_3(x) \times \dots \times \\ &\times \mu G_i(x) \times \mu C_1(x) \times \mu C_2(x) \times \dots \times \mu C_j(x) = \\ &= \min[\mu G_i(x), \mu C_j(x)]. \end{aligned} \quad (1)$$

При этом множество $G_i(x)$ определяет нечеткое множество целей (техническое состояние), а $C_j(x)$ – нечеткое множество ограничений (значение КРПИ). Область допустимых значений функций принадлежности составляют возможные состояния элементов анализируемых систем.

Нечеткие цели и ограничения могут быть представлены числовой осью (осью времени, осью состояний и т.д.), а решение выражено функцией полезности. Вычисляя степень приближения показателей к экстремальному значению (\min/\max) в виде отношения этих показателей, можно определить численное значение оценки технического состояния функционального узла и степени приближения показателей к границам их интервалов, то есть уточнить рациональность принимаемых решений по управлению активами, определив это выражение как функцию принадлежности целей и ограничений [4].

В качестве функции принадлежности μx могут быть выбраны отношения текущего значения КРПИ к его максимальному значению – функции принадлежности ограничений $\mu C_j(x)$. В качестве целей выступает нечеткое множество с функцией принадлежности $\mu G_i(x)$, которая определяется аналогично функции принадлежности ограничений и с учетом определения РПИ должна быть минимальной. При этом заметим, что и цели, и ограничения заданы на одном и том же множестве состояний элементов энергетических систем, функциональных узлов x и выражены через одни и те же показатели – КРПИ. С учетом этого можем записать: $\mu C_j(x) = \mu G_i(x) = \mu C_j(x)$. Тогда выражение (1) примет вид:

$$\begin{aligned} \mu D(x) &= \mu C_1(x) \times \mu C_2(x) \times \dots \times \\ &\times \mu C_{i-1}(x) \times \mu C_j(x) = \min[\mu C_j(x)] \geq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Выражение (2) является математическим решением конкретной задачи – определения критериев критического состояния единичного оборудования и системы в целом.

Таким образом, при рассмотрении задачи имеем, с одной стороны, нечеткие ограничения (целевая функция неотрицательна), с другой – нечеткие цели (целевая функция минимальна), что корректно реализуется в приведенном решении и принимаемых правилах отнесения функционального узла к определенному виду состояния.

Расчет индексов технического состояния основного технологического оборудования позволяет приступить к формированию риск-ориентированных подходов к управлению производственными активами.

Международный стандарт ISO/IEC 31010:2009 «Менеджмент риска. Методы оценки риска», ссылаясь на руководство ISO 73:2009 «Словарь терминов», определяет риск как влияние неопределенности на цели. С этой точки зрения подходы, изложенные в настоящей статье, полностью соответствуют признанным положениям, успешно применяются в повседневной практике деятельности энергетических компаний и требуют дальнейшего развития в теоретическом плане.

Выводы

Для обеспечения эксплуатационной надежности энергетического оборудования с использованием методов функционально-стоимостного анализа владения производственными активами, осуществляемого на протяжении всего их жизненного цикла, в условиях ресурсных ограничений целесообразно применять риск-ориентированные подходы к формированию мер технического воздействия на активы. Риск-ориентированный подход может осуществляться на основе расчета индексов технического состояния основного технологического оборудования и определения его параметров по пяти критериям с выявлением минимальных значений, что позволит принимать управленческие решения с учетом рисков для энергосистемы в целом. Реализация изложенного подхода предусмотрена рядом нормативных документов.

Список литературы

1. О комплексном определении показателей технико-экономического состояния объектов электроэнергетики, в том числе показателей физического износа и энергетической эффективности объектов электросетевого хозяйства, и порядка осуществления мониторинга таких показателей: постановление Правительства Российской Федерации, 19 декабря 2016 г., № 1401.
2. Беллман, Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: сб. переводов; пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – С. 172–215.
3. Грабчак, Е.П. Оценка технического состояния энергетического оборудования в условиях цифровой экономики / Е.П. Грабчак // Надежность и безопасность энергетики. – 2017. – № 4(10). – С. 4–12.
4. Ершов, Г.А. Критериальная оценка качества управленческих решений на базе нечеткой логики в техногенных системах / Г.А. Ершов, С.В. Мищеряков: сб. материалов. – М., 1998. – С. 3–15.
5. Ковалевич, О.М. Анализ неопределенностей при рассмотрении инфраструктурных проектов и принятия решений / О.М. Ковалевич // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – № 4. – С. 15–21.
6. Рузавин, Г.И. Вероятность и правдоподобные рассуждения / Г.И. Рузавин // Философия науки. Вып. 2: Гносеологические и логико-методологические проблемы. – 1996. – С. 163–191.
7. Справочник по функционально-стоимостному анализу / Под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майданчика. – М.: Финансы и статистика, 1998.
8. Шеремет, А.Д. Теория экономического анализа: учебник / А.Д. Шеремет. – Москва: Инфра-М, 2002.

ИННОВАЦИОННЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Энергоэффективность является существенным фактором сбалансированного и устойчивого развития энергетики и экономики на длительную перспективу. На международном рынке в области энергоэффективных технологий, товаров и услуг уже существует конкуренция, а энергоёмкость продукции остается ключевым фактором, определяющим ее стоимость, что отражается в национальных и региональных программах развития государств.



В.И. РУСАН,
д.т.н., профессор БГАТУ,
председатель правления ассоциации
«Возобновляемая энергетика»

Учитывая тот факт, что Республика Беларусь импортирует более 85 % энергоресурсов, задействованных в экономике страны, важнейшими задачами в обеспечении энергетической независимости является сокращение энергоёмкости производства и внедрение инновационных технологий энергоэффективного строительства.

В настоящее время в стране осуществляется несколько международных проектов, которые будут способствовать формированию передового комплексного подхода к повышению энергетической эффективности. В частности, реализация проектов ПРООН-ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», ПРООН/ЕС «Разработка интегрированного подхода к расширению программы по энергосбережению» и других уже сейчас позволяет применять новые энергоэффективные подходы к проектированию, разработке строительных норм, созданию энергосберегающих инженерных систем, решению вопросов, связанных с сертификацией зданий по уровню энергоэффективности.

Системы оценки проектных решений в энергоэффективном строительстве

В мировой практике для оценки проектных решений, в том числе градостроительных, используют системы «зеленых»

стандартов. Наиболее распространенными и широко признанными являются международные системы оценки экологической эффективности зданий BREEAM, LEED, Open House. Это рейтинговые системы, позволяющие проводить комплексную оценку архитектурно-планировочных, объемно-пространственных, конструктивных, инженерных, экологических и энергоэффективных решений с учетом условий комфортности и эффективности.

Стандарт LEED разработан Американским советом по экологическому строительству (USGBC) в 1998 году. Документ позволяет в баллах оценить соответствие любого здания, сооружения, квартала застройки целому ряду нормативных показателей, в том числе таких как экология прилегающей территории, эффективность использования водных ресурсов, качество внутреннего воздуха и др.

Стандарт BREEAM – метод оценки экологической эффективности зданий, разработанный в Великобритании в 1990 году. Этот стандарт востребован на мировом строительном рынке. Он, так же как и предыдущий, позволяет оценить соответствие сооружения нормам по таким направлениям, как использование энергии, воды, материалов, утилизация отходов, использование земельного участка и т.д.

Эти и другие системы оценки могут быть адаптированы к действующим в Беларуси национальным нормам, что будет способствовать дальнейшему развитию



И.Л. МОРДАНЬ,
гранд-доктор философии в области
информационных технологий

энергоэффективных подходов в строительстве и градостроительном планировании и значительно увеличит эффективность реализуемых в этой области решений.

Примером комплексного подхода к внедрению энергоэффективных технологий может служить шведская система устойчивого городского развития SymbioCity, позволяющая рассматривать проблемы энергоэффективности и экологии в комплексе и искать решения, которые дают выигрывать сразу по нескольким направле-

ниям. Система учитывает городское архитектурно-планировочное решение кварталов застройки, их ориентацию по сторонам света, эффективное инженерное обеспечение, использование экологичных и местных материалов, а также передовых технологий в энергетическом строительстве, благоустройстве. Швеция идет по этому пути с 1990-х годов и накопила огромный опыт организации процессов устойчивого развития города. Этот опыт доказывает, что 95 % бытового мусора можно использовать для генерации энергии и выработки вторсырья, 75 % всего мусора (и не только бытового) пригодны для последующего рециклирования.

Классическим примером является опыт Стокгольма, где биоотходы канализации после очистки стоков и биологически разлагаемый мусор утилизируются, производя биогаз, который используется для обогрева домов, горячего водоснабжения и заправки городского транспорта, а образующееся при уничтожении отходов электричество поступает в городскую сеть.

Энергоэффективность оборудования

Стандарты и сертификаты обеспечивают безопасность и эффективность эксплуатации всех видов оборудования, которое используется в производстве и распределении энергии из различных источников.

В странах ЕС активно внедряются сертификация и маркировка по энергоэффективности оборудования, применяемого в строительстве (инженерные системы зданий, тепловые насосы, солнечные коллекторы, флуоресцентные светильники и т.п.).

Маркировка энергоэффективности по относительным энергетическим показателям напрямую не связана с экономическими характеристиками. К примеру, энергоэффективность осветительных ламп оценивается по относительной светоотдаче (лм/Вт), а жилого здания – по удельному теплотреблению на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение (кВт·ч/м² в год). Проблема формирования потребительского спроса на энергоэффективные, но более дорогие изделия – одна из самых актуальных в области энергоэффективного строительства, так как экономическая мотивация намного важнее и действеннее фискальных мер, механизмов нормативного и административного регулирования.

В Европе, внедряя систему маркировки энергоэффективности, используют финансовую мотивацию. В частности, в ЕС было введено понятие «цена жизненного цикла» энергопотребляющего оборудования – LCC (Life Cycle Cost). Показатель LCC интегрирует стоимость оборудования (С_и) и стоимость энергии (С_е), израсходованной за период его эксплуатации, то есть $LCC = C_i + C_e$. Внедрение этого показателя дало новый импульс мерам по энергосбережению и способствовало повышению мотивации всех участников энергетического строительства. На рисунке показана зависимость стоимости системы вентиляции от ее энергоэффективности.

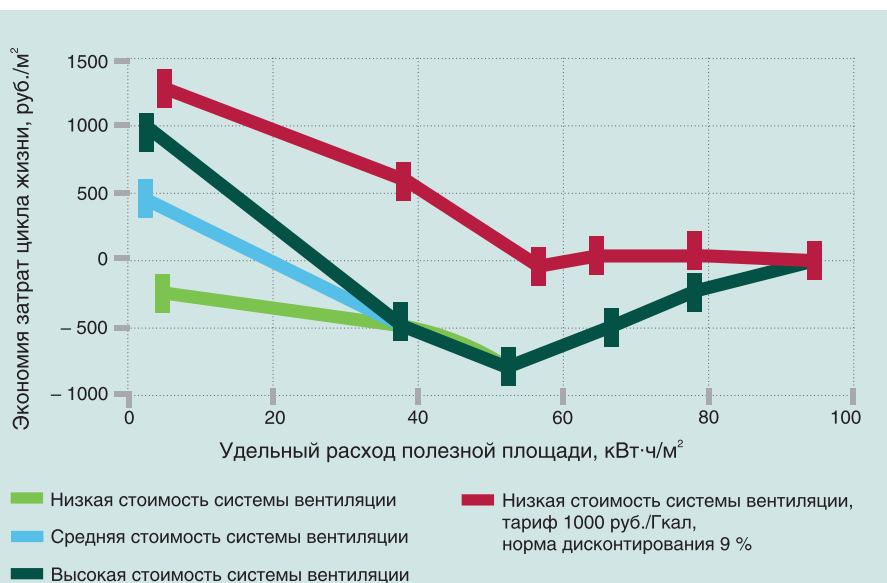


График зависимости стоимости системы вентиляции от ее энергоэффективности

Проблема энергосбережения в Беларуси

В последние десятилетия особую актуальность приобрела проблема снижения энергозатрат. Важнейшими мероприятиями, обеспечивающими разработку энергосберегающих организационно-технологических процессов, являются следующие:

- реализация проектов по созданию энергосберегающего оборудования, энергоэффективных конструктивно-технологических систем;
- корректировка нормативной и законодательно-правовой базы с учетом мировых тенденций в области энергоэффективности и энергосбережения;
- создание условий, стимулирующих потребителей к активному участию в реализации мероприятий по энергосбережению.

Успешность реализации этих мероприятий зависит от внедрения современных инновационных энергоэффективных технологий во всех сферах экономики, в том числе в строительстве. Однако в настоящее время этот процесс в Беларуси осуществляется медленно по ряду причин, в числе которых недостаточная квалификация специалистов в области энергоэффективности, отсутствие осознания необходимости такой деятельности и слабая информированность населения.

Еще один фактор – разные подходы организаций к решению вопросов в сфере энергоэффективности и экологии, что нередко приводит к перерасходу энергоресурсов, финансовых средств и ухудшению экологической обстановки. Если одни предприятия готовы внедрять инновационные энергоэффективные технологии, то другие не имеют для этого достаточных средств или не решаются инвестировать в рискованные проекты. При этом доля государственных средств в финансировании научно-исследовательской деятельности в области экоиноваций в среднем составляет около 5 % (по данным обзора Европейской экономической комиссии ООН «Инновации для устойчивого развития»). К тому же необходимость строгого соблюдения требований к реализации проектов, финансируемых государством, ведет к сужению рамок основ конкуренции и способствует снижению инвестиционной привлекательности долгосрочных проектов в сфере энергоэффективности.

Аспекты развития энергоэффективности в Беларуси

В Беларуси передовые международные наработки в области энергоэффективности в градостроении практически не используются. Примеры реализации концепции, устанавливающей связь между строительством и сокращением энергопотребления, выброса парниковых газов, малочисленны. Обычно планирование происходит традиционно, вне связи с принципами энергоэффективного строительства и внедрения передовых технологий.

Тем не менее в стране уже существует определенный опыт в области энергоэффективного строительства. С целью наработки инженерно-технических и проектных решений при строительстве энергоэффективного жилья целесообразно провести анализ эксплуатации энергосберегающего и теплогенерирующего инженерного оборудования в трех экспериментальных жилых домах в Минске, Гродно, Могилеве, строящихся в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь». В отчете должны быть кратко изложены основные принципы системы сертификации материалов, изделий и оборудования на соответствие нормативным требованиям к их эффективности, рассмотрено инженерное оборудование, используемое в энергетическом строительстве.

Действующее в Беларуси законодательство постоянно совершенствуется в условиях региональных трансформаций, происходят интенсивные процессы взаимодействия с правовыми системами стран Европейского союза, Шанхайской организации сотрудничества, Европейского экономического союза и др. Формируется институт государственно-частного партнерства (ГЧП) – модель сотрудничества государства и бизнеса, успешно работающая во всем мире. Она позволяет с помощью финансовых средств инвестора строить и реализовывать инфраструктурные объекты без серьезной нагрузки на госбюджет, при этом построенный проект сохраняет статус госсобственности. В Беларуси проблема привлечения инвесторов в различные проекты ГЧП (в сфере дорожного строительства, коммунального хозяйства, энергетики, научно-технической деятельности и др.) сегодня является одной из наиболее актуальных. Законодательную базу ГЧП



в стране нужно постоянно совершенствовать, в первую очередь с точки зрения защиты права собственности и снижения рисков для инвесторов.

Сегодня имплементация норм международного права в систему законодательства стала характерной чертой развития правовой системы Беларуси, но при этом не следует механически заимствовать эти нормы – необходимо адаптировать их к условиям нашей действительности и свести к минимуму участие государства в так называемых частнопровых отношениях. Множественность нормативных актов – еще далеко не показатель законности; они должны быть правовыми и совместимыми с правовыми системами других государств, эффективно «работать», быть непротиворечивыми, ясными и понятными для всех граждан. В современных условиях для динамичного развития энергоэффективного строительства и отрасли в целом необходимо принять на государственном уровне концепцию развития инновационного законодательства в Республике Беларусь.

Кодифицирующим нормативным актом должен стать инновационный кодекс Республики Беларусь. Создание такого кодекса могло бы привести к более высокой степени систематизации и унификации правовых норм в инновационной сфере деятельности, способствовать дальнейшей интеграции Беларуси в мировую экономику, либерализации экономики, совершенствованию государственно-частного партнерства, деюрократизации государственных институтов, а также совершенствованию правотворческой и правоприменительной деятельности.

Необходимо рассмотреть возможность развития партнерства с иностранными субъектами в контексте венчурного финансирования, активнее искать пути привлечения иностранных инвесторов. Кроме того, следует расширять практику создания инкубаторов, оработанную в Парке высоких технологий.

Практика показывает, что инвестиции, которые приходят в страну, всегда прямо пропорциональны норме прибыли и обратно пропорциональны риску. Чтобы в страну инвестировали больше, нужно сделать так, чтобы риск для инвесторов в Беларуси был ниже, чем в сопредельных странах, либо обеспечить высокий уровень рентабельности их деятельности. Поскольку второе невозможно, потому что у нас нет большого притока финансовых средств и недостаточно природных ресурсов, ключевым моментом развития экономической политики в настоящее время может стать снижение всех рисков и разного рода издержек в развитии предпринимательства.

Принятие в Республике Беларусь Закона «О международном частном праве» сделает правовую систему более совершенной и привлекательной для зарубежных инвесторов.

Выводы

В настоящее время основной проблемой в мировой энергетике является недостаток инвестиций, а не энергоресурсов. При успешной реализации стратегий энергосбережения и энергозамещения, а также при условии создания цивилизо-

ванных рынков энергоресурсов и энергии (как мирового, так и внутренних) в XXI веке человечеству не грозит глобальная нехватка энергетических ресурсов.

По мнению авторов, для интенсификации притока качественных прямых иностранных инвестиций в энергоэффективное строительство, необходимо предпринять следующие шаги:

- унифицировать нормативную и сертификационную базы в области энергоэффективного строительства с законодательством стран – стратегических экономических партнеров Республики Беларусь;
- разработать систему финансовых стимулов для иностранных инвесторов, увязав ее с уровнем технологий, применяемых при реализации энергоэффективных проектов в строительстве, и степенью использования отечественных материалов и комплектующих с вовлечением в инвестпроекты;
- создать условия для интеграции новых передовых энергоэффективных технологий и материалов в проектный и производственный процесс, а также ввести их изучение в профильных средних и высших специальных заведениях;
- пересмотреть действующую систему оценки экономической эффективности соответствующих проектов по всем

показателям: от величины себестоимости энергетического строительства до полных экономических затрат, включающих расходы на строительство капитального объекта, его эксплуатацию в течение расчетного срока и последующую утилизацию;

- привлекать международных экспертов, обладающих специальными знаниями в сфере энергоэффективного строительства, для оценки реализации энергоэффективных проектов, обеспечивать поддержку подготовки собственных кадров в данной области без отрыва от производства, коучинга;
- разработать налоговые стимулы, сопоставимые с теми, что действуют для резидентов Парка высоких технологий и Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень»;
- принять меры, направленные на устранение препятствий на пути реализации энергоэффективных проектов в части законодательства, организационных вопросов, кадрового обеспечения и доступа к финансированию.

Список литературы

1. О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства: Директива Президента Республики Беларусь, 26 января 2016 г., № 3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 28.01.2016, 1/16252.

2. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2002 г., № 32, 5/10103.

3. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь: в ред. Постановления Совета Министров Республики Беларусь 23 декабря 2015 года № 1084.

4. Русан, В.И. Возобновляемая энергетика и энергоэффективность / В.И. Русан, Ю.С. Почанин, В.П. Нистюк; под ред. В.И. Русана. – Минск: Энергопресс, 2015.

5. Тихиня, В.Г. Правотворчество и правоприменение / В.Г. Тихиня // Юстиция Беларуси. – 2017. – № 7. – С. 2–4.

6. Инновации для устойчивого развития. Обзор инновационного развития Республики Беларусь / Европейская экономическая комиссия ООН. – Женева, 2017.

7. Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь. Анализ передовых концепций, положений и руководящих документов... / ПРООН-ГЭФ. – Минск, 2017.

8. Покотилов, В.В. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности жилых зданий: справочное пособие / В.В. Покотилов, М.А. Рутковский. – Минск, 2015.

9. Русан, В.И. Альтернативные источники энергии в энергетическом строительстве: состояние и проблемы развития / В.И. Русан, И.Л. Мордань, М.И. Булко // Энергосбережение – важнейшие условия инновационного развития АПК: сб. науч. ст. / БГАТУ. – Минск, 2017.

Новые издания

Стандарты ГПО «Белэнерго»:

- ✓ СТП 33240.49.104-18
«Рекомендации по проектированию автоматических установок водяного пожаротушения масляных силовых трансформаторов»
- ✓ СТП 33240.49.501-18
«Типовая инструкция по эксплуатации автоматических установок водяного пожаротушения»
- ✓ СТП 33240.49.502-18
«Инструкция по эксплуатации установок пожаротушения с применением воздушно-механической пены»
- ✓ СТП 33240.49.504-18
«Типовая инструкция по эксплуатации автоматических систем пожарной сигнализации и автоматики на энергетических предприятиях»

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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

ВВОДИТСЯ В ДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЕ № 2 В ТКП 339-2011

Комментарии к документу

С 1 сентября 2018 года в Республике Беларусь вводится в действие Изменение № 2 в ТКП 339-2011 «Электроустановки на напряжение до 750 кВ...», утвержденное постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 29 мая 2018 года № 17. В статье приводится краткий анализ данного технического нормативного правового акта.



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

Первоначальный вариант ТКП 339-2011 «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний» вступил в силу в Республике Беларусь с 1 декабря 2011 года и заменил собой 13 глав Правил устройства электроустановок (6-е издание, переработанное и дополненное). С момента ввода в действие данного ТКП осуществлялось накопление информации о необходимости внесения изменений и дополнений в него. С 1 марта 2014 года вступило в силу Изменение № 1 в ТКП-339 (утверждено постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 23 декабря 2013 года № 50). В настоящее время подготовлено и вводится в действие Изменение № 2. Проанализируем его основные положения.

Общие положения

В связи с вступлением в силу новых и отменой ряда действовавших НПА существенно откорректирован раздел 2 «Нормативные ссылки».

В разделе 3 «Термины и определения, обозначения и сокращения» скорректировано определение термина «кабельное (техническое) подполье». В новой редакции это кабельный (технический) этаж, расположенный в нижней части здания, ограниченный полом и перекрытием или покрытием, с высотой и шириной продольных проходов согласно ТКП 45-2.02-279. В связи с таким изменением раздел дополнен терминами «этаж кабельный (технический)», «кабельный канал», «кабельный канал непроходной» и их определениями. Необходимо отметить, что в ранее действовавшей редакции ТКП-339 определение термина «кабельное подполье» содержало ограничение по высоте (до 1,8 м), что создавало определенные проблемы с применением требований соответствующего подраздела. Кроме того, в связи с появлением новых видов электрооборудования раздел 2 дополнен терминами «выключатель-разъединитель, разъединяющий выключатель, выключатель DCB», «реклоузер», «система SCADA (диспетчерское управление и сбор данных)», «устройство сопряжения с шиной», «цифровая

подстанция», «шина процесса стандарта», «электронный трансформатор тока», «электронный трансформатор напряжения» и их определениями. В связи с различием в требованиях разделены термины «счетчик статический (электронный)», «счетчик электромеханический», «счетчик электронный цифровой».

Учет электроэнергии

Значительное количество изменений внесено в подраздел 4.2 «Учет электроэнергии».

Так, расширены **требования к обязательности учета количества принимаемой и выдаваемой реактивной энергии и мощности** (п. 4.2.1.8) – они распространяются на все генераторы, высоковольтные синхронные двигатели и синхронные компенсаторы, высоковольтные компенсирующие и фильтрокомпенсирующие установки (ранее данные требования распространялись только на синхронные компенсаторы и генераторы, работающие в режиме синхронного компенсатора). Требование к наличию учета количества принимаемой и выдаваемой реактивной энергии на питающих линиях потребителей с присоединенной мощностью 100 кВА и выше или среднемесячным потреблением электроэнергии по одной питающей линии (одной точке учета) более 30 тыс. кВт·ч теперь распространено и на общественные здания.

В п. 4.2.3.4, регламентирующем особенности организации учета электроэнергии в сетях с глухозаземленной нейтралью и возможностью длительной работы в режиме неравномерных нагрузок фаз, конкретизировано само понятие «неравномерная нагрузка фаз» – это случай, при котором расчетная

неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам трехфазных линий и вводов превышает 15 %.

Пункт 4.2.3.9, запрещающий использование расчетного счетчика в качестве датчика, а также его опрос устройствами, не входящими в состав АСКУЭ, дополнен исключением – счетчик электронный цифровой допускается опрашивать устройствами, не входящими в состав АСКУЭ (АСУ ТП, ТМ и т.д.), в режиме «только чтение». Со стороны указанных систем запрещается выдача на такой счетчик команд, влияющих на их показания (синхронизация времени и т.п.).

Требования к классу точности трансформаторов тока для расчетного учета (п. 4.2.4.1) существенно ужесточены для отдельных видов объектов. Измерительные обмотки трансформаторов тока, к которым подключаются расчетные счетчики электрической энергии, должны иметь класс точности не ниже 0,2S:

- для генераторов на напряжение 6 кВ и выше;
- для межгосударственных и межсистемных линий электропередачи (ВЛ) 110 кВ и выше;
- для ВЛ 110 кВ и выше, отходящих от шин электростанций и подстанций энергосистемы к потребителям;
- для ВЛ 110 кВ и выше с годовым несальдированным перетоком электроэнергии, равным 100 тыс. МВт·ч и более;
- для трансформаторных и автотрансформаторных вводов напряжением 220 кВ и выше.

На остальных присоединениях измерительные обмотки трансформаторов тока, к которым подключаются расчетные счетчики электрической энергии, должны иметь класс точности не ниже 0,5S. Каждая токовая цепь (обмотка) расчетного счетчика электрической энергии должна подключаться к отдельной измерительной обмотке трансформатора тока, а каждая последовательная цепь статического счетчика и устройства сопряжения с шиной – к отдельной вторичной измерительной обмотке трансформатора тока.

Дополнены и **требования к классу точности трансформаторов напряжения** для расчетного учета (п. 4.2.4.2). Общее требование осталось практически без изменений – трансформаторы напряжения, применяемые для расчетного учета электроэнергии, должны иметь класс точности основной (измерительной) вторичной обмотки не ниже 0,5. При этом появилась новая рекомендация – в распределительных устройствах подстанций потребителей напряжением 6 кВ и выше, оборудованных высоковольтными выключателями, для подключения статических расчетных счетчиков рекомендуется применять трансформаторы напряжения с основной или, при необходимости, дополнительной измерительной обмоткой класса точности не ниже 0,2.

Существенные изменения претерпело допущение о возможности применения трансформаторов тока с завышенным коэффициентом трансформации (по условиям электродинамической и термической стойкости или защиты шин). В соответствии с новой редакцией второго абзаца п. 4.2.4.4 в электроустановках напряжением 6 кВ и выше допускается применение таких трансформаторов тока, если ток во вторичной обмотке будет составлять:

- для трансформаторов тока класса точности 0,5S – не менее 40 % номинального тока счетчика при максимальной нагрузке присоединения и не менее 5 % при минимальной рабочей нагрузке присоединения;
- для трансформаторов тока класса точности 0,2S – не менее 20 % номинального тока счетчика при максимальной на-

грузке присоединения и не менее 2 % при минимальной рабочей нагрузке присоединения.

Таким образом, данное допущение теперь не может применяться в электроустановках напряжением до 6 кВ.

Подраздел 4.2.4 «Учет с применением измерительных трансформаторов» дополнен рядом новых пунктов (4.2.4.12–4.2.4.18), касающихся в основном особенностей организации учета с применением электронных трансформаторов тока и напряжения, электронных цифровых счетчиков и устройств сопряжения с шиной.

Пункт 4.2.5.1 дополнен новыми требованиями – счетчики электрической энергии присоединений напряжением 35 кВ и выше следует устанавливать в отдельные шкафы, защищенные от несанкционированного доступа. При этом допускается вместо испытательных коробок (блоков) применять иные технические решения, обеспечивающие безопасную замену, обслуживание и поверку счетчика.

Счетчики электрической энергии присоединений напряжением ниже 35 кВ допускается устанавливать в отдельные шкафы, защищенные от несанкционированного доступа. При этом применение испытательных коробок (блоков) является обязательным.

Устройства сбора и передачи данных, соответствующее оборудование связи и локальное сетевое оборудование для подстанций энергосистемы номинального напряжения 35 кВ и выше рекомендуется устанавливать в отдельных запираемых шкафах. Аналогичное оборудование для подстанций потребителей, необслуживаемых подстанций энергосистемы номинального напряжения 20 кВ и менее следует устанавливать в шкафы, защищенные от несанкционированного доступа.

Изменились требования к нормированию высоты от пола до клеммной крышки счетчика расчетного учета электроэнергии (п. 4.2.5.2). Если ранее она ограничивалась пределами 0,8–1,7 м, то теперь установлена в пределах 1,3–1,7 м. Для счетчика технического учета электроэнергии высота от пола до его клеммной крышки допускается в пределах 0,8–1,7 м.

Требования п. 4.2.5.8 (установка коммутационных аппаратов и испытательных коробок для безопасной установки и замены счетчиков) принципиально не изменились, однако теперь они распространяются только на расчетные счетчики. Исключением являются цифровые счетчики цифровой подстанции, на которые требования данного пункта не распространяются. Кроме того, из данного пункта исключено требование об обязательности установки измерительных трансформаторов тока, используемых для присоединения счетчиков в сетях напряжением до 660 В, после коммутационных аппаратов по направлению потока мощности.

Отдельные изменения внесены в **требования к технической учету электроэнергии** (п. 4.2.6.4, п. 4.2.6.9).

Заземление и защитные меры безопасности

Применение защитного автоматического отключения (п. 4.3.2.9) теперь не распространяется на питающие сети. Отметим, что в соответствии с п. 3.13 ТКП 45-4.04-149 питающая сеть – это сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до вводного устройства, вводно-распределительного устройства, главного распределительного щита.

Ранее рекомендательное требование о выполнении (при применении систем TN) повторного заземления PE- и PEN-

проводников питающих линий на вводе их в электроустановки зданий (п. 4.3.2.13) стало обязательным.

В связи с встречающейся в практике взаимоотношений с потребителями и проектными организациями неоднозначной трактовкой требований о возможности применения УЗО для защиты отдельных электроприемников, получающих питание от системы TN-C, в п. 4.3.5.5 уточнена область его распространения – в действующих электроустановках. В этом случае защитный РЕ-проводник электроприемника должен быть подключен к PEN-проводнику цепи, питающей электроприемник, до УЗО.

В новой редакции п. 4.3.5.11 в описании условий, при которых допускается питание нескольких электроприемников от одного разделительного трансформатора, изложено перечисление 2 – открытые проводящие части отделяемой цепи должны быть соединены между собой изолированными незаземленными проводниками местной системы уравнивания потенциалов, не имеющей соединений с защитными проводниками и открытыми проводящими частями других цепей.

В Изменении № 2 нашел свое разрешение проблемный вопрос в области проектирования (п. 4.3.15.5). Напомним, что в месте разделения PEN-проводника на нулевой защитный и нулевой рабочий проводники необходимо предусматривать отдельные зажимы или шины для проводников, соединенные между собой. При этом нормативными правовыми актами ранее не нормировалось сечение проводника, соединяющего данные зажимы или шины. В соответствии с Изменением № 2 его сечение должно быть не менее сечения PEN-проводника. Аналогичное дополнение внесено и в п. 4.3.17.7.

Подраздел 4.3.15 «Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN-проводники)» дополнен новым требованием (п. 4.3.15.6) – при выборе PEN-проводников (шин) в ГРЩ ТП должны обязательно учитываться требования по обеспечению устойчивости при термическом и динамическом воздействии на электроустановку как в нормальных условиях работы, так и при коротком замыкании.

Изменения коснулись и вопроса разделения PEN-проводника на РЕ- и N-проводники для индивидуальных жилых, дачных, садовых домов и аналогичных им объектов (п. 4.3.17.7). Если ранее такое разделение должно было выполняться во вводном устройстве здания, то теперь возможно также и во вводно-распределительном устройстве здания или в шкафу учета, установленном на границе раздела участка. Прежде в таких электроустановках допускалось применение стальных РЕ- и N-шин, теперь материалом данных шин могут быть только медь или медные сплавы.

Нормы приемо-сдаточных испытаний

Изменения коснулись также **требований к проверке действия автоматических выключателей** (п. 4.4.26.4) при выполнении приемо-сдаточных испытаний. Напомним, что данному виду проверки в обязательном порядке подлежали все вводные и секционные выключатели, выключатели цепей аварийного освещения, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Данная норма осталась неизменной. В отношении остальных выключателей ранее действовала норма о проверке не менее 2 % выключателей распределительных и групповых линий для электроустановок, выполненных согласно требованиям раздела 6 ПУЭ и ТКП 45-4.04.149, и не менее 1 %

выключателей иных электроустановок. Теперь количество выключателей, подлежащих данной проверке, существенно сократилось, так как в соответствии с Изменением № 2 требование распространяется только на автоматические выключатели, предназначенные для защиты электроприемников I и II категории по надежности электроснабжения.

Существенно смягчены **требования к классу точности измерительных приборов** для определения величины дифференциального тока устройств защитного отключения, выключателей дифференциального тока при выполнении приемо-сдаточных испытаний (п. 4.4.26.7) – они должны иметь класс точности 2,5 (ранее – 0,5). При использовании специально предназначенных для проверки УЗО приборов заводского изготовления допускается относительная погрешность до 10 %.

Скорректированы отдельные требования к выполнению приемо-сдаточных испытаний аккумуляторных батарей (п. 4.4.27.3, п. 4.4.27.8).

Корректировка коснулась и **требований к выполнению приемо-сдаточных испытаний силовых кабельных линий**, а именно испытаний кабелей с использованием сверхнизкой частоты 0,1 Гц (п. 4.4.29.6). Как и ранее, такие испытания должны проводиться повышенным напряжением переменного тока частотой 0,1 Гц в течение 15 мин. Величина испытательного напряжения приведена в таблице 4.4.58 ТКП-339. Кроме того, появилось дополнение о том, что при использовании испытательного напряжения косинусно-прямоугольной формы необходимо увеличивать время испытаний до 30 мин. В графе таблицы 4.4.58 отмечено, что в качестве испытательного напряжения имеется в виду его амплитудное значение.

Воздушные линии электропередачи

Значительное количество изменений внесено в разделы 5.2 «Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ» и 5.3 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ».

Требования п. 5.2.11.2, нормирующего **расстояния от опор ВЛ напряжением до 1 кВ** до проезжей части, унифицированы с введенным в действие с 1 января 2014 года ТКП 45-4.04-287-2013 «Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов. Правила проектирования», согласно которому опоры ВЛ на улицах и дорогах в населенной местности допускается располагать на таких же расстояниях от проезжей части, какие предусмотрены ТКП 45-4.04-287 для опор с устройством наружного освещения. Кроме того данный пункт дополнен новым требованием – при отсутствии ограждения проезжих частей бортовым камнем в стесненных условиях расстояние от кромки проезжей части до наружной поверхности опоры ВЛ следует принимать по ТКП 45-3.03-227 (п. 11.3).

Скорректированы **требования к материалу грозозащитных тросов** (п. 5.3.6.5). Ранее в качестве грозозащитных тросов следовало, как правило, применять стальные канаты, изготовленные из оцинкованной проволоки для особо жестких агрессивных условий работы. Теперь в качестве грозозащитных тросов следует, как правило, применять стальные канаты, плакированные алюминием. Требования к данным канатам по способу свивки остались без изменений – они должны быть нераскручивающимися.

В пункте 5.3.9.15, определяющем перечень опор ВЛ напряжением выше 1 кВ, подлежащих заземлению, перечисление б

(железобетонные и металлические опоры ВЛ 3–35 кВ) изложено в новой редакции – железобетонные и металлические опоры ВЛ 6–35 кВ. Кроме того, данный пункт дополнен новыми требованиями – опоры ВЛ 6–10 кВ, устанавливаемые в ненаселенной местности, дополнительно не заземляются при условии, что стойка опоры имеет соединение металла с грунтом площадью не менее 500 см² (нижний заземляющий выпуск диаметром 10 мм и длиной не менее 1,6 м) и на ней установлены штыревые изоляторы типов ШФ10-Г, ШС10-Г, ШФ20-Г или по два подвесных изолятора в гирлянде. Заземляющие устройства ВЛ (ВЛП) 10 кВ на железобетонных опорах следует выполнять согласно ТКП-385 (п. 15.2.1 и п. 15.2.2).

В п. 5.3.10.15, регламентирующем перечень мероприятий, необходимых для подъема персонала на опору ВЛ напряжением выше 1 кВ, перечисление 1 дополнено новым требованием – стационарные устройства для подъема на опору должны начинаться с высоты не менее 3 м от поверхности земли.

Ранее в ТКП-339 была предусмотрена рекомендация избегать прокладки ВЛ напряжением выше 1 кВ по лесам I группы (п. 5.3.14.1). Новой редакцией Лесного кодекса Республики Беларусь, действующей с 31 декабря 2016 года, деление лесов на группы не предусмотрено. Это обстоятельство определило необходимость внесения изменений в соответствующий пункт ТКП-339. Изменением № 2 предусмотрено, что следует, как правило, избегать прокладки ВЛ в природоохранных лесах и лесах, расположенных в границах полос шириной 200 м от границ земельных участков, на которых расположены санатории, дома отдыха, пансионаты, оздоровительные лагеря, туристические базы и другие лечебные, санаторно-курортные, оздоровительные объекты.

Также упоминания о группах лесов исключены из п. 5.3.14.2, регламентирующего расчет ширины просеки для ВЛ напряжением выше 1 кВ. Взамен предложена следующая классификация:

- ВЛ до 220 кВ, не служащие единственным источником питания потребителей, а также при прохождении ВЛ в парках и садах;
- ВЛ 330 кВ и выше, а также радиальные ВЛ до 220 кВ, служащие единственным источником питания потребителей;
- ВЛ, выполненные проводами, покрытыми защитной изолирующей оболочкой (ВЛП).

В п. 5.3.14.2 скорректированы радиусы проекций крон деревьев основных лесобразующих пород, произрастающих в Республике Беларусь.

С учетом опыта проектирования и строительства дальнейшего развития получил вопрос применения повышенных опор над лесными насаждениями. В соответствии с новыми требованиями (п. 5.3.14.4) прохождение линий электропередачи в лесах любых категорий следует выполнять:

- ВЛ до 35 кВ – с использованием ВЛП;
- ВЛ 110 кВ и выше – с использованием ВЛП или на повышенных опорах над лесными насаждениями.

ВЛ напряжением свыше 110 кВ в природоохранных, рекреационно-оздоровительных и защитных лесах допускается выполнять над лесными насаждениями при условии прохождения ВЛ по самостоятельной трассе, вне коридора или других коммуникаций, протяженность которых в направлении проектируемой ВЛ, как правило, составляет более 2 км.

В подразделе 5.3.15 «Прохождение ВЛ по населенной местности» ранее было изложено допущение о возможности принимать для ВЛ напряжением от 1 кВ до 10 кВ расстояние по горизонтали от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до границ приусадебных земельных участков индивидуальных домов и коллективных садовых участков не менее 2 м (п. 5.3.15.8). Теперь требования данного пункта распространены и на ВЛП, но для них это расстояние должно составлять не менее 0,3 м.

В подраздел 5.3.19 «Пересечение и сближение ВЛ с автомобильными дорогами» внесены изменения в части наименований категорий автомобильных дорог. Они приведены в соответствие с классификацией, определенной в ТКП 45-3.03-19 и ТКП 45-3.03-96. Таблица 5.3.35 «Наименьшие расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами» дополнена требованиями для ВЛ напряжением до 1 кВ.

Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ

Большое количество изменений и дополнений внесено в подраздел 6.2 «Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ». Общие требования дополнены (п. 6.2.2.1) положением о том, что в распределительных устройствах трансформаторных подстанций при применении стальных порталов и опор, а также стальных деталей для железобетонных стоек порталов и опор под оборудование в качестве защиты от коррозии металла следует применять технологии горячего оцинкования. Кроме того, теперь (п. 6.2.2.5) допускается установка выключателей (выключателей-разъединителей) 35–330 кВ без аппаратов, создающих видимый разрыв (без разъединителей). Для создания видимого разрыва должна быть предусмотрена возможность отсоединения шлейфов ошиновки со стороны возможной подачи напряжения. В конструкции выключателя-разъединителя должно быть предусмотрено наличие надежного механического указателя гарантированного положения контактов.

Требования п. 6.2.2.11 к оперативной блокировке от неправильных действий при переключениях в распределительных



устройствах 3 кВ и выше распространены теперь и на выключатели-разъединители. Применительно к ним также появилось новое требование – на заземлителях, установленных на выключателях-разъединителях со стороны линии, допускается иметь только механическую блокировку с положением главных контактов выключателей-разъединителей.

Требования п. 6.2.2.12, п. 6.2.3.1, п. 6.2.3.9 распространены также и на выключатели-разъединители.

Изменены **требования к выполнению ограждения территории ПС напряжением 35 кВ и выше** (п. 6.2.2.26). Требование о выполнении ограждения сплошным дополнено требованием выполнять его глухим (из железобетонных панелей, профилированных металлических листов) на подстанциях, расположенных в городах, вблизи взрывопожароопасных объектов, в лесах и на прилегающих к ним территориях, на полях сельхозугодий. Вставки допускается выполнять из бессер-блоков или кирпича. Ворота и калитки подстанции должны быть выполнены в соответствии с ограждением (сплошными металлическими или глухими) и закрываться на внутренний замок.

Требование об ограждении открытых распределительных устройств и силовых трансформаторов внутренним сетчатым забором высотой 1,6 м (п. 6.2.2.27) теперь распространяется на территории подстанций напряжением свыше 110 кВ (ранее – на территории подстанций напряжением 110 кВ и выше).

Подраздел дополнен требованиями к рекомендуемому составу каждого комплекта системы оперативного постоянного тока (п. 6.2.2.31).

Подраздел 6.2.2 «Общие требования» дополнен новым положением (п. 6.2.2.32), которым рекомендуется выполнять здания управления и распределительных устройств подстанций напряжением 35–110 кВ в модульной конструкции, состоящей из быстросочленяемых блоков максимальной заводской готовности, устанавливаемых на заранее подготовленном фундаменте. В комплект поставки может входить лестница. Определен перечень оборудования в модуле, которое должно быть предусмотрено изготовителем. Пределы огнестойкости строительных конструкций модулей должны соответствовать требованиям ТКП 45-2.02-142, исходя из принятой степени огнестойкости модуля.

На окнах оперативного пункта управления должны быть предусмотрены антивандальные решетки.

Помещения закрытых распределительных устройств выполняются без окон. В случае необходимости в естественном освещении следует применять стеклоблоки. Устройство световых фонарей не допускается.

Противопожарные требования п. 6.2.3.24 теперь не распространяются на КТП наружной установки.

Требования к расположению закрытых распределительных устройств и подстанций (п. 6.2.5.1) дополнены. Так, размещение отдельно стоящих зданий подстанций по отношению к производственным, общественным и жилым зданиям по условиям пожарной безопасности должно соответствовать требованиям ТКП 45-2.02.242 и подраздела 8.2 ТКП-339. Расстояние от трансформаторных подстанций до жилых зданий по условию обеспечения допустимых уровней шума, установленных СанПиН от 16 октября 2011 года № 115, должно соответствовать положениям ТКП 45-2.04-154. Должны быть соблюдены условия, при которых обеспечивается защита населения от вредного воздействия электрических и магнитных полей, установленные в СанПиН от 12 июня 2012 года № 67.

Требования к прокладке кабельных линий к оборудованию, установленному в закрытом распределительном устройстве (п. 6.2.5.14), из обязательных стали рекомендуемыми. Кроме того, теперь они распространяются не только на кабельные подполья, но и на кабельные каналы.

Изменением № 2 к ТКП-339 предусмотрено, что положения п. 6.2.5.2 отныне распространяются только на вентиляцию помещений трансформаторов и реакторов. **Требования к вентиляции помещений распределительных устройств** из данного пункта исключены и изложены в п. 6.2.5.27 в значительно расширенном виде – помещения распределительного устройства, содержащие оборудование, заполненное маслом или компаундом, должны быть оборудованы аварийной вытяжной вентиляцией, рассчитанной на 5-кратный воздухообмен, включаемой извне и не связанной с другими вентиляционными устройствами.

Для помещений с элегазовым оборудованием, находящихся выше уровня земли, как правило, достаточно естественной вентиляции, обеспечивающей однократный обмен воздуха в течение одного часа. Приточно-вытяжная вентиляция с принудительным побуждением (аварийная) в закрытых распределительных устройствах необходима, если объем элегаза (при давлении в 101,3 кПа) в самом большом отсеке аппарата превышает 10 % от объема помещения.

Контроль концентрации элегаза в помещении закрытых распределительных устройств и трансформаторных камерах должен осуществляться с помощью датчиков, устанавливаемых на высоте 10–15 см от уровня пола не менее чем в двух местах помещения с наиболее вероятным скоплением элегаза.

Помещения, где возможна утечка элегаза, должны быть специально отмечены плакатом, и вход в них должен быть ограничен. Курение в помещениях с элегазовым оборудованием запрещено, о чем должны предупреждать соответствующие надписи или знаки.

Скорректированы **требования к размещению внутрицеховых распределительных устройств и подстанций с маслонаполненным оборудованием** (п. 6.2.6.2). Они могут размещаться на первом этаже (ранее допускалось и на втором) в основных и вспомогательных помещениях, которые согласно противопожарным требованиям отнесены к категории Г или Д (ранее – только к категории Д), в зданиях I–IV степени огнестойкости как открыто, так и в отдельных помещениях. Аналогичные изменения внесены и в п. 6.2.6.5. Кроме того, данный пункт дополнен допущением пристраивать и встраивать подстанции, в том числе и КТП с масляными трансформаторами и закрытые камеры с масляными трансформаторами, в помещения категории В1–В4 при условии отделения помещения трансформаторной подстанции от производственного помещения противопожарными перегородками и противопожарными перекрытиями в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-92.

Изменена область действия подраздела 6.2.7 – теперь его требования распространяются также на реклоузеры и не распространяются на КТП внутреннего обслуживания.

Существенно переработаны **требования по нормированию расстояний от СТП, МТП до стен зданий** (п. 6.2.7.10). По условиям пожарной безопасности СТП, МТП с размещением трансформаторов вне оболочки подстанции должны быть расположены на расстоянии:

- а) с маслонаполненными трансформаторами:
- не менее 3 м от стен производственных зданий I–III степеней огнестойкости;

- не менее 5 м от стен производственных зданий IV и V степеней огнестойкости;
 - не менее 7,5 м от стен производственных зданий VI–VIII степеней огнестойкости.
- б) с сухими трансформаторами класса воспламеняемости F:
- для F1 – на расстоянии 1,5 м до стен производственных зданий;
 - для F0 – расстояние не нормируется.

Если подстанции (СТП, МТП) размещаются на меньших расстояниях от зданий, должны быть предусмотрены специальные огнепреграждающие конструкции высотой, определяемой верхней точкой бака (кожуха) трансформатора, и длиной не менее ширины (длины) трансформатора, в зависимости от способа его установки.

По условиям пожарной безопасности комплектные подстанции с трансформаторами, установленными внутри оболочки подстанции в металлическом или бетонном исполнении и размещенными на фундаменте, должны быть расположены на расстояниях, определяемых по таблице 2 ТКП 45-2.02-242.

Требования к нормированию сопротивления заземляющего устройства опор с разрядниками (п. 6.2.8.12) распространены на все виды разрядников, а также на нелинейные ограничители перенапряжения. Значения этих сопротивлений не должны превышать 10 Ом при удельном сопротивлении земли не выше 1000 Ом·м и не более 15 Ом при более высоком удельном сопротивлении. Сохранено требование о том, что на деревянных опорах заземляющие спуски от этих аппаратов должны быть проложены по двум стойкам или с двух сторон одной стойки.

Аккумуляторные установки

Изменения коснулись и подраздела 6.3 «Аккумуляторные установки».

Дополнительное требование появилось в п. 6.3.2.7. Им предусмотрено, что аккумуляторные батареи необходимо эксплуатировать в режиме постоянного подзаряда. Номинальное напряжение подзаряда должно соответствовать напряжению на элементах аккумуляторной батареи, указанному в заводских инструкциях. При напряжении заряда малообслуживаемых батарей выше 2,3 В на элемент (для герметизированных – выше 2,4 В/эл) в аккумуляторных установках (помещениях) должна автоматически включаться приточно-вытяжная вентиляция с принудительным побуждением, а при отключенной (или остановленной) вентиляционной установке функция ускоренного заряда должна блокироваться.

Пункт 6.3.4.3 дополнен новым требованием – в вентиляционной установке помещений малообслуживаемых аккумуляторов рекомендуется применение основного и резервного вентиляторов (двигателей).

Требования к водоснабжению аккумуляторных помещений приведены в новом пункте 6.3.4.7. Пунктом предусмотрена установка водопроводного крана и раковины в помещении кислотной, предназначенной для обслуживания помещений аккумуляторных батарей, на электростанциях, а также на подстанциях, оборудованных водопроводом. На электростанциях для периодического обслуживания малообслуживаемых аккумуляторных батарей рекомендуется подводить к раковине химически обессоленный конденсат турбины (химически обессоленную воду – ХОВ), соответствующий требованиям

ГОСТ 6709 на дистиллированную воду. Подвод ХОВ в тамбур необходимо осуществлять в трубах из нержавеющей стали. Над раковиной должна быть надпись «Кислоту и электролит не сливать».

Электрооборудование жилых и общественных зданий

Наименование раздела 8 «Электрооборудование жилых и общественных зданий» заменено на более общее – «Электроустановки жилых и общественных зданий».

Пункт 8.1.3 данного раздела, обязывающий для защиты внутренних распределительных сетей жилых и общественных зданий от грозовых и коммутационных перенапряжений при воздушном вводе в здание устанавливать ограничители импульсных перенапряжений, дополнен **требованием о том, что ограничители импульсных перенапряжений должны устанавливаться во вводном или вводно-распределительном устройстве здания.**

Требования п. 8.4.2 приведены в соответствии с СанПиН от 12 июня 2012 года № 67 – при проектировании и прокладке кабельных линий, размещении распределительных пунктов и распределительной электрической сети необходимо соблюдать следующие требования:

а) распределительные пункты не должны располагаться в помещениях, граничащих с жилыми помещениями смежных квартир;

б) питающие кабельные линии (линии, прокладываемые от питающих подстанций) не должны располагаться в ограждающих конструкциях жилых помещений жилых зданий.

Изменены **требования к открытой электропроводке в чердачных помещениях** (п. 8.4.10). Она должна выполняться изолированными проводами и кабелями, проложенными в стальных трубах или помещенными в другую оболочку, выполненную из негорючего материала и прокладываемую на любой высоте, а также изолированными проводами с защитной оболочкой и кабелями в оболочках из негорючих материалов. Ранее вариант с изолированными проводами и кабелями применялся исключительно с прокладкой в стальных трубах.

Подраздел «Учет электроэнергии в жилых и общественных зданиях» дополнен требованием (п. 8.6.6) о том, что в многоквартирных жилых домах **следует предусматривать установку средств расчетного учета электроэнергии, обеспечивающих отдельный учет.**

- электроэнергии, потребляемой на освещение вспомогательных помещений, согласно Жилищному кодексу Республики Беларусь;
- электроэнергии, потребляемой на работу лифтов;
- электроэнергии, потребляемой на работу водоповысительных установок (насосов).

Пункт 8.6.15, устанавливающий **требования к конструкции выносного щитка**, дополнен следующим положением: для защиты от механических повреждений кабельного ответвления от ВЛ (ВЛИ) до вводного устройства здания, проложенного от выносного щитка в земле, на опорах ВЛ (ВЛИ) может быть применен защитный кожух (металлический уголок 75×75×5).

Изменением № 2 также скорректирован раздел «Библиография». Кроме того, по всему тексту ТКП-339 устранены выявленные неточности и опечатки.

НОВЫЕ ТНПА В ОБЛАСТИ КОНТРОЛЯ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА МЕТАЛЛОМ

Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.17.401-18, СТП 33240.17.429-18 и СТП 33420.17.431-18

Приказом ГПО «Белэнерго» от 28 мая № 132 утверждены и введены в действие стандарты СТП 33240.17.401-18 «Инструкция о порядке обследования оборудования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса», СТП 33240.17.429-18 «Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением» и СТП 33240.17.431-18 «Методические указания по оценке технического состояния газопроводов и газового оборудования, отработавших нормативный срок службы на электростанциях и котельных ГПО «Белэнерго», разработанные специалистами ОАО «Белэнергоремналадка» взамен СТП 09110.17.401-06, СТП 09110.17.429-09 и СТП 09110.17.431-10 соответственно.



В.Н. ДЕМИДЕНКО,
инженер

Необходимость пересмотра стандартов вызвана тем, что за время их действия устарели некоторые технические нормативные правовые акты (ТНПА) и появились новые, содержащие требования к эксплуатации стареющего энергетического оборудования. К тому же с течением времени некоторые положения по диагностированию оборудования потребовали корректировки.

Рассмотрим упомянутые стандарты.

Предшественником стандарта ГПО «Белэнерго» **СТП 33240.17.401-18 «Инструкция о порядке обследования оборудования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса»** был отраслевой СТП 09110.17.401-06 «Инструкция о порядке обследования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса», введенный в действие в 2006 году. До этого контроль металла паропроводов выполнялся согласно СТП 09110.17.400-03 «Инструкция по контролю металла и продлению срока эксплуатации основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций концерна «Белэнерго» (третье издание). Данный стандарт регламентировал контроль

и наблюдение за металлом в пределах паркового ресурса.

С середины 1970-х годов перед энергетиками СССР встала проблема увеличения срока эксплуатации оборудования ТЭС, поскольку срок эксплуатации головных энергоблоков, работающих при давлении пара 13÷24 МПа, превысил проектный (100 тыс. ч). В связи с этим специалисты ЦКТИ им. И.И. Ползунова, Всесоюзного теплотехнического института, треста ОРГРЭС с привлечением работников предприятий и НИИ энергомашиностроения, институтов Академии наук СССР и вузов провели комплекс научно-исследовательских работ и накопили богатый материал, позволивший более чем в два раза увеличить проектный срок службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов. В этот период были выработаны определенные подходы к продлению срока службы оборудования, находящегося на разных стадиях исчерпания физических возможностей металла. Эти подходы нашли отражение в нормативных документах РАО ЕЭС России и Госгортехнадзора Российской Федерации, и уже тогда нормативными техническими документами были введены понятия пар-

кового и индивидуального ресурсов, в первую очередь – в РД 10-577-03 «Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций». Эти понятия используются и в актуализированной инструкции.

Парковый ресурс – это наработка однотипных по конструкции, маркам стали и условиям эксплуатации элементов, деталей и сборочных единиц теплоэнергетического оборудования, в пределах которой обеспечивается их безаварийная работа при соблюдении требований действующей нормативной документации.

Индивидуальный ресурс – назначенный ресурс конкретного объекта, определенный с учетом фактических свойств металла, геометрических размеров и условий его эксплуатации. Назначенный ресурс – суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена.

щена независимо от его технического состояния.

Понятия паркового и индивидуального ресурсов распространяются в основном на оборудование, работающее в условиях ползучести. Работоспособность остальных изнашиваемых элементов (из-за коррозии, эрозии, других видов износа) определяется по результатам периодических обследований их фактического состояния. Как правило, прогноз таких обследований является краткосрочным и распространяется на один межремонтный период.

За рубежом также уделяется большое внимание продлению срока службы энергооборудования, но там понятия «парковый ресурс» не существует и решение о продлении срока эксплуатации конкретной энергоустановки принимается по мере исчерпания проектного ресурса.

Эксплуатация большого количества однотипного оборудования позволила энергетикам СССР решать проблему увеличения срока службы стареющего оборудования поэтапно, а введение понятия паркового ресурса дало возможность сократить затраты на исследование и диагностирование металла энергоустановок до исчерпания этого срока. Парковый ресурс для отдельных элементов котлов, турбин и паропроводов по результатам выполненных исследований составил от 70 до 300 тыс. ч. Эти результаты легли в основу СТП 09110.17.401, введенного в действие в 2006 году. Благодаря этому стандарту у специалистов появилась возможность принимать более обоснованные и корректные решения о сроках продления эксплуатации энергооборудования и его рабочих параметрах.

С течением времени выявились недостатки в математическом аппарате стандарта и в требованиях, касающихся срока продления эксплуатации некоторых узлов и деталей, входящих в паропровод, а также марок стали.

Актуализированный стандарт СТП 33240.17.401-18 «Инструкция о порядке обследования оборудования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса» разработан в соответствии с требованиями СТП 33242.01.103-16 «Правила построения, изложения, оформления и содержания стандартов концерна «Белэнерго».

В стандарте изменена нумерация разделов. Кроме того, внесен ряд других изменений и дополнений. В раздел «Не разрушающий контроль элементов» до-

бавлены три подраздела: «Литые детали Ду 100 и более (арматура, тройники, переходы, колена)», «Коллекторы (камеры) и парохладители», «Крепеж».

В разделе «Определение индивидуального (остаточного) ресурса» полностью переработан подраздел «Определение индивидуального ресурса». Это обусловлено некорректностью получаемых в отдельных случаях значений остаточного ресурса при использовании предусмотренных п. 6.5.6 прежнего СТП коэффициентов полинома шестой степени в соотношении гарантированных характеристик длительной прочности паропроводных марок стали в исходном состоянии.

В стандарте нашли отражение отдельные предложения РУП-облэнерго и Светлогорской ТЭЦ.

Актуализированный СТП 33240.17.401 позволяет более точно рассчитывать индивидуальный и остаточный ресурсы элементов паропровода.

29 июня 2018 года введен в действие **СТП 33240.17.429-18 «Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением»**. В стандарте реализованы положения ТКП 054-2007 (02300) «Техническое диагностирование и продление назначенного ресурса (назначенного срока службы) безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах. Общие положения» с Изменением 1, утвержденным и введенным в действие приказом Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 марта 2011 года № 56.

Стандарт устанавливает порядок и правила проведения технического диагностирования, методы и объемы контроля, нормы и критерии оценки качества основных элементов сосудов, работающих под избыточным давлением, и вакуумных деаэраторов по истечении назначенного срока службы, а также после аварии. СТП распространяется на организации, входящие в состав ГПО «Белэнерго».

Актуализированный документ сохранил прежнюю структуру. Он содержит 10 разделов, в том числе:

- требования к организации проведения технического диагностирования;
- требования при подготовке к техническому диагностированию;
- требования к проведению технического диагностирования;

- нормы и критерии оценки технического состояния;
- определение возможности, сроков, параметров и условий эксплуатации;
- оформление результатов технического диагностирования.

В состав стандарта вошли четыре обязательных приложения, которые содержат программы технического диагностирования деаэраторов, расширителей и сепараторов, ресиверов, а также значения твердости металла при измерении переносным прибором.

В ходе обсуждения проекта стандарта специалистами РУП-облэнерго были высказаны актуальные предложения, многие из которых были приняты. Предложения в основном касались новых ТНПА, в том числе ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением», Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 28 января 2016 года № 7, положения которых не всегда согласуются с прежними нормативными актами и между собой. Так, разработчиками нового СТП было принято предложение РУП «Гомельэнерго» по продлению сроков эксплуатации сосудов после очередного диагностирования.

СТП 33240.17.431-18 «Методические указания по оценке технического состояния газопроводов и газового оборудования, отработавших нормативный срок службы на электростанциях и котельных ГПО «Белэнерго» введен в действие 28 мая 2018 года. В основу стандарта легли положения одноименного СТП 09110.17.431, разработанного в 2010 году по настоянию Госпромнадзора Республики Беларусь и утвержденного этим ведомством после рассмотрения на заседании техсовета. В свою очередь, СТП 09110.17.431-10 разрабатывался с учетом требований Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 2 февраля 2009 года № 6 и определявших сроки эксплуатации стальных подземных и внутренних газопроводов, а также газового оборудования до проведения технического диагностирования. Согласно норма-

тивными документам того времени газовое оборудование подлежало замене после эксплуатации в течение 25 лет, а газопроводы – при обнаружении 50 % сварных соединений, не соответствующих требованиям документации по контролю (не обязательно имеющих сквозные дефекты).

В актуализированном СТП учтены требования указанных Правил к срокам эксплуатации газопроводов и газового оборудования, а в случае, когда 50 % сварных соединений не соответствуют требованиям документации по контролю, вместо замены газопровода стандартом предусмотрено проведение неразрушающего контроля 100 % соединений.

В переработанном стандарте 11 разделов, в том числе:

- требования к проведению технического диагностирования наружных газопроводов;
- требования к проведению технического диагностирования внутренних газопроводов;
- требования к проведению технического диагностирования газового оборудования (технических устройств) газопроводов, ГРП, ГРУ электростанций и котельных;
- контроль технического состояния газового оборудования (технических устройств) газопроводов, ГРП, ГРУ;
- анализ повреждений и параметров технического состояния газового оборудования (технических устройств) газопроводов, ГРП, ГРУ;
- принятие решения о возможности дальнейшей эксплуатации газового оборудования (технических устройств) газопроводов, ГРП, ГРУ;
- оформление результатов технического диагностирования газового оборудования (технических устройств) газопроводов, ГРП, ГРУ.

Кроме того, в СТП вошли пять рекомендуемых и 20 обязательных приложений. Обязательные приложения содержат информацию о схеме планового диагностирования подземных газопроводов, определении удельного электрического сопротивления грунта, средней плотности катодного тока, наличия блуждающих токов в земле, адгезии защитных покрытий, переходного сопротивления изоляционного покрытия, суммарного потенциала сооружения, находящегося под электрохимической защитой, и других значимых показателей, а также формы актов, протоколов и другой технической документации, составляемой при оценке

технического состояния газопроводов и газового оборудования.

В обсуждении проекта стандарта активное участие приняли РУП «Минскэнерго», РУП «Витебскэнерго» и РУП «Могилевэнерго», которые вносили предложения по актуализации ТНПА, исправлению ошибок прежнего издания, чем оказали значительную помощь разработчику стандарта и способствовали повышению качества требований СТП.

Заключение

На подготовку и проведение контроля металла приходится до 70 % средств, предназначенных для ремонта тепломеханического оборудования, поэтому вопрос совершенствования технических нормативных правовых актов в области контроля и наблюдения за металлом по-прежнему остается актуальным. Решать эту проблему необходимо с учетом мнения специалистов, разрабатывающих подобные документы. В связи с этим было бы целесообразно организовать однодневный семинар для руководителей подразделений по контролю и наблюдению за металлом с привлечением участников обсуждения проектов ТНПА.

Новые издания

Стандарты ГПО «Белэнерго»:

- ✓ СТП 33240.17.401-18
«Инструкция о порядке обследования оборудования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса»
- ✓ СТП 33240.17.429-18
«Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением»
- ✓ СТП 33240.17.431-18
«Методические указания по оценке технического состояния газопроводов и газового оборудования, отработавших нормативный срок службы на электростанциях и котельных ГПО «Белэнерго»

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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

РАЗРАБОТАНЫ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.30.507-18

С 4 июля впервые введен в действие стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 33240.30.507-18 «Газотурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования». Стандарт разработан филиалом «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка» для применения организациями, выполняющими работы по проектированию, монтажу, наладке и эксплуатации оборудования ГТУ.



В.И. ФИЛАЗАФОВИЧ,
руководитель группы
топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»

Предпосылки

Развитие тепловой генерации в Республике Беларусь в последнее время и в перспективе связывается в основном со строительством и модернизацией тепловых электростанций (ТЭС) для работы по парогазовому циклу. При этом опыт внедрения парогазовых установок (ПГУ) выявил проблемные для их эксплуатации факторы, обусловленные нерешенностью ряда вопросов, касающихся технических характеристик и условий эксплуатации ГТУ, организации приемки, ввода в эксплуатацию и эксплуатации оборудования.

Нормативные требования к проектированию и эксплуатации ГТУ на ТЭС, существующие в настоящее время в системе нормативно-технического обеспечения электроэнергетики, сформировались не в полной мере и не учитывают особенности оборудования зарубежного производства. Положение усугубляется применением на ТЭС ГПО «Белэнерго» газотурбинного оборудования различных типов, изготовленного разными фирмами и имеющего как конструктивные особенности, так и особенности эксплуатации. Соответственно, требования к эксплуатации ГТУ разных производителей различны и в полной

мере не могли быть отражены в разработанном стандарте.

Основные положения стандарта

Новый стандарт, состоящий из 18 разделов, устанавливает порядок, правила и технические показатели организации эффективной эксплуатации оборудования ГТУ при обеспечении его надежности и безопасности. Помимо разделов, общих для СТП (область применения, нормативные ссылки, термины и определения, обозначения и сокращения, общие положения), документ включает следующие разделы:

- приемка ГТУ в эксплуатацию;
- организация эксплуатации ГТУ;
- требования к характеристикам ГТУ;
- требования к системе автоматизированного управления ГТУ;
- топливо и рабочие среды;
- воздействие ГТУ на окружающую среду;
- требования вибрационной безопасности ГТУ;
- обеспечение единства измерений;
- техническое обслуживание, ремонт и модернизация;
- обязанности персонала при эксплуатации ГТУ;

- техническая документация;
- техническая и пожарная безопасность;
- консервация и утилизация ГТУ.

Гармонизация с международными нормами

С целью унификации и обеспечения высокого уровня требований к организации эксплуатации ГТУ стандарт гармонизирован с рекомендациями международных/европейских норм. В частности, гармонизированы требования СТП 33240.30.507-18:

- к техническим характеристикам турбин энергетических установок – со стандартом ИСО 3977 «Газовые турбины. Требования к поставке», части 1–11;
- к испытаниям газотурбинных установок ТЭС – со стандартами ИСО 2314:1989 «Турбины га-

зовые. Приемочные испытания» и ИСО 2314:1989/1:1997 «Турбины газовые. Приемочные испытания. Изменение 1»;

- к техническим характеристикам и безопасности тепломеханического оборудования – со стандартами ИСО 7919-4-99 «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Газотурбинные агрегаты» и ИСО 10816-4 «Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 4. Газотурбинные установки»;
- к экологическим характеристикам – со стандартами ИСО 6190:1988 «Акустика. Измерение и оценка уровней шума при работе газотурбинной установки» и ИСО 11042-1-2001 «Установки газотурбинные. Методы определения выбросов вредных веществ».

Особенности нового документа

Стандарт распространяется на стационарные энергетические ГТУ мощностью более 5 МВт, работающие по открытому циклу, в том числе на ГТУ с конвертированными судовыми и авиационными двигателями.

В отдельных специфических разделах стандарта учтены отраслевые стандарты

ГПО «Белэнерго», нормативные документы республиканских органов исполнительной власти, устанавливающие требования к организационным принципам, техническим характеристикам и порядку действий персонала при эксплуатации ГТУ ТЭС, а также данные об основных типах ГТУ, используемых на ТЭС ГПО «Белэнерго».

При разработке стандарта рассмотрены и во многом учтены предложения энергоснабжающих организаций в части особенностей эксплуатации и технического обслуживания ГТУ в составе ПГУ, обусловленные тем, что в настоящее время на электростанциях ГПО «Белэнерго» ГТУ работают только в составе ПГУ разного типа или газотурбинных надстроек к паротурбинному оборудованию. Отдельные предложения были приняты частично, так как детальная проработка вопроса показала, что для полноценной их реализации в составе СТП потребовалось бы существенно изменить техническое задание и значительно увеличить время разработки стандарта. В частности, в новом документе не в полной мере отражены вопросы эксплуатации одновальных газопаротурбинных установок ввиду их незначительного количества и особенностей конструкции и эксплуатации, а также отличий в порядке определения эксплуатационных показателей экономичности.

Стандартом закреплены те нормы и требования, которые в настоящее время применимы к большинству установленных или планируемых к установке на электростанциях ГПО «Белэнерго» ГТУ разного типа и мощности. Учитывая имеющиеся различия в требованиях производителей к эксплуатации газотурбинного оборудования, в качестве примечания к пунктам СТП часто используется формулировка «если иное не установлено техническими требованиями поставщика оборудования» (соответственно, это должно быть отражено в инструкциях по эксплуатации и техническому обслуживанию).

Основное отличие стандарта от аналогичных национальных и международных документов заключается в том, что он разработан с учетом требований законов и ТНПА, действующих в Республике Беларусь в отношении приемки оборудования, ввода в эксплуатацию, обеспечения безопасной эксплуатации и соблюдения экологических норм. Положения стандарта приведены в соответствие в том числе с требованиями введенного в действие приказом ГПО «Белэнерго» от 3 января 2018 года № 1 СТП 33240.20.501-18 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь» в части основных организационных и технических требований к эксплуатации ГТУ.

Министерство энергетики Республики Беларусь
Государственное производственное объединение электроэнергетики «Белэнерго»
Электронная информационная система

ОБНОВЛЕННАЯ ВЕРСИЯ

ЭНЕРГОДОКУМЕНТ

нормативные технические документы по электроэнергетике

О ПРОЕКТЕ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ КОНТАКТЫ FAQ

введите название документа расширенный поиск

ENERGODOC.BY

- предоставление пользователю доступа в личный кабинет
- возможность добавления часто используемых документов в «Избранное»
- улучшенный механизм поиска документов благодаря размещению строки поиска на всех страницах сайта
- перенос дополнительных параметров поиска в закладку «Расширенный поиск»
- новый раздел «Часто задаваемые вопросы» (FAQ)
- современный дизайн с адаптацией под размер используемого экрана

ИЗМЕНЕНО ПОЛОЖЕНИЕ О СЛУЖБАХ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.519-18

С 4 июля 2018 года в Республике Беларусь введен в действие отраслевой стандарт СТП 33240.35.519-18 «Положение о службах релейной защиты и электроавтоматики». Документ разработан взамен СТП 09110.35.519-10 «Положение о службах релейной защиты и электроавтоматики», введенного в действие указанием ГПО «Белэнерго» от 11 января 2010 года № 1.



М.А. ШЕВАЛДИН,
начальник отдела эксплуатации
релейной защиты и автоматики
электрооборудования
и электрических сетей
ГПО «Белэнерго»

Своевременность корректировки положений стандарта

Стандарт СТП 33240.35.519-18 «Положение о службах релейной защиты и электроавтоматики» безусловно необходим службам релейной защиты и автоматики всех уровней (ГПО «Белэнерго», РУП «ОДУ», РУП-облэнерго, РУП-облэнерго и др.) для определения их основных функций и задач, выполнения необходимого комплекса организационно-технических мероприятий по оснащению и обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики, противоаварийной автоматики, схем управления и сигнализации для обеспечения надежной и экономичной работы энергосистем и энергетического оборудования на их объектах, а также бесперебойного электроснабжения потребителей.

В структурных подразделениях, курирующих вопросы эксплуатации устройств и аппаратуры релейной защиты и автоматики, в настоящий момент работает около 1200 квалифицированных специалистов. Таким образом, рассматриваемый стандарт определяет обязанности, функции и права около 2 % состава персонала ГПО «Белэнерго».

Необходимость внесения изменений в стандарт обусловлена несколькими факторами. Один из них – создание в центральном аппарате ГПО «Белэнерго» специализированного структур-

ного подразделения – отдела эксплуатации релейной защиты и автоматики электрооборудования и электрических сетей (ОЭРЗиАЭиЭС), одной из основных функций которого стало обеспечение единой научно-технической политики в области организации эксплуатации и модернизации РЗА. Важными факторами также являются необходимость гармонизации стандарта с действующими ТНПА и внедрение более современного оборудования, новых элементов и устройств, в том числе элементов «цифровой подстанции» и т.п.

Основные изменения

В стандарт добавлен принципиально новый раздел, который дает определение ОЭРЗиАЭиЭС ГПО «Белэнерго», устанавливает его основные задачи, функции, права, организацию управления и ответственность, в том числе в части взаимодействия с другими структурными подразделениями субъектов ГПО «Белэнерго», в первую очередь со службами релейной защиты и автоматики РУП «ОДУ» и РУП-облэнерго.

Внесены изменения в раздел документа, регламентирующий деятельность службы релейной защиты и противоаварийной автоматики (СРЗиПА) РУП «ОДУ», в первую очередь для гармонизации с действующими в настоящее время нормативно-правовыми актами.

Откорректированы разделы, касающиеся служб релейной защиты и автоматики РУП-облэнерго и служб релейной защиты, автоматики и измерений электрических сетей и электротехнических лабораторий (ЭТЛ) электростанций РУП-облэнерго, прежде всего в части взаимодействия с другими структурными подразделениями субъектов ГПО «Белэнерго», включая диспетчерские службы, службы средств диспетчерского и технологического управления, службы электрооборудования и др.

В стандарте изменены основные направления ведомственной отчетности между различными субъектами ГПО «Белэнерго», отмечена необходимость согласования различных документов, в том числе планов-графиков технического обслуживания, различных перечней устройств РЗА, программ испытаний и проверок аппаратуры и оборудования РЗА и др.

В процессе пересмотра проект стандарта неоднократно рассматривался различными организациями, входящими в состав ГПО «Белэнерго», а также

структурными подразделениями центрального аппарата ГПО «Белэнерго». Все замечания и предложения были учтены в окончательной редакции СТП.

Разграничение обязанностей и зон ответственности

В документе четко определены границы зон ответственности различных структурных подразделений, в том числе в части подготовки и составления инструкций по оперативному обслуживанию оборудования и устройств РЗА, обслуживания аппаратуры и оборудования высокочастотных каналов связи, элементов телемеханики, измерительных трансформаторов тока и напряжения и другого первичного электрооборудования, электромагнитных блокировок выключателей и разъединителей, систем оперативного тока, устройств сигнализации, устройств и цепей дистанционного и автоматического управления, газовых и струйных реле, контактных указателей уровня масла, вторичных цепей, контрольных кабелей, систем электрообогрева и вентиляции, цепей возбуждения генераторов, датчиков, измерительных и регистрирующих приборов, цепей защит,

автоматики, управления и блокировок тепломеханического и электротехнического оборудования, устройств автоматического управления мощностью тепловых электростанций и др.

В частности, стандартом предусмотрено, что обслуживание всех вторичных цепей устройств РЗА, а также разделку концов жил контрольных кабелей, маркировку жил, их подключение, поиск мест повреждения, контроль состояния уплотнения шкафов и ящиков с рядами зажимов РЗА осуществляет служба РЗАИ (ЭТЛ), а служба подстанций электрических сетей (участок ремонта электрического цеха электростанций) производит прокладку и разделку силовых кабелей, прокладку контрольных кабелей, устраняет их повреждения, отвечает за содержание в надлежащем состоянии кабельных каналов, лотков и др., а также за состояние проложенных в них кабелей и др. На практике данное разграничение иногда не соблюдается. Зачастую специалистам релейной защиты и автоматики вменяются в обязанности дополнительные функции. В результате они меньше внимания уделяют своей основной деятельности, что повышает вероятность снижения надежности работы электрооборудования и роста ава-

рийности и повреждений на объектах электроэнергетики.

Заключение

В связи со вступлением в действие СТП 33240.35.519-18 «Положение о службах релейной защиты и электроавтоматики» необходимо, чтобы действующие местные положения о службах релейной защиты и электроавтоматики и ЭТЛ были приведены в соответствие с положениями данного стандарта. Это позволит оптимизировать работу персонала служб РЗА и активизировать его взаимодействие с другими структурными подразделениями, что, в свою очередь, будет способствовать повышению надежности, экономичности и эффективности работы Белорусской энергосистемы.

Кроме того, данный стандарт позволит техническим руководителям организаций, курирующим вопросы, связанные с релейной защитой и автоматикой и в целом с электрооборудованием, урегулировать вопрос разграничения зон ответственности между структурными подразделениями и функциональными группами и поднять организацию рабочего процесса на предприятии на качественно новый уровень.

Новые издания

Стандарты ГПО «Белэнерго»:

- ✓ СТП 33240.30.507-18
«Газотурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования»
- ✓ СТП 33240.35.519-18
«Положение о службах релейной защиты и автоматики»
- ✓ СТП 33240.20.117-18
«Цифровые подстанции. Требования к проектированию»
- ✓ СТП 33240.49.101-18
«Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий»

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 июля 2018 года в республике введены в действие СТБ 2481-2018 «Оборудование отопительное. Энергетическая эффективность. Требования» и СТБ 2483-2018 «Оборудование отопительное и установки комбинированные. Энергетическая эффективность. Маркировка».

Первый из указанных стандартов устанавливает требования к энергоэффективности отопительного оборудования с номинальной тепловой производительностью < или = 400 кВт.

Второй стандарт определяет требования к энергомаркировке отопительного оборудования с номинальной тепловой производительностью не более 70 кВт, комбинированных установок, состоящих из отопительного оборудования с указанной тепловой производительностью, терморегулятора и устройства, использующего солнечную энергию.

Данные документы не распространяются на отопительное оборудование: специально сконструированное для работы на газообразных или жидких видах топлива, производимых преимущественно из биомассы; работающее на твердых видах топлива; предназначенное только для нагрева питьевой воды или воды для хозяйственных нужд, а также для нагревания и распределения газообразных теплоносителей, таких как пар или воздух; когенерационное оборудование для отопления помещений с электрической мощностью не менее 50 кВт.

С 10 октября 2018 года вступит в силу ГОСТ 34045-2017 «Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования».

Документ содержит нормы и требования к организации автоматического противоаварийного управления электроэнер-

гетическими режимами энергосистем. Кроме того, он определяет назначение, функции, условия применения разных видов противоаварийной автоматики и общие требования к техническим средствам противоаварийной автоматики, порядок расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройств и комплексов противоаварийной автоматики. ГОСТ 34045-2017 предназначен для субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии, организаций, осуществляющих деятельность по разработке устройств и алгоритмов противоаварийной автоматики, организаций, осуществляющих деятельность по установке, монтажу и наладке устройств и комплексов противоаварийной автоматики, а также проектных и научно-исследовательских организаций.

С этой же даты начнет действовать ТКП 45-4.02-322-2018 (33020) «Тепловые сети. Строительные нормы проектирования». Он распространяется на тепловые сети, предназначенные для транспортирования горячей воды с температурой до 200 °С и давлением до 2,5 МПа, водяного пара температурой до 440 °С и давлением до 6,3 МПа, конденсата водяного пара, а также на тепловые пункты (узлы ввода) зданий и сооружений. Технический кодекс предназначен для применения при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте тепловых сетей (включая сооружения на них) и тепловых пунктов. ТКП не распространяется на тепловые пункты, подключенные к тепловым сетям индивидуальных встроенных котельных, теплоисточников, использующих теплоту вторичных энергоресурсов, теплонасосных станций и других альтернативных источников тепловой энергии.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):

IEC 60709:2018 «Электростанции атомные. Системы контроля, управления и электропитания, важные для безопасности. Разделение» (принят 18.04.2018);

IEC 61500:2018 «Электростанции атомные. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Передача данных в системах, выполняющих функции категории А» (принят 20.04.2018);

IEC 62988:2018 «Электростанции атомные. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Выбор и использование беспроводных устройств» (принят 07.05.2018);

IEC 60744:2018 «Электростанции атомные. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Логические устройства безопасности, используемые в системах, выполняющих функции категории А. Характеристики и методы испытаний» (принят 14.05.2018);

IEC 60772:2018 «Электростанции атомные. Системы контроля, важные для безопасности. Узлы герметичной проходки для электротехнического оборудования в защитных оболочках ядерных реакторов» (принят 14.05.2018).

Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:

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

Госстандарта – www.gosstandart.gov.by

БелГИСС – www.belgiss.by

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

Законы Республики Беларусь

Закон Республики Беларусь от 17.07.2018 № 136-З

**«О внесении изменений и дополнений
в Закон Республики Беларусь
«О государственных закупках товаров (работ, услуг)»**

Изложен в новой редакции Закон Республики Беларусь «О государственных закупках товаров (работ, услуг)».

Закон предусматривает:

- создание государственной информационно-аналитической системы, которая содержит: акты законодательства о государственных закупках, годовые планы государственных закупок, конкурсные документы, реестр жалоб на действия (бездействие) и (или) решения заказчика (организатора), комиссии и (или) ее членов, оператора электронной торговой площадки, подаваемых в уполномоченный государственный орган по государственным закупкам, реестр договоров, информацию об условиях допуска товаров (работ, услуг) иностранного происхождения и поставщиков (подрядчиков, исполнителей), предлагающих такие товары (работы, услуги), список поставщиков (подрядчиков, исполнителей), временно не допускаемых к участию в процедурах государственных закупок;
- переход на электронный формат процедур государственных закупок;
- открытый доступ к предложениям участников процедуры закупки, за исключением документов, содержащих информацию, распространение и (или) предоставление которой ограничено в соответствии с законодательными актами;
- сокращение сроков проведения процедуры государственных закупок;
- требования к участникам процедур государственных закупок;
- требования к заключению, изменению и расторжению договоров между заказчиком и участником-победителем;
- особенности проведения процедуры государственной закупки с участием субъектов малого и среднего предпринимательства и т.д.

Закон вступает в силу с 1 июля 2019 года.

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 13.06.2018 № 236

**«О дополнении и изменении
Указа Президента Республики Беларусь»**

В целях развития высокотехнологичных секторов национальной экономики, создания инновационных производств и эффективного использования остатков средств инновационных фондов внесены дополнения и изменения в Указ Президента Республики Беларусь от 31.01.2017 № 31 «О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы».

В Государственную программу включены 34 новых проекта и 6 мероприятий по развитию инновационной инфраструктуры. Среди новых проектов создание современных производств по выпуску средств зарядной инфраструктуры для электромобилей, светодиодного осветительного оборудования, организация производства инновационных аналитических и инспекционных комплексов и др.

Указ вступил в силу с 17 июня 2018 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 18.06.2018 № 240

**«Об изменении указов
Президента Республики Беларусь»**

Внесены изменения в Указ Президента Республики Беларусь от 04.02.2013 № 59 «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств». Документ направлен на совершенствование механизма коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств.

Указом определяются обладатели имущественных прав на результаты научно-технической деятельности, способы и сроки коммерциализации. Сроки будут устанавливаться с учетом отраслевой специфики проектов. Если в запланированный период времени коммерциализация не обеспечена, то предусмотрен возврат бюджетных средств. Одновременно документом предоставляется возможность освободить добросовестных исполнителей от ответственности, если результаты не освоены по объективным причинам. Это будет способствовать выполнению перспективных научно-технических разработок с высокой степенью риска.

Принятие Указа позволит активизировать научно-техническую деятельность и усовершенствовать правовые условия коммерциализации ее результатов.

Указ вступает в силу с 20 сентября 2018 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.06.2018 № 483

**«О внесении изменений и дополнений
в постановление Совета Министров Республики
Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1932»**

Повышены ставки вывозных таможенных пошлин на товары, вывозимые с территории Республики Беларусь за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза, в том числе (за 1 т):

- сырую нефть – с \$ 131,8 до \$ 139,1;
- прямогонный бензин – с \$ 72,4 до \$ 76,5;
- тримеры и тетрамеры пропилена – с \$ 8,5 до \$ 9,0;
- легкие дистилляты; средние дистилляты; дизельное топливо; товарные бензины; бензол; толуол; ксилолы; смазочные и прочие масла – с \$ 39,5 до \$ 41,7;
- мазут; отработанные нефтепродукты; вазелин и парафин; битум нефтяной – с \$ 131,8 до \$ 139,1.

Постановление вступило в силу с 1 июля 2018 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.06.2018 № 485

«Об установлении типовой формы договора»

Установлена типовая форма договора теплоснабжения для организаций по управлению общим имуществом совместного до-младения (уполномоченное лицо, товарищество собственников, организация застройщиков), организаций, осуществляющих эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющих жилищно-коммунальные услуги.

Постановление вступило в силу с 29 июня 2018 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.06.2018 № 510

**«О внесении изменений и дополнений
в некоторые постановления
Совета Министров Республики Беларусь»**

Постановлением внесены изменения и дополнения в ряд нормативных документов, в частности:

– в Правилах электроснабжения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 октября 2011 года № 1394, пункт 200 изложен в следующей редакции: «Граждане (абоненты), использующие электрическую энергию для целей предпринимательской деятельности, заключают в установленном настоящими Правилами порядке с энергопоставляющей организацией договор электроснабжения, предусматривающий расчеты за потребляемую электрическую энергию по соответствующей тарифной группе в порядке, определенном настоящими Правилами для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей»;

– в Положении о порядке расчетов и внесения платы за жилищно-коммунальные услуги и платы за пользование жилыми помещениями государственного жилищного фонда предлагается установить дифференцированный порядок платы за теплоснабжение:

1) плательщикам ЖКУ, установившим приборы индивидуального учета расхода тепловой энергии за счет собственных средств, в течение 3 лет будет предоставляться скидка 10 % с тарифов на тепловую энергию;

2) плательщикам ЖКУ, проживающим в жилых домах, введенных в эксплуатацию до 1 января 2018 года и оборудованных приборами индивидуального учета расхода тепловой энергии, не осуществлявшим ранее расчеты по показаниям данных приборов, при осуществлении расчетов за потребленную тепловую энергию по показаниям приборов индивидуального учета расхода тепловой энергии в течение 3 лет предоставляется скидка 5 % с тарифа на тепловую энергию.

При вводе жилого дома в эксплуатацию после 1 января 2018 года плательщики ЖКУ обязаны производить расчеты за тепловую энергию по показаниям приборов индивидуального учета расхода тепловой энергии.

Большинство положений постановления вступило в силу с 1 июля 2018 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.07.2018 № 571

[«О внесении изменений и дополнений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1932»](#)

Установлены экспортные пошлины на нефть и нефтепродукты, вывозимые за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза (за 1000 кг):

- нефть сырая – \$ 135,4;
- прямогонный бензин – \$ 74,4;
- бензины товарные – \$ 40,6;
- легкие дистилляты, средние дистилляты – \$ 40,6;
- дизельное топливо – \$ 40,6;
- бензол; толуол; ксилолы; смазочные и прочие масла – \$ 40,6;
- темные нефтепродукты (без масел и кокса) – \$ 135,4;
- кокс нефтяной некальцинированный – \$ 8,8.

Постановление вступило в силу с 1 августа 2018 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.08.2018 № 579

[«О внесении дополнений и изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 г. № 169»](#)

Постановлением утвержден межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года. По итогам реализации всех запланированных мероприятий прирост потребления электрической энергии ожидается на уровне 1650 млн кВт·ч в год. Это позволит улучшить технико-экономические показатели работы Белорусской энергосистемы в условиях ввода в эксплуатацию БелАЭС.

На реализацию мероприятий межотраслевого комплекса мер требуется около 7 млрд 725,6 млн руб., из них средства республиканского бюджета составят 335,02 млн руб., собственные средства организаций и иные источники, не запрещенные законодательством, – 7 млрд 390,58 млн руб.

Бюджетное финансирование указанных мероприятий предусмотрено в пределах принятых государственных программ и решений Главы государства.

Контроль за выполнением межотраслевого комплекса мер возложен на Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 13.06.2018 № 47

[«Об определении порядка индексации цен на природный газ и тарифов на электрическую и тепловую энергию»](#)

Установлены формулы для индексации:

– цен на природный газ, отпускаемый ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», газоснабжающими организациями, входящими в состав ГПО «Белтопгаз», юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, применяемых при оплате (определении стоимости отпуска потребителю) природного газа до окончания отчетного периода;

– цен на природный газ, отпускаемый ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», газоснабжающими организациями юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, применяемых при оплате природного газа после окончания отчетного периода в сроки, предусмотренные договорами;

– тарифов на электрическую энергию, отпускаемую энергоснабжающими организациями, входящими в состав ГПО «Белэнерго», юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, применяемых при оплате (определении стоимости отпуска потребителю) электрической энергии;

– тарифов на тепловую энергию, отпускаемую энергоснабжающими организациями юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, применяемых при оплате (определении стоимости отпуска потребителю) тепловой энергии.

Признано утратившим силу постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 19.05.2017 № 26 «Об определении порядка индексации цен на природный газ и тарифов на электрическую и тепловую энергию».

Постановление вступило в силу с 1 августа 2018 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 27.06.2018 № 51

[«О внесении дополнений и изменения в постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 16 января 2018 г. № 5»](#)

Внесены дополнения и изменение в постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 16.01.2018 № 5 «О ценах на природный газ».

Установлены отпускные цены на природный газ без НДС за 1000 м³ при расчетной теплоте сгорания 7900 ккал/м³ при курсе белорусского руб. по отношению к доллару США 1,9955:1 газоснабжающим организациям, входящим в состав ГПО «Белтопгаз», при поставке через систему газоснабжающих организаций (перепродавцов) в размере:

– 369,65 руб. – с 7 июля 2018 года – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, основным видом деятель-

ности которых является производство стеновых блоков, при потребленном объеме природного газа в 2017 году до 600 млн м³; – 496,87 руб. – с 1 сентября 2018 года – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, основным видом деятельности которых является производство сахара, при потребленном объеме природного газа в 2017 году до 600 млн м³.

Постановление вступило в силу с 7 июля 2018 года.

Приказ Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 29.06.2018 № 158

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь приняло решение о снижении с 1 июля 2018 года тарифов на электроэнергию для промышленных и приравненных к ним потребителей. Соответствующее изменение в Декларацию об уровне тарифов на электроэнергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго», утверждено приказом Министра антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь.

Данным решением предусмотрено снижение платы за электроэнергию в двухставочном тарифе для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше на 2,3 % к задекларированному уровню. В таком же размере снижен тариф на электроэнергию для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью до 750 кВА.

Приказ вступил в силу 1 июля 2018 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 24.07.2018 № 58

«О внесении изменений в некоторые постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь»

Внесены изменения в следующие постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь:

– от 06.07.2017 № 36 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из невозобновляемых источников энергии, мазута на территории Республики Беларусь индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, не входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и отпускаемую энергоснабжающим организациям данного объединения». В частности, изменены показатели в формуле расчета тарифа в случае отличия официального курса белорусского руб. по отношению к доллару США, установленного Национальным банком Республики Беларусь, от указанного в постановлении курса 1,9714:1;

– от 20.07.2017 № 41 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии на территории Республики Беларусь индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, не входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и отпускаемую энергоснабжающим организациям данного объединения», в котором сделана ссылка на постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 13.06.2018 № 47 «Об определении порядка индексации цен на природный газ и тарифов на электрическую и тепловую энергию».

Постановление вступило в силу с 1 августа 2018 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 5.06.2018 № 38

«О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 20 января 2012 г. № 7»

Изложены в новой редакции нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности».

Правила распространяются на проектируемые, размещаемые, сооружаемые, эксплуатируемые, закрываемые и закрытые пункты захоронения радиоактивных отходов.

Требования Правил не распространяются на деятельность по обращению с отходами дезактивации, образованными в результате проведения мероприятий по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, на производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов, образующиеся при осуществлении деятельности по добыче и переработке минерального и органического сырья.

Постановление вступило в силу с 13 июля 2018 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 24.05.2018 № 37

«О теплогенерирующих аппаратах и отопительных приборах, теплоемких печах»

Утверждены:

– Инструкция о требованиях к размещению и эксплуатации теплогенерирующих аппаратов и отопительных приборов промышленного (заводского) изготовления;

– Инструкция о требованиях к размещению и эксплуатации теплоемких печей.

Постановление вступило в силу с 2 августа 2018 года.

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь

Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 17.05.2018 № 24

«О внесении дополнений и изменений в постановления Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 10 мая 2011 г. № 18 и от 4 февраля 2014 г. № 4»

Постановлением скорректирована Инструкция о порядке оказания инженерных услуг в строительстве.

Установлено, что выбор инженера (инженерной организации) должен осуществляться при наличии у него аттестата соответствия соответствующей категории на оказание инженерных услуг.

Не подлежат передаче инженеру (инженерной организации) следующие функции заказчика, застройщика:

- 1) принятие решения о строительстве объекта;
- 2) утверждение проектной документации;
- 3) обеспечение финансирования объекта строительства и контроля за расходованием средств, направляемых на его финансирование;
- 4) принятие решения о консервации незавершенного объекта строительства, о продлении срока строительства объекта;
- 5) утверждение состава приемочной комиссии и акта приемки объекта строительства в эксплуатацию.

При строительстве объектов под ключ подрядчик по договору с заказчиком оказывает ему весь комплекс инженерных услуг, кроме осуществления технического надзора за строительством, а также вышеуказанных функций.

Также постановлением № 24 уточнен Перечень функций заказчика, застройщика, руководителя (управляющего) проекта по возведению, реконструкции, капитальному ремонту, реставрации и благоустройству объекта строительства.

Постановление вступило в силу с 27 июня 2018 года.

УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕК ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЙ СУДЬБЫ – ИВАН ИВАНОВИЧ ЧИЖОНОК (29.10.1920 – 3.06.2018)

3 июня ушел из жизни Иван Иванович Чижонк, возглавлявший Гродненскую энергосистему с 1966 по 1981 год. Его помнят, как человека, который заложил фундамент энергетики Гродненщины, был умелым организатором производства, чутким воспитателем молодых кадров, обладал богатым и разносторонним профессиональным и жизненным опытом.

И.И. Чижонк родился 29 октября 1920 года в д. Морховичи Кировского района Могилевской области. В г. Бобруйске, куда переехала его семья, окончил восемь классов. После школы И.И. Чижонк поступил в Минский техникум электросвязи. Во время учебы помогал семье, подрабатывая на разгрузке товарных железнодорожных вагонов.

В 1939 году Ивана Ивановича призвали в Красную армию. Он был зачислен в штаб 480-го отдельного дивизиона в г. Белостоке, где окончил годичную школу подготовки радиоразведчиков. Война застала И.И. Чижонка в разведподразделении, которое дислоцировалось в г. Друскининкае.

В первые же дни войны, при передислокации в район г. Могилева, автомашина с радиоразведчиками попала под пулеметный обстрел врага, и И.И. Чижонк был ранен в обе ноги. Но уже в декабре, после выздоровления, его зачисляют в штат радиостанции РСБ, обеспечивающей радиосвязь штаба 54-й отдельной стрелковой бригады, а в середине 1944 года назначают начальником радиостанции в составе 138-й отдельной роты связи 325-й стрелковой дивизии. Иван Иванович участвовал в обороне Москвы, наступлении на г. Калинин, спецоперации на территории Беларуси, обеспечивал связь и корректировал артиллерийский огонь в Восточной Пруссии. Его вклад в Победу был отмечен орденами Отечественной войны I и II степени, орденом Красной Звезды, медалями «За боевые заслуги», «За оборону Москвы», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За взятие Кенигсберга».

После войны Иван Иванович идет восстанавливать Гродненскую городскую электростанцию, где работает дежурным техником с обязанностями дежурного инженера. Здесь и началось его профессиональное становление. И.И. Чижонка назначают начальником турбинного цеха, а в 1955 году при его непосредственном участии на станции вводится в эксплуатацию турбина мощностью 2850 кВт. После окончания Всесоюзного заочного энергетического института в 1958 году он получает назначение на должность главного инженера Лидской теплоэлектроцентрали и руководит реализацией мероприятий по включению Гродненской и Лидской электростанций в параллельную работу, монтажу и вводу в эксплуатацию турбины 2500 кВт на Лидской ТЭЦ.

Еще одной вехой его карьеры стала работа главным инженером, а затем директором Лидского района электрических



сетей. Под руководством И.И. Чижонка было введено в эксплуатацию 200 км ЛЭП и построено 10 подстанций 35–110 кВ в Новогрудско-Любченской зоне.

В июне 1966 года И.И. Чижонка назначают управляющим РЭУ «Гродноэнерго». Весь свой талант руководителя и специалиста Иван Иванович направил на развитие энергетики региона. В этот период в области завершается электрификация всех населенных пунктов, имеющих 10 и более дворов, вводятся в эксплуатацию первая очередь Гродненской ТЭЦ-2, ПС 330 кВ «Гродно», более 100 подстанций 35–110 кВ с линиями электропередачи и многие другие объекты. Гродненская энергосистема под руководством И.И. Чижонка вышла на передовые позиции по многим направлениям: впервые в республике здесь были начаты работы по автоматизации распределительных сетей 10 кВ, создан вычислительный центр, компьютеризованы подразделения и филиалы.

За трудовые заслуги И.И. Чижонк был награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», «Ветеран труда», знаками «Отличник энергетики и электрификации СССР», «Заслуженный энергетик ПНР», почетными грамотами Верховного Совета БССР, Минэнерго СССР, Министерства энергетики Республики Беларусь.

В 1981 году Иван Иванович ушел на заслуженный отдых, но его связь с людьми, которым он руководил, не прерывалась. Все знаменательные даты своей жизни он торжественно отмечал вместе с коллективом Гродненской энергосистемы, в памяти которого он всегда останется человеком редкого профессионализма и высокого достоинства.