

Энергетическая Стратегия

№2 (68) март–апрель 2019

научно-практический журнал



Цифровизация энергетики – реальность сегодняшнего дня



Началось реформирование
структуры управления
организациями
энергетической отрасли

Стр. 4

Цифровая трансформация
бизнес-процесса
диспетчерского управления
Белорусской энергосистемой

Стр. 12

Комментарии к новым стандартам
в энергетике

Стр. 56



24-я Международная специализированная выставка и конгресс

ENERGY EXP

"Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро"

XXIV БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

8-11.10.2019

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

 **oil & gas
technologies**
специализированная выставка
технологий для нефтехимической отрасли

 **ATOMEXPO
Belarus**
специализированная выставка
"Атомэкспо-Беларусь"

 **exp-light**
специализированная выставка
светотехнического оборудования "ЭкспоСВЕТ"

 **Water & Air
technologies**
специализированная выставка
"Водные и воздушные технологии"

 **EXPOCITY**
специализированная выставка
"ЭкспоГОРОД"

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



ENERGY EXP

25-28 июня 2019



РМЭФ

Российский Международный
Энергетический Форум

XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**



ENERGETIKA-RESTEC.RU

energo@restec.ru
+7 (812) 303 88 68

RIEF.EXPOFORUM.RU

rief@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб. 2160, 2168

EXPOFORUM



18+

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

КЛЮЧЕВАЯ
ПЛОЩАДКА
СФЕРЫ ТЭК



Витебские тепловые сети

- надежное и бесперебойное теплоснабжение потребителей
- квалифицированное техническое обслуживание теплоисточников и тепловых сетей
- профессиональный энергетический надзор и контроль тепловых установок, тепловых сетей потребителей независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности
- оказание услуг по аренде строительной техники, строительству трубопроводов тепловых сетей, контролю металла и сварных соединений

Факс: (8-0212) 67-22-31
E-mail: vts@vitebsk.energo.net.by



50 лет

успешной работы



научно-практический журнал

Энергетическая Стратегия

ПОДПИСКА' 2019

2-е полугодие

Оформить подписку можно:



**в любом почтовом
отделении**

подписной индекс
009382



в редакции

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



на сайте

energystategy.by

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Редакционная коллегия:

Закревский В.А.	к.т.н., заместитель Министра энергетики Республики Беларусь (председатель)
Бондарь А.М.	главный инженер ГП «Белорусская АЭС»
Бородуля В.А.	член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Дрозд П.В.	генеральный директор, ГПО «Белэнерго»
Забелло Е.П.	д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий» БГАТУ
Карницкий Н.Б.	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» БНТУ
Лиштван И.И.	д.т.н., академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси
Малашенко М.П.	заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности
Майоров В.В.	генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»
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»

НОВОСТИ

Новости ТЭК 4

Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика 9

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Кабанов А.В., заместитель генерального директора
по информационным технологиям РУП «ОДУ»

**Цифровая трансформация бизнес-процесса
диспетчерского управления Белорусской энергосистемой..... 12**

Седнин В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ,
Седнин А.В., к.т.н., доцент, заведующий центром автоматизированных систем
управления в теплоэнергетике и промышленности филиала НИПИ БНТУ,
Волков А.В., д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
университет «МЭИ»,
Рыженков А.В., д.т.н., директор НЦ «Износостойкость»
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Лукин М.В., к.т.н., доцент, старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость»
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

**Эффективность модификации поверхности теплообмена
конденсационных установок паровых турбин. Часть 1..... 16**

Целиков В.В., инженер участка испытаний и диагностики УИД ЭТЦ
филиала «Инженерный центр» ОАО «Белэнергоремналадка»

**Диагностика механического состояния опорно-стержневой
фарфоровой изоляции высоковольтных разъединителей
в условиях эксплуатации 20**

МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА

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

**Косвенное управление электрическими нагрузками
в условиях развития распределенной генерации 23**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

Киселев Н.Н., начальник энергогазинспекции филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Гомельской области,
Летащков В.А., заместитель начальника энергогазинспекции филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Гомельской области

Контроль показателей качества электрической энергии 28

Артюх Д.В., инспектор энергогазинспекции Витебского МРО филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Витебской области

О состоянии электрохозяйства в учреждениях образования 33

В блокнот главного энергетика

Сазонов И.Е., заместитель начальника Витебского МРО филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Витебской области,
Ермолаев С.А., начальник электрического цеха филиала «Витебская ТЭЦ»
РУП «Витебскэнерго»

Качество электрических контактных соединений..... 36

Циуля С.А., начальник энергогазинспекции филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Брестской области

Организация безопасной эксплуатации электроустановок38

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

**Выбор тепловой изоляции
для тепловых сетей и систем теплоснабжения41**

НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Дробов А.В., м.т.н., преподаватель, аспирант кафедры «Локомотивы»
Белорусского государственного университета транспорта,
Галушко В.Н., к.т.н., доцент кафедры «Электротехника»
Белорусского государственного университета транспорта

**Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования
потребления электроэнергии дистанцией электроснабжения45**

Романюк Ф.А., член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор БНТУ,
Булойчик Е.В., к.т.н., доцент БНТУ,
Шевалдин М.А., м.т.н., начальник отдела эксплуатации релейной защиты
и автоматики электрооборудования и электрических сетей ГПО «Белэнерго»

**Определение зоны короткого замыкания на ЛЭП 6–35 кВ
с односторонним питанием по току обратной последовательности48**

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

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

Как себя вести в ситуации провокации?52

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Щенников Е.А., руководитель ЭТИ-1 Могилевского МРО филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Могилевской области

**Установлены требования к устройствам защиты от дугового пробоя
Комментарии к межгосударственному стандарту ГОСТ IEC 62606-201656**

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

**Введены новые нормативы расхода ресурсов
Комментарии к новым стандартам ГПО «Белэнерго»59**

Национальный фонд ТНПА – энергетике61

ПРАВО

Новости законодательства (март–апрель)62

Энергетическая безопасность

Традиционная и ядерная энергетика

Газоснабжение и торфяная промышленность

Возобновляемая и малая энергетика

Энергоэффективность и экология

Редакция:

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

230029, 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 19.04.2019 г., формат 60х90%,
тираж 1550 экз., заказ № 1832.

В БЕЛАРУСИ НАЧАЛОСЬ РЕФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ОТРАСЛИ

В Беларуси начали реформировать структуру управления организациями, входящими в систему Министерства энергетики. Об этом Министр энергетики В.М. Каранкевич сообщил журналистам на выездном заседании Постоянной комиссии Палаты представителей по вопросам экологии, природопользования и чернобыльской катастрофы и Постоянной комиссии Палаты представителей по промышленности, топливно-энергетическому комплексу, транспорту и связи. Реформу планируется провести до 2021 года.

Создан государственный энергетический и газовый надзор

28 февраля 2019 года Президент Беларуси подписал Указ № 92 о создании ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор». Этот законодательный шаг обусловлен необходимостью обеспечить независимость органов государственного энергетического и газового надзора от субъектов хозяйствования (энерго- и газоснабжающих организаций). Также с появлением нового учреждения будут разделены функции управления производственно-хозяйственной и надзорной деятельностью энерго- и газоснабжающих организаций.

Указ направлен на сохранение эффективного надзора за устойчивой работой Белорусской энергосистемы, обеспечение безопасности жизни и здоровья людей, стабильное функционирование энергетического и газоиспользующего оборудования, сетей энерго- и газоснабжения.

Положение о государственном энергетическом и газовом надзоре утверждено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 марта 2019 года № 213.

ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор» осуществляет свою деятельность с 1 апреля. Генеральным директором учреждения назначен А.А. Озерец.

ГУ «Белорусская АЭС» перейдет в подчинение ГПО «Белэнерго»

Еще одно новшество – переподчинение ГУ «Белорусская АЭС» ГПО «Белэнерго», которое будет заниматься непосредственно эксплуатацией станции. Соответствующий проект указа уже подготовлен и внесен в Совет Министров.

Касаясь вопроса строительства БелАЭС, Министр энергетики отметил, что сооружение атомной станции идет по плану. В течение месяца будет выполнена подготовка к одному из ключевых событий на первом энергоблоке – загрузке имитационной зоны ядерного топлива в реактор. На площадке БелАЭС каждую неделю проводятся штабы, где рассматривается ход строительства, выполнение тематических планов. Наряду с этим решаются вопросы интеграции АЭС в энергосистему и экономику страны.

В.М. Каранкевич также сообщил, что Беларусь и Россия обсуждают условия предоставления российского кредита на строительство БелАЭС. Предложения белорусской стороны касаются увеличения его срока с 25 до 35 лет и снижения ставки кредита.



Министр энергетики В.М. Каранкевич и депутаты Палаты представителей Национального собрания Беларуси посещают объекты БелАЭС

Будут созданы газовый и энергетический строительные холдинги

Рассматривается создание двух строительных холдингов – газового и энергетического. Кроме того, предполагается преобразование отдельных организаций торфяной отрасли, строительно-монтажного корпуса через присоединение их к стабильно работающим предприятиям для повышения эффективности работы. Планируется передача ряда организаций исходя из специфики их деятельности на баланс коммунальных организаций или в другие ведомства.

К сведению. Расширенное совместное выездное заседание Постоянной комиссии Палаты представителей по вопросам экологии, природопользования и чернобыльской катастрофы и Постоянной комиссии Палаты представителей по промышленности, топливно-энергетическому комплексу, транспорту и связи проходило 4 апреля в г. Островце на базе РУП «Белорусская атомная электростанция».

В рамках пленарного заседания участники обсудили вопросы эффективности правового регулирования в области энергетики и перспективы его совершенствования, практику применения Закона Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии», аспекты регулирования отношений, связанных с обеспечением радиационной безопасности в области использования атомной энергии, правовые основы функционирования системы радиационной безопасности и др.

НОВОСТИ ТЭК

Главный показатель работы – снижение тарифов для реального сектора экономики

25 февраля коллегия Министерства энергетики подвела итоги работы отраслевых организаций в 2018 году. В ходе мероприятия Министр энергетики В.М. Каранкевич сообщил, что объем производства электроэнергии за отчетный период в Беларуси вырос на 12,9 % и составил 38,8 млрд кВт·ч, реализация природного газа увеличилась на 6,6 %, отпуск тепловой энергии – на 2,1 %. Экспорт электроэнергии увеличился более чем в 7 раз по сравнению с 2017 годом – до 1 млрд кВт·ч.

Особое внимание в 2018 году уделялось сооружению объектов атомной электростанции и жилищной инфраструктуры АЭС, а также развитию и модернизации электрических, тепловых и газовых сетей. За этот период построено и реконструировано около 2,3 тыс. км ВЛ, 120 км теплосетей, газифицировано около 25 тыс. квартир. Организациями торфяной промышленности добыто 2592,1 тыс. т торфа, произведено 1113,2 тыс. т торфяных топливных брикетов и сушенки.

Экономический эффект от реализации мероприятий по снижению затрат на производство энергии и реализацию газа в 2018 году составил около 123 млн руб.

Министр отметил, что в 2018 году уменьшены цены и тарифы на энергоресурсы для промышленных потребителей – примерно на 6 % на газ и на 4,5 % на электроэнергию. Такая динамика сохраняется и в 2019 году. С 1 января эти тарифы для реального сектора экономики снижены в среднем на 3 %.

С вводом АЭС возрастет экспортный потенциал белорусской электроэнергии, отметил заместитель Премьер-министра И.В. Ляшенко, принимавший участие в работе коллегии. И.В. Ляшенко ориентировал Министерство энергетики на активную проработку рынков для экспорта электроэнергии. Он подчеркнул, что для Беларуси важна работа по созданию общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза, а также работа на других рынках, возможность сохранения и модернизации трансграничных связей с соседями.

С 2018 года Беларусь полностью отказалась от импорта электроэнергии, он был замещен собственной генерацией, отметил И.В. Ляшенко. Заместитель Премьер-министра подчеркнул, что главным показателем работы является снижение тарифов для реального сектора экономики.

БелАЭС станет базовым источником электроэнергии

В ходе пресс-конференции, которая состоялась в рамках белорусско-российского пресс-тура на Белорусскую АЭС, заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк сообщил журналистам, что готовность первого энергоблока составляет 86–87 %, второго – 65 %. После ввода АЭС в эксплу-



Заседание коллегии Министерства энергетики Республики Беларусь по итогам работы отрасли в 2018 году

тацию будет перестроен принцип формирования загрузки диспетчерского графика: базовым источником электроэнергии станет БелАЭС, а менее эффективные с точки зрения экономики мощности будут включаться и загружаться в последнюю очередь. В качестве основного резерва для атомной станции на время плановых ремонтов и в случае внештатных отключений будет рассматриваться Лукомльская ГРЭС.

М.И. Михадюк также отметил, что Минэнерго видит потенциал для увеличения экспорта электроэнергии до 2 млрд кВт·ч в год, то есть в два раза по сравнению с 2018 годом.

Пресс-тур отечественных и российских журналистов на Белорусскую АЭС состоялся 28 марта. Участие в мероприятии приняли порядка 40 представителей центральных, региональных и отраслевых СМИ, а также блогеры. Организатором мероприятия выступило Министерство энергетики совместно с ГП «Белорусская АЭС».

Журналисты посетили информационный центр АЭС в г. Островце, станцию водозабора на р. Вилия (подъем первого и второго уровня), подразделение химического цеха первого энергоблока, где производится подготовка воды для использования на объектах атомной электростанции, центральный пульт управления БелАЭС и другие объекты.

В поисках «зеленого квадрата»

12 марта в г. Минске состоялась дискуссия «В поисках «зеленого квадрата» с участием ученых, специалистов в области энергетики и журналистов. Темой дискуссии стали изменения климата и переход к безуглеродной энергетике согласно концепции «зеленого квадрата». Данная модель предполагает устойчивое развитие энергетики на основе генерации с использованием четырех основных источников – ветра, воды, солнца и атома. Позицию Министерства энергетики на мероприятии представляли начальник управления энергоэффективности, экологии и науки С.Н. Гребень и директор Департамента по ядерной энергетике В.М. Полухович.

По данным Минэнерго, установленная мощность генераторов на ВИЭ в Беларуси в настоящее время составляет 390,9 МВт

(около 3,9 % мощности Объединенной энергосистемы страны). На источники, работающие от энергии солнца, приходится 154,3 МВт, ветра – 101,1 МВт, воды – 95,8 МВт. Около 40 МВт дают биогаз, древесное топливо и биомасса.

В ходе дискуссии С.Н. Гребень отметил, что для развития энергетики согласно модели «зеленого квадрата» в Беларуси созданы благоприятные условия как с законодательной, так и с экономической точки зрения, благодаря чему электрическая мощность установок ВИЭ за последние два года возросла почти вдвое. При этом основной целью преобразований в Белорусской энергосистеме является диверсификация топливного баланса, а доведение доли ВИЭ в валовом потреблении ресурсов до европейского уровня в 20–30 % не является безусловным приоритетом.

Сегодня возобновляемые источники не могут заместить всю генерацию, работающую на углеводородном сырье. В частности, это относится к ТЭС Белорусской энергосистемы, которые вырабатывают не только электрическую, но и тепловую энергию, обеспечивая работу централизованной системы отопления.

По мнению С.Н. Гребеня, для снижения антропогенного влияния на окружающую среду в Беларуси стоит делать акцент не столько на замещение энергоисточников на традиционных видах топлива установками ВИЭ, сколько на более широкое использование электротранспорта. Это подкрепляется данными о том, что доля транспорта в объеме выбросов CO₂ сегодня сопоставима с вкладом энергетики: в 2016 году эти доли составили 43,3 % и 51,7 % соответственно. При этом с 1990 по 2017 год выбросы загрязняющих веществ энергоснабжающими организациями сократились на 45 %, а к 2021 году этот показатель составит уже 63 %. Поэтому важнейшая задача, стоящая перед белорусской энергетикой, – гармонично сбалансировать развитие генерирующих мощностей, включая основанные на углеводородном сырье, использующие ВИЭ и ядерные технологии.

Особое внимание в ходе дискуссии было уделено такой составляющей «зеленого квадрата», как атом. По оценкам экспертов Международного энергетического агентства, для достижения целей Парижского соглашения в глобальном масштабе необходимо подключать минимум 20 ГВт новых ядерных мощностей в год. Большинство участников дискуссии сошлись во мнении, что атомная энергетика станет гарантом устойчивого развития страны. БелАЭС будет вырабатывать порядка 40 % электроэнергии, позволит ежегодно экономить 5 млрд м³ газа и снизить парниковые выбросы на 10 млн т в год. Ввод атомной станции также даст толчок развитию новых технологий, прежде всего технологий накопления энергии.

Дарья Лемехова

На повестке дня – новый сезон добычи торфа

27 марта на базе филиала ПУ «Витебскторф» под председательством генерального директора ГПО «Белтопгаз» Л.И. Рудинского состоялось выездное заседание Совета ГПО «Белтопгаз», посвященное анализу готовности организаций торфяной промышленности к сезону добычи торфа 2019 года.

В ходе заседания также обсуждались ожидаемые итоги финансово-хозяйственной и производственной деятельности в I квартале текущего года и мероприятия отраслевой программы развития организаций торфяной промышленности,

запланированные на год. Особое внимание было уделено вопросам сбыта торфопродукции.

Среди основных целей и задач торфяной промышленности республики на 2019 год названы обеспечение предприятий отрасли сырьем, отвод и строительство новых площадей добычи торфа. При этом подчеркивалась сжатость сроков реализации поставленных задач и необходимость рационального использования финансовых и трудовых ресурсов.



Межгосударственная противоаварийная тренировка диспетчеров Беларуси и Украины

Впервые состоялся межгосударственный тренинг диспетчеров Беларуси и Украины

27 марта впервые состоялась межгосударственная противоаварийная тренировка белорусских и украинских диспетчеров для отработки готовности к нештатным ситуациям. В тренинге приняли участие диспетчеры РУП «ОДУ», ГП «НЭК «Укрэнерго» и РДЦ Центрального региона. Благодаря согласованным действиям диспетчерского персонала двух стран удалось ликвидировать условную аварийную ситуацию, связанную с превышением максимально допустимых величин перетоков мощности в сечении Украина – Беларусь.

Высокий технический уровень мероприятия достигнут благодаря своевременному решению ряда технических задач. В частности, была подготовлена математическая модель тренажера «Финист», проведено дополнительное моделирование оборудования и элементов энергосистемы «Укрэнерго» по постановке исходного режима работы, специалистами РУП «ОДУ» разработаны графические формы отображения сети для украинского диспетчера.

Актуальным для представителей сторон стало обсуждение аспектов ведения режимов работы энергосистем в условиях изменяющейся структуры генерирующих мощностей.

На Лукомльской ГРЭС началась реконструкция системы теплоснабжения

На Лукомльской ГРЭС начались работы по реконструкции системы теплоснабжения с установкой двух паровых и двух электрических котлов. Проект реконструкции осуществляется в рамках комплекса мероприятий по интеграции Белорусской АЭС в Объединенную энергетическую систему республики.

В настоящее время на ЛГРЭС завершена подготовка к проведению реконструкции, заключены договоры на поставку

оборудования и выполнение строительно-монтажных работ, завершается мобилизация персонала подрядных организаций.

Поставка основного и вспомогательного оборудования уже началась: 31 марта прибыл силовой трансформатор из г. Екатеринбург. Основная часть оборудования будет поступать на ГРЭС до сентября 2019 года параллельно с проведением строительных работ.

Энергетики обменялись опытом по охране труда и предупреждению травматизма

В феврале–марте в организациях отрасли прошли семинары, главными темами которых стали профилактика травматизма и состояние охраны труда. С 28 февраля по 1 марта под эгидой Министерства энергетики Республики Беларусь и ГПО «Белэнерго» в г. Минске проводился тематический семинар «Актуальные вопросы охраны труда. Средства индивидуальной защиты как инструмент снижения травматизма и сохранения здоровья работников. Соблюдение законодательства при проведении закупок средств индивидуальной защиты». 21–22 марта на базе филиала ПУ «Витебскторф» прошел республиканский семинар-учеба руководителей и специалистов по охране труда и пожарной безопасности организаций ГПО «Белтопгаз», осуществляющих добычу и переработку торфа.



Заместитель Министра энергетики В.А. Закревский и другие участники семинара по охране труда осматривают производственную базу ПУ «Витебскторф»

Заместитель Министра энергетики В.А. Закревский, принимавший участие в мероприятиях, акцентировал внимание на необходимости строгого соблюдения законодательства. Он отметил, что в последний год зафиксировано ухудшение состояния производственного травматизма в организациях Минэнерго. Заместитель Министра напомнил, что вся ответственность за соблюдение охраны труда лежит на руководителе предприятия и лишь четкая работа системы управления охраной труда позволит снизить травматизм.

29 марта на базе РУП «Могилевоблгаз» организован семинар по обмену опытом в области охраны труда с участием представителей ГПО «Белэнерго» и РУП-облэнерго. В ходе семинара рассмотрены актуальные вопросы охраны труда и пути решения задач в этой области, в частности обеспечение общественного контроля за состоянием охраны труда на рабочих местах и создание достойных условий труда для персонала.



Заседание круглого стола «Атомная энергетика – драйвер развития научного и образовательного кластера страны»

Развитие атомной отрасли в Беларуси стимулирует науку и образование

10 апреля в г. Минске состоялся круглый стол «Атомная энергетика – драйвер развития научного и образовательного кластера страны», организованный Министерством энергетики Республики Беларусь совместно с БГУИР. Партнером мероприятия выступила Госкорпорация «Росатом». В мероприятии приняли участие представители ведущих вузов, научно-исследовательских организаций и научно-производственных предприятий Беларуси, а также (в онлайн-формате) эксперты из России и Казахстана.

С приветственным словом к участникам круглого стола от имени Министерства энергетики обратился консультант Департамента по ядерной энергетике П. Бертош. Он отметил, что сегодня в Беларуси создается новая отрасль – ядерная энергетика. Как показывает опыт других стран, эксплуатирующих АЭС, формирование ядерной энергетики выводит страну на новый виток развития, притягивая к ней передовые научно-технические разработки и инновации извне. Также запускаются внутренние процессы для модернизации реального сектора экономики, повышения качества образования и подготовки специалистов как в энергетической, так и в других отраслях народного хозяйства.

В целях кадровой поддержки реализуемой в Беларуси ядерной энергетической программы с 2008 года вузами ведется подготовка студентов по новым для республики специальностям в области ядерной энергетики.

Учреждения образования активно развивают международное сотрудничество. Белорусские университеты являются партнерами сетевой образовательной платформы STAR-NET, организованной при поддержке МАГАТЭ для обеспечения доступа учебных заведений к самой актуальной современной информации и обмена опытом. Всего в программе задействовано 14 университетов, помимо Беларуси в ней участвуют Азербайджан, Армения, Казахстан, Польша, Россия и Украина.

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

Поздравляем!

Работникам отрасли вручены медали «За трудовые заслуги»

10 апреля по поручению Президента Республики Беларусь Премьер-министр Беларуси С.Н. Румас вручил медали «За трудовые заслуги» более чем 190 представителям различных сфер деятельности, в том числе 13 работникам отраслевых организаций. В церемонии награждения принял участие Министр энергетики В.М. Каранкевич.

За многолетний плодотворный труд, высокий профессионализм и образцовое выполнение своих обязанностей государственными наградами отмечены Владимир Адашкевич (ГПО «Белэнерго»), Витольд Вороно (ТБЗ «Сергеевичское»), Валентина Чехольская, Александр Гароховик, Виктор Кравчук (УП «МИНГАЗ»), Виктор Бычковский, Кристина Пашкевич, Александр Сойко (УП «Минскоблгаз»), Андрей Аксютин (Минские тепловые сети), Леонид Голобурдо (Минские кабельные сети), Михаил Божко (Молодечненские электросети), Николай Титовец (Борисовские электросети), Сергей Попов (Минские электросети).



Белорусская разработка заняла призовое место в конкурсе ИТ-проектов

Проект мультипрограммного комплекса «Техническое обслуживание и ремонт газорегуляторного оборудования», представленный командой РУП «Могилевоблгаз», вошел в число лучших ИТ-проектов России и стран СНГ по версии профессионального сообщества ИТ-директоров России Global CIO. По итогам конкурса «Проект Года 2018», организованного Global CIO при поддержке профессиональных ИТ-ассоциаций и ведущих профильных СМИ, проект занял второе место в номинации «Самостоятельная разработка».



Названы лучшие бригады по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования

Подведены итоги республиканского смотра-конкурса «Лучшая бригада по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования ГПО «Белтопгаз» 2019 года», который проходил на базе УП «МИНГАЗ» с 12 по 13 марта. Первое место заняла команда УП «Витебскоблгаз», второе – РПУП «Гомельоблгаз», третье – УП «Гроднооблгаз». Победителям профессиональных соревнований вручены награды и призы.



Премия Правительства Республики Беларусь присуждена СП ОАО «Брестгазоаппарат»

По итогам 2018 года СП ОАО «Брестгазоаппарат» стало лауреатом премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества. Это заслуженная награда за многолетний творческий труд всего коллектива предприятия, качество продукции которого широко известно за пределами Беларуси.

Сайт Могилевоблгаза стал обладателем интернет-премии «ТИБО-2019»

Официальный сайт РУП «Могилевоблгаз» занял первое место в номинации «Промышленность и ТЭК» по итогам конкурса лучших интернет-проектов страны «Интернет-премия «ТИБО-2019», который состоялся в рамках XXVI Международного форума по информационно-коммуникационным технологиям «ТИБО-2019» в г. Минске.

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Факты. Прогнозы. Аналитика

Сырьевой скачок

За первые три месяца 2019 года нефть эталонной марки Brent на глобальном рынке подорожала сразу на 28 % – до \$ 68 за баррель. Это рекордный рост цен за последние десять лет. Похожую динамику можно было наблюдать во втором квартале 2009 года на фоне завершения мирового финансового кризиса.

Главной причиной тенденции аналитики считают выполнение сделки ОПЕК+ государствами – экспортерами углеводородов. Для балансировки глобального рынка энергосырья страны – участницы соглашения с 1 января снижают добычу нефти на 1,2 млн барр./сут от уровня октября 2018 года. Участвующие в сделке государства ОПЕК должны снизить производство нефти на 812 тыс. барр., не входящие в картель страны – на 383 тыс. барр. Среди стран ОПЕК наиболее активно сокращает производство энергосырья Саудовская Аравия.

Удорожание нефти с начала года также связано с резким падением экспорта из Венесуэлы в связи с санкциями США. По данным американского Управления энергетической информации (EIA), уже в середине марта Вашингтон полностью прекратил закупки нефти у Каракаса. При этом, согласно статистике ОПЕК, общий объем производства нефти в Венесуэле с января по февраль снизился на 164 тыс. барр./сут.

Значительное снижение объемов добычи в России, Саудовской Аравии, Венесуэле и других странах, экспортирующих углеводороды, оказалось гораздо масштабнее, чем рост производства нефти в США. Аналитики уверены, что в ближайшие месяцы нефть продолжит дорожать на глобальном рынке.

Согласно оценке экспертов, успешное завершение торговых переговоров между США и Китаем, а также рост спроса на бензин во время автомобильного сезона весной и летом могут дополнительно подтолкнуть мировые цены на нефть. Основным препятствием для позитивной динамики котировок может стать замедление мировой экономики. Вместе с тем на сегодняшний день глобальный рынок энергосырья сбалансирован, до конца года цены будут оставаться в диапазоне \$ 62–70 за баррель.

«Северный поток – 2» будет достроен

Европарламент утвердил проект поправок в Газовую директиву, с помощью которых Евросоюз планирует расширить контроль над морскими газопроводами, в том числе ограничить мощность «Северного потока – 2». 15 апреля документ был одобрен Советом стран ЕС.

Документ распространяет энергетические нормы Евросоюза на морские газопроводы в государствах ЕС, идущие из третьих стран за пределами альянса. Среди таких правил значится «анбандлинг» (запрет для компании, добывающей газ, одновременно владеть газопроводом), а также обязательность доступа третьих сторон к 50 % мощности газовой магистрали, недискриминационные тарифы и прозрачность.

Ранее Германия добилась смягчения поправок к Газовой директиве, согласно которым решение о выведении газопровода из-под действия заявленных норм принимает государство, на чьей территории магистраль входит в ЕС. В случае «Северного потока – 2» речь идет о самой Германии.

Примечательно, что накануне публикации решения ЕП о Газовой директиве США вновь заявили о негативном отношении к «Северному потоку – 2».



Антимонопольное право ЕС достаточно молодо, его можно по-разному трактовать, считает ведущий эксперт Фонда национальной энергетической безопасности и Финансового университета Станислав Митрахович. По его предположению, для соблюдения норм может быть создана еще одна структура, которая будет осуществлять поставки газа отдельно от «Газпрома». Это даст возможность завершить проект и установить такое регулирование, которое позволит если не сразу, то в перспективе использовать газопровод на полную мощность.

Российские эксперты считают, что Газовая директива не создает проблем для завершения строительства магистрали в срок. Газопроводы, которые являются продолжением «Северного потока», всегда подпадали под действие европейского законодательства, в том числе Третьего энергетического пакета, однако компромисс до сих пор удавалось найти, поскольку других поставщиков газа не имелось.

Доля СПГ на мировом рынке может достичь 70 %

По мнению экспертов, доля сжиженного природного газа на мировом газовом рынке к 2040 году может увеличиться вдвое, достигнув отметки в 70 %. Сегодня этот показатель составляет 35 %, к 2035 году он вырастет до 50 %.

Согласно годовому отчету Международной ассоциации импортеров СПГ (GILGNL), по итогам 2018 года Россия опередила Соединенные Штаты по поставкам сжиженного природного газа в страны Европейского союза и Азии. Экспорт СПГ в Европу из России составил 4,43 млн т, из США – 2,7 млн т. При этом

крупнейшими поставщиками этого вида топлива на европейский рынок стали Катар (16,42 млн т), Алжир (9,29 млн т) и Нигерия (9,07 млн т). Экспорт российского СПГ в Азию оценивается в 12,86 млн т, американского – в 10,73 млн т. Лидируют на азиатском рынке Австралия (66,54 млн т), Катар (56,78 млн т) и Малайзия (24,66 млн т).

Показатели российского экспорта в 2018 году связаны прежде всего с поставками с завода «Ямал СПГ». Прогнозируется, что роль и объем российских поставок на мировые рынки будут расти в связи с реализацией проектов «Арктик СПГ» и «Арктик СПГ – 2», «Балтийский СПГ» и введением дополнительных мощностей на Сахалине.

Интерес к американскому СПГ, которому сложно конкурировать с российским трубопроводным газом, остается весьма умеренным. Еврокомиссия прогнозирует, что поставки из США в Европу к 2023 году могут вырасти только до 8 млрд м³, что составляет всего около 1,6 % от общего объема потребления газа в ЕС. Для сравнения, доля поставок «Газпрома» в Европу в 2018 году составила 37 %.

Предполагается также, что в текущем году из 119 млрд м³ СПГ-мощностей США на экспорт в ЕС придется только около 7 %. Это меньше, чем в 2018 году: тогда на ЕС от поставок СПГ из США пришлось 11 %.

По мнению экспертов, импортная ниша на рынке Европы может составить до 40 млрд м³ к 2023 году. В Еврокомиссии считают, что растущие потребности Европы в газе в основном покроют «Газпром» и «Новатэк». При этом российский СПГ, поставляемый в Европу компанией «Новатэк», может быть дешевле американского, так как компания собирается снизить себестоимость добычи и сжижения газа за счет локализации производства оборудования и новых технологий.

Электротранспорт поставил под угрозу спрос на нефть

По прогнозу экспертов, до конца текущего года спрос на дизельное топливо упадет на 270 тыс. барр./сут. С мирового рынка энергоресурсов это топливо постепенно вытесняют электробусы, которые во многих странах получили широкое распространение. Большинство их сосредоточено сегодня в КНР. По уровню электрификации автобусного парка эта страна является лидером, что связано со стремлением сократить выбросы в атмосферу загрязняющих веществ – по их объемам Китай также опережает все страны мира.

Влияние электротранспорта пока не очень существенно, однако в перспективе он действительно способен выступить в качестве причины значительного падения спроса на черное золото. Ведь каждая тысяча электробусов способна вытеснить с рынка не менее 500 барр. дизеля в сутки.

Оценки экспертов свидетельствуют о том, что воздействие рынка электромобилей и электробусов на глобальный нефтяной рынок будет демонстрировать в перспективе только рост. До 2040 года электрокарам удастся вытеснить до 6,4 млн барр. ежедневного спроса на сырую нефть. Еще на 7,5 млн барр. его уменьшит повышение эффективности применения топлива.

Установлен новый рекорд эффективности прозрачных солнечных батарей

Компанией Ubiquitous Energy, которая является лидером в области разработки прозрачных солнечных энергетиче-

ских систем, зарегистрирована рекордная эффективность преобразования света в устройстве – 9,8 %. Батарея, созданная специалистами компании на основе технологии ClearView Power, имеет видимую прозрачность 38,3 %, что повышает эффективность устройства (коэффициент использования света) до 3,75. Это максимальный на сегодня комбинированный КПД для прозрачных солнечных батарей. Так как прозрачность архитектурных окон находится в пределах 30–80 %, это делает новые батареи идеально пригодными для использования в качестве покрытия оконных стекол.

Проект входит в научно-исследовательскую программу компании по созданию новых версий ClearView Power. Инновационная батарея уже сертифицирована и находится на стадии разработки состава. Эффективность лабораторного прототипа была зафиксирована третьей стороной – организацией Newport Corporation.



Прогресса в области солнечных технологий добились и специалисты норвежского Фонда научных и промышленных исследований (SINTEF). Ученые дополнили фотоэлектрическую панель блоком охлаждения. В ясный день поверхность устройства нагревается до 60 °С, что снижает его эффективность с 16 % до 12 %. Эту проблему решает встроенная трубная система, одновременно позволяющая хранить и использовать тепло.

Конструкция была разработана Университетом Брунеля и компанией Flint Engineering. Солнечные батареи поставляются французской Apollo Solar, а SINTEF создает систему объединения элементов. Блочная структура будет тестироваться на площадке фонда в Тронхейме.

Польша планирует построить плавучий терминал СПГ

Правительство Польши приняло решение построить плавучий СПГ-терминал под Гданьском. На сегодняшний день страна располагает терминалом СПГ на территории портового города Свиноуйсьце на Балтике. Сейчас его активно расширяют. По плану ежегодная мощность терминала должна достичь 7,5 млрд м³ сжиженного природного газа.

Прогнозируется, что потребности страны в природном газе по итогам года составят порядка 18 млрд м³, а спрос на этот энергоресурс в 2023–2024 годах достигнет 21–22 млрд м³.

За последние несколько лет власти Польской Республики заключили ряд долгосрочных соглашений, предусматривающих поставки СПГ из Соединенных Штатов. Не так давно Польша подписала с компанией Cheniere Marketing International контракт сроком на 24 года, по которому в 2019–2022 годах в страну будут ежегодно поставлять до 0,52 млн т СПГ (около 0,7 млрд м³ после регазификации), а в 2023–2042 годах – по 1,45 млн т (1,95 млрд м³ после регазификации). Контрактом с американской структурой Venture Global LNG предусмотрены поставки СПГ польской стороне в объеме 2 млн т (2,7 млрд м³ после регазификации) на протяжении ближайших 20 лет.

Китай построит первую плавучую АЭС

Китай запланировал на текущий год строительство первой для них плавучей атомной электростанции. Специалисты утверждают, что океаническая платформа с энергоблоками будет достаточно компактной и сейсмостойчивой.

Плавучую АЭС намерены разместить в восточной части республики, на побережье провинции Шаньдун. Станция предназначена для обеспечения энергией территорий, где находятся шельфовые месторождения нефти и газа, а также отдаленных островов.

Общую стоимость проекта китайские эксперты оценили на уровне 14 млрд юаней (около \$ 2 млрд). Запуск первой плавучей АЭС намечен на 2021 год.

Данные Всемирной ядерной ассоциации свидетельствуют о том, что в Китае сегодня эксплуатируется порядка 45 реакторов, еще 15 находятся на стадии строительства. Суммарная мощность китайских атомных генерирующих установок составляет 41,7 ГВт. Государственным планом развития предусмотрено, что к 2020 году этот показатель достигнет 58 ГВт.

В Нидерландах впервые зафиксирован дефицит в торговле природным газом

Нидерланды являются самым крупным производителем природного газа в Евросоюзе и ключевым центром торговли и транспортировки этого энергоресурса в Европе. По сообщению Центрального статистического бюро Нидерландов (CBS), в минувшем году в стране зафиксирован дефицит в торговле природным газом: при экспорте, в денежном выражении равном € 9,8 млрд, импорт вырос до € 12 млрд – на 43 % в сравнении с предыдущим годом. Отрицательное сальдо составило € 2,1 млрд. Это первый в истории страны установленный случай торгового дефицита в газовой сфере.

Голландия впервые оказалась в числе нетто-импортеров природного газа и в стоимостном выражении. Ее собственная добыча на крупнейшем и старейшем в ЕС газовом месторождении Groningen только за последние 7 лет снизилась в два раза. Голландские власти планируют полностью свернуть газодобычу на этом месторождении к концу 2030 года.

По информации нидерландской сбытовой компании GasTerra, обладающей эксклюзивными правами на продажу groningenского газа, экспорт голубого топлива из Нидерландов упал в минувшем году на 1,1 млрд м³ – до 55,5 млрд м³. При этом закупки природного газа за границей практически достигли отметки в 56 млрд м³, а 7 % импортного газа составил СПГ.

Швеция расширяет поддержку возобновляемой энергетики в Африке

Шведское агентство международного развития (SIDA) находится на полпути к реализации пятилетней программы обеспечения Замбии автономными системами солнечной энергии. В этой африканской стране 70 % населения не имеет доступа к функциональной электросети. Из-за этого многие оснащают дома дизельными генераторами, пользуются свечами или масляными лампами, отравляющими воздух в помещениях.

SIDA планирует расширить инициативу по внедрению солнечной энергетики на Буркина-Фасо, Либерию и Мозамбик. Программа, фонд которой в следующие пять лет пополнится на \$ 50 млн, позволит африканцам покупать небольшие солнечные системы в рассрочку с ежемесячными выплатами. В большинстве случаев стоимость полученной с их применением энергии будет меньше, чем с использованием дизельного топлива или керосина.

SIDA обеспечивает основную поддержку программе Beyond the Grid в Африке. В Замбии эта пилотная инициатива уже обеспечила автономной солнечной энергией 450 тыс. человек. По завершении программы в 2021 году около 1,6 млн граждан впервые получат доступ к электричеству.

Ученые оценили потенциал технологии превращения излишков энергии в газ

Экономисты установили, что производство водорода с помощью ветровой энергии может уже сегодня стать коммерчески выгодным процессом. В проекте участвовали специалисты Технического университета Мюнхена (TUM), Мангеймского и Стэнфордского университетов.

До недавнего времени считалось, что превращение излишков возобновляемой энергии в газ не может приносить прибыль. Основываясь на рыночных ситуациях в Германии и Техасе, исследователи описали, как гибкие производственные площадки могут сделать технологию ключевым элементом в преобразовании энергосистемы.

Сегодня водород в основном производится с помощью ископаемого топлива – природного газа или угля. В экологически дружелюбной энергосистеме он может стать важной формой хранения излишков мощностей солнечных или ветроустановок. Проанализировав потенциал методики производства водорода на основе возобновляемой энергии, ученые показали, что эта технология не только исключает вредные атмосферные выбросы, но и может приносить выгоду.

В Германии и Техасе такие установки уже способны производить водород с расходами, соответствующими расходам предприятий, использующих ископаемое топливо. Немецкое правительство, однако, установило тариф на генерирование электричества без подачи его в государственную сеть.

Экономисты предсказывают, что процесс станет конкурентоспособным в крупных масштабах к 2030 году. В частности, он сможет приносить прибыль при производстве аммиака и переработке нефти.

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

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

В условиях роста конкуренции на мировых рынках энергоресурсов развитие энергетической сферы республики во многом будет зависеть от успешности цифровой трансформации отрасли. Этот процесс коснется не только генерации энергии, но и ее передачи и распределения. Ключевыми эффектами цифровизации станут повышение эффективности производства энергии, снижение ее себестоимости, создание умных электросетей, дистанционное техническое обслуживание и др.



А.В. КАБАНОВ,
заместитель генерального
директора по информационным
технологиям РУП «ОДУ»

Цифровая трансформация экономики – очень модная сегодня тема, по которой считают своим долгом высказаться многие. Уже пройден этап дискуссий о том, что это такое – тенденция, которая пришла всерьез и надолго, либо очередные маркетинговые изыскания. Как бы мы ни называли процессы внедрения и использования информационных технологий на предприятиях – автоматизация, компьютеризация, информатизация, цифровизация, цифровая трансформация, – важен не ярлык, а цель, которая преследуется. Цель же во все времена была одна – эффективность бизнес-процессов, которая обеспечивает ускоренное развитие энергетической сферы. Предлагаю поразмышлять над одним из аспектов этого развития – цифровой трансформацией бизнес-процесса диспетчерского управления в Объединенной энергетической системе Беларуси (ОЭС).

Цифровизация энергетики как поэтапный процесс

Для электроэнергетики всегда была характерна высокая интенсивность внедрения инноваций на основе передовых технологий, и в этом уникальная специфика отрасли. Производство, передача и распределение энергии – все это происходит в реальном времени. Требования к управлению режимами работы энергосистемы очень жесткие, и время принятия решения – фактор критичный. Естественен и вывод: никаким другим путем, кроме как с применением инновационных решений, завязанных на информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ), поставленные задачи не решить.

Понятно, что при этом предполагается разумный подход к использованию новинок, без стремления к их внедрению ради самого процесса внедрения. Нужно учитывать, что энергетические производственно-технологические информационные системы строятся в расчете на очень длительный жизненный цикл, напрямую зависящий от жизненного цикла основного

оборудования. Это десятки лет. Такие сроки ограничивают перечень используемых при модернизации технологий только проверенными и устойчивыми в перспективе.

Выскажу крамольную мысль: цифровизация не является сверхновой приметой состояния энергетической отрасли, да и всех других отраслей. Для каждого исторического периода характерна своя цифровая трансформация – некая новая совокупность ИКТ, позволяющая создать качественный скачок в росте эффективности, производительности, качества, в том числе с малыми или большими изменениями в организации бизнес-процессов. Такими инновационными скачками энергетика развивается уже достаточно давно, не одно десятилетие.

Первая цифровая машина (речь идет, конечно же, об ЭВМ) появилась еще в 1969 году на Лукомльской ГРЭС. Там была внедрена система управления энергоблоком мощностью 300 МВт на базе информационно-вычислительной системы ИВ-500. В 1970 году в Белглавэнерго была запущена первая универсальная ЭВМ второго поколения БЭСМ-4, а через пару лет начали выполняться расчеты установившихся электрических режимов и токов короткого замыкания.

Дальше – больше. В 1974 году внедрена первая очередь АСУ, решающая ряд задач оперативно-диспетчерского и организационно-экономического управления, запущена ЭВМ ЕС-1020. Во второй половине 70-х появились более мощные ЭВМ третьего поколения, оперативно-информационный диспетчерский комплекс на базе мини-ЭВМ «Видеотон». К середине 80-х во всех районных энергетических управлениях (нынешние РУП-облэнерго) были внедрены свои АСУ, и в энергосистеме заработала многоуровневая интегрированная организационно-технологическая АСУ

Белглавэнерго, состоящая из автоматизированных систем организационно-экономического управления, диспетчерского и технологического управления, связи. И уже тогда активно проводился обмен информацией между уровнями управления с помощью телетайпов, абонентских пунктов и средств телемеханики.

Естественно, последние десятилетия не стали исключением. Они отмечены витком стремительного развития используемых на энергетических предприятиях процессорных архитектур и построенных на их основе вычислительных систем, объединенных отраслевой корпоративной сетью передачи данных. Правда, до таких революционных маркеров цифровой трансформации, как BigData, «облака», «интернет вещей» и уход бизнес-процессов целиком «в сеть» (это когда нет ни компании, ни офиса, а есть только человек за компьютером), дело в энергетике еще не дошло – все-таки специфика сказывается.

Информационные технологии в диспетчерском управлении

Диспетчерское управление – одна из предметных областей энергетики, которая, с одной стороны, традиционно консервативна в части применения решений по автоматизации, а с другой, не может обойтись без внедрения качественно новых информационных систем. В результате революционного развития технологий последнего десятилетия стало возможно реализовать концептуальную идею использования информационных моделей в автоматизированных системах диспетчерского управления (АСДУ).

История АСДУ в Белорусской энергосистеме насчитывает около 40 лет. Основой этих систем являются диспетчерские оперативно-информационные комплексы – ОИКи. Сейчас их принято называть SCADA-системами. Эволюция энергетики влечет расширение круга задач диспетчерского управления и рост их сложности. Сейчас решение этих задач обеспечивается не только SCADA, но и значительным числом самостоятельных программных комплексов, которые используются как диспетчерскими службами, так и другими структурными подразделениями, принимающими участие в диспетчерском управлении. В перечень функций этих программных комплексов входят оценка текущего состояния; планирование ремонтов; расчеты точек нормального разрыва, нормативов расхода электроэнергии на ее передачу по сетям, устоявшихся режимов; составление многоуровневых балансов электроэнергии в электрических сетях; паспортизация оборудования и т.п. Как правило, эти комплексы создавались в разное время и различными производителями, как отечественными, так и зарубежными. В каждом реализована своя уникальная архитектура, свой подход к созданию расчетной модели энергосистемы и своя таблица соответствия для определения связей со SCADA, если расчеты базируются на данных, поступающих из этой системы.

Для обеспечения работоспособности каждого комплекса требуется создание и поддержание в актуальном состоянии описаний топологии электрической сети и ее характеристик, то есть информационных моделей, различных по объему и сложности. В итоге в разных программных комплексах расчеты ведутся с разной точностью, что ставит под сомнение их правильность и, как следствие, порождает неоднозначность результатов итоговой аналитики.

Естественно, весь этот массив разнородного, плохо стыкуемого программного обеспечения (ПО) требует значительных человеческих и финансовых ресурсов на поддержание, развитие и интеграцию. Чего стоит одна только проблема поддержания единой нормативно-справочной базы. Совокупность всех этих факторов практически не позволяет связать работу нескольких программных комплексов в непрерывный технологический процесс обработки информации, избавленный от ручного труда и многократного дублирующего ввода данных.

Следует упомянуть и о возрастающем числе договоров поддержки, заключаемых с производителями ПО. Приходится также постоянно сталкиваться с тем, что различные информационные системы имеют разные жизненные циклы. По завершении срока технической поддержки одной из систем рано или поздно встает вопрос о ее замене на аналогичную либо на ПО другого поставщика, и процессы интеграции приходится начинать с самого начала.



Единая информационная модель как решение проблемы

Сложности, возникающие на пути цифровизации бизнес-процессов диспетчерского управления, проявились уже достаточно давно и не только в нашей стране. С целью их преодоления Международной электротехнической комиссией (МЭК) были предложены подходы по унификации и стандартизации взаимодействия отдельных элементов программных комплексов диспетчерского управления с их интеграцией в единые информационные системы. Речь идет о стандартах IEC 61968 и IEC 61970.

Основной идеей рекомендаций МЭК является создание общей для всех автоматизированных систем, решающих электроэнергетические задачи, информационной модели (так называемой CIM-модели – Common Information Model), описывающей все объекты энергосистемы и связи между ними, а также стандартизация доступа к этой модели со стороны программных приложений, разработанных различными производителями.

Реализация этой идеи предполагает использование типовых универсальных схем взаимодействия программных комплексов с информационным окружением, что радикальным образом облегчает их встраивание в технологический процесс управ-

ления энергосистемой. Появляется возможность упростить использование стандартизованных программных приложений от разных компаний-поставщиков и избежать зависимости от конкретного производителя.

Описанный выше комплекс проблем в полной мере относится и к системе диспетчерского управления Объединенной энергосистемой Республики Беларусь. Вряд ли целесообразно предлагать способы их решения, отличные от рекомендованных МЭК. Сделать это одновременно невозможно, но с чего-то нужно начать. С чего же?

Прежде всего, надо уяснить, что изобретать велосипед и строить что-то с нуля, когда в мире уже существуют реально работающие решения, бессмысленно. Достаточно взглянуть на опыт нашего ближайшего соседа и партнера по бизнес-процессу – Системного оператора Единой энергетической системы России (АО «СО ЕЭС»). В этой организации уже создана и работает трехуровневая система управления информационной моделью Единой энергетической системы. Модель выступает как централизованное хранилище всех описательных данных, а вокруг нее выстраиваются комплексы прикладных задач.

И бизнес-процесс, и линейки базового прикладного ПО в АСДУ ОЭС Беларуси и ЕЭС России во многом схожи. Для автоматизации основной диспетчерской функции, а именно ведения режима работы энергосистемы в реальном времени, в РУП «ОДУ» в настоящее время используется SCADA-система СК-2007. Это серийное ПО (серия СК), производимое российской компанией «Монитор Электрик». Применение именно этого ПО предусмотрено отраслевым стандартом АО «СО ЕЭС», оно внедрено во всех структурных подразделениях Системного оператора на всех уровнях диспетчерского управления, а также на предприятиях АО «Концерн Росэнергоатом», ПАО «ФСК ЕЭС», ОАО «Генерирующая компания». Аналогичное ПО в настоящее время используется в ЦДС РУП «Гомельэнерго», в 2019 году его планируется внедрить в ЦДС РУП «Витебскэнерго», РУП «Минскэнерго», РУП «Гродноэнерго» – то есть мы идем по пути типизации данного ПО, во всяком случае для верхнего и среднего уровней диспетчерского управления.

В перспективе реализация такого же, как в АО «СО ЕЭС», подхода позволит в рамках единого информационного пространства энергосистемы Беларуси создать на базе типовых SCADA-систем РУП-облэнерго и РУП «ОДУ» отказоустойчивую систему сбора и отображения телеметрической информации с возможностью взаимного резервирования как на уровне отдельных ОИК, так и на уровне получения потоков телеметрии. Это облегчит организацию полноценных дублирующих диспетчерских центров, обеспечивающих работоспособность системы диспетчерского управления в режимах чрезвычайных ситуаций, снизит эксплуатационные затраты за счет стандартизации ПО, типизации эксплуатационной поддержки и централизации заключения договоров на техническое сопровождение и развитие диспетчерских комплексов. Дополнительным преимуществом станет возможность создания единой системы подготовки диспетчерско-технологического и эксплуатационного персонала. Чем не цифровая трансформация бизнес-процесса?

Переход на платформу нового поколения

Теперь – о конкретных путях реализации предлагаемой идеи. Основная цель на ближайший период – создание и раз-

витие на уровне РУП «ОДУ» полномасштабной системы управления электроэнергетическими потоками ОЭС Беларуси. В мировом сообществе для систем такого класса используется обозначение EMS (Energy Management System). Если проводить аналогию, то системы типа EMS в области автоматизации бизнес-процессов диспетчерского управления позиционируются так же, как системы ERP или ИАСУ (интегрированные АСУ) – в автоматизации организационно-экономических процессов производственно-хозяйственной деятельности. Основными принципами построения таких систем являются всемерная интеграция данных в своей предметной области на основе общих моделей и сквозная автоматизация бизнес-процессов, а не их отдельных участков.

В целях развития АСДУ в Белорусской энергосистеме, а также обеспечения использования в процессе диспетчерского управления ПО, соответствующего идеологии и стандартам МЭК, предлагается в период с 2020 по 2024 год осуществить переход на использование новой комплексной программной платформы СК-11. В отличие от продуктов серии СК предыдущего поколения, в том числе СК-2007, используемой в РУП «ОДУ», это комплексная платформа автоматизации широкого спектра бизнес-процессов диспетчерского управления со сложной архитектурой и единой информационной моделью энергосистемы.

Платформа СК-11 является открытой и предназначена для свободной интеграции программных приложений различных производителей на базе стандартов МЭК. Приложения, решающие различные диспетчерские задачи, она объединяет в виде пакетов или отдельных модулей, включая самостоятельный модуль SCADA.

На этапе подготовки к переходу на новую платформу будут оценены объемы затрат, приобретен базовый набор компонентов платформы, позволяющий приступить к модернизации (доработке) уже существующей в РУП «ОДУ» информационной модели основной сети в формате CIM. Эта модель, пусть и не в полном объеме, была создана в рамках внедрения диспетчерского тренажера «Финист», и полноценно работает.

В рамках второго этапа предполагается интегрировать созданную платформу с используемым в РУП «ОДУ» диспетчерским комплексом СК-2007 и обеспечить загрузку платформы СК-11 реальными телеметрическими данными, которые будут использоваться расчетными задачами, уже интегрированными в состав платформы. После этого предполагается получить в рамках новой платформы решения задач оценки состояния и расчетов установившихся режимов.

На третьем этапе планируется приобретение необходимых лицензий и начало работы по переходу на новую SCADA из комплекта СК-11.

Предлагаемые нами идеология развития АСДУ и подходы к организации работы аналогичны используемым в СО ЕЭС. Наши коллеги в свое время тоже начали с создания единой модели на основе платформы СК-11. Сегодня Системный оператор работает на диспетчерских СК-2007, интегрированных с новой платформой, но уже активно планируют во всех диспетчерских центрах перейти на новый модуль SCADA из состава СК-11.

Учитывая, что системообразующая электрическая сеть Беларуси представляет собой значительно меньшую структуру по сравнению с российской, мы предполагаем начать переход на новую комплексную программную платформу с создания

одноуровневой системы управления единой информационной моделью ОЭС Беларуси. Хранение единой модели энергосистемы планируется в рамках платформы, созданной на уровне РУП «ОДУ». Расчетные программные комплексы, обеспечивающие потребности верхнего и среднего уровней диспетчерского управления в РУП «ОДУ» и РУП-облэнерго, смогут обращаться к ней по мере необходимости, используя интеграционные возможности корпоративной сети и самой платформы СК-11. Естественно, программные приложения, которые будут использовать единую модель, должны быть адаптированы для работы с ней, поэтому унаследованные приложения придется дорабатывать.

Работа предстоит очень сложная. Но следует сказать, что, невзирая на сложности, на всех этапах внедрения новой платформы планируется обеспечивать корректное функционирование оперативно-информационных комплексов всех уровней управления – как типа СК-2007, так и новых, из состава платформы СК-11.

Горизонты планирования

Переход на платформу нового поколения с созданием одноуровневой системы управления единой информационной моделью ОЭС Беларуси – это, так сказать, программа-минимум. Очевидно, что в основе предложенных подходов лежит желание

максимальным образом сосредоточить в одном месте, в рамках одной организации, все ресурсы, необходимые для создания новой платформы автоматизации бизнес-процессов диспетчерского управления, не «размазывая» их по энергосистеме и не растягивая сроки реализации идеи.

Пути дальнейшего развития одноуровневой системы управления моделью и превращения ее в многоуровневую пока не вполне ясны. Логичным продолжением внедрения платформы СК-11 с единой информационной моделью энергосистемы в РУП «ОДУ» было бы тиражирование аналогичной архитектуры на уровне РУП-облэнерго и ниже. Это позволило бы создать комплексные интегрированные системы, ориентированные на решение задач иного уровня, а именно – уровня управления распределительными сетями, с таким же функционалом и особенностями, как у Системного оператора ЕЭС России. Там каждый уровень диспетчерского управления отвечает за поддержание своего сегмента информационной модели электрической сети, обращаясь по мере необходимости к эталонной модели с целью синхронизации и внесения изменений.

Но пока о программе-максимум всерьез говорить не приходится. Сначала проект надо запустить и добиться его полноценной реализации. Только после этого горизонты планирования расширятся и перспективы дальнейшей цифровизации оперативно-диспетчерского управления энергосистемой станут более определенными.




ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА




ОСВЕЩЕНИЕ




АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ

WWW.CASPIANPOWER.AZ

29 МАЯ - 1 ИЮНЯ 2019
 БАКУ ЭКСПО ЦЕНТР
 БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН



9-Я КАСПИЙСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

**«ЭНЕРГЕТИКА
И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ
ЭНЕРГИЯ»**

#CaspianPower

 www.fb.com/CaspianPower



ОРГАНИЗАТОРЫ

ТЕЛ. : +994 12 4041000

E-MAIL : POWER@ITECA.AZ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА КОНДЕНСАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ПАРОВЫХ ТУРБИН

В рамках Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2020 года ученые России и Беларуси провели совместные исследования в области эффективности модификации поверхности теплообмена конденсационных установок паровых турбин с использованием поверхностно-активных веществ. Результаты исследований и опыт использования технологии позволяют говорить о высокой экономической эффективности данного способа. В настоящее время технология проходит адаптацию на ряде электростанций России и планируется к внедрению на энергетических объектах Беларуси.

Часть 1.

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

А.В. СЕДНИН,
к.т.н., доцент, заведующий
центром автоматизированных
систем управления в теплоэнергетике
и промышленности
филиала НИПИ БНТУ

А.В. ВОЛКОВ,
д.т.н., профессор ФГБОУ ВО
«Национальный исследовательский
университет «МЭИ»

А.В. РЫЖЕНКОВ,
д.т.н., директор НЦ «Износостойкость»
ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет «МЭИ»

М.В. ЛУКИН,
к.т.н., доцент, старший научный
сотрудник НЦ «Износостойкость»
ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет «МЭИ»

Несмотря на бурное развитие новых технологий прямого преобразования первичной энергии в электрическую, традиционные тепловые технологии будут использоваться еще долгие годы. Не стоит забывать и о том, что обычно при введении новаций замалчиваются негативные экономические и экологические аспекты развития нетрадиционной, в том числе возобновляемой, энергетики. В частности, это слабая плотность исходного энергетического потока и негативное влияние искусственно создаваемого разрыва в сложившейся природной цепочке преобразования энергии. В свете сказанного модернизация и повышение эффективности традиционных технологий остается актуальной проблемой.

В последние годы произошло значительное обновление энергетических мощностей Объединенной энергосистемы Республики Беларусь. Введен в эксплуатацию целый ряд парогазовых блоков. В то же время продолжают использоваться значительные мощности, работающие по паросиловой технологии. Рассмотрим один из возможных путей

повышения эффективности парогазовых и паросиловых блоков за счет модификации поверхности теплообмена конденсационных устройств паротурбинных установок (ПТУ).

Влияние конденсационных устройств ПТУ на надежность и экономичность ТЭС

Как известно, основные потери работоспособности энергии органического топлива происходят со стороны «горячего источника», поэтому термодинамический цикл ПТУ стремятся совершенствовать в первую очередь за счет повышения начальных параметров пара и перехода на комбинированные циклы. Но очевидно, что вариант повышения начальных параметров пара допустим исключительно для новых энергетических блоков. В то же время доминирующая часть тепловых потерь приходится на «холодный источник». Для того чтобы избежать этих потерь, в свое время был предложен теплофикационный цикл,

в котором теплота конденсации пара на хвосте турбины используется для нагрева теплоносителя систем централизованного теплоснабжения. Однако вследствие несбалансированности энергетических нагрузок – как во времени, так и по мощности – в балансе энергосистемы конденсационная выработка электрической энергии занимает значительную долю. Поэтому для действующих ПТУ снижение потерь со стороны «холодного источника» имеет большее практическое значение.

Достижение оптимальных параметров отработавшего в турбине пара обеспечивается работой низкопотенциального

комплекса (НПК) тепловой электростанции (ТЭС), в состав которого входит конденсационная установка. Эффективность работы оборудования НПК ТЭС существенно влияет на экономичность работы ПТУ. Мощность конденсатора в значительной мере определяется термическим сопротивлением перехода теплоты от отработавшего пара в окружающую среду. Любое уменьшение этого сопротивления приводит к снижению параметров пара на хвосте паровой турбины, что создает положительный эффект в виде увеличения мощности и снижения удельного расхода теплоты на выработку механической (электрической) энергии. Что касается непосредственно конденсатора паровой турбины, то увеличение давления в нем на 1 кПа приводит к снижению мощности турбоустановок высокого давления в конденсационном режиме на 0,8–1,5 %, турбоустановок низкого и среднего давления – на 1,5–2 % [1]. И хотя эффект от оптимизации работы НПК более важен для конденсационных блоков, значим он и для теплофикационных блоков, особенно при их работе на переменных режимах.

Конденсационные устройства ПТУ в значительной мере определяют надежную и экономичную работу ТЭС. Нарушения в работе конденсаторов приводят к вынужденному снижению электрической мощности энергоблока и его надежности, а также к существенной недопроизводке электроэнергии. Напомним, что абсорбция воздуха конденсатом снижается при повышении вакуума в конденсаторе. Следовательно, работа конденсатора оказывает влияние на водно-химический режим конденсатопитательного тракта.

На практике зависимость располагаемой мощности тепловой электростанции от эффективности работы НПК и параметров атмосферного воздуха в конечном виде определяется состоянием системы технического водоснабжения и гидроохладителей, а также организацией переноса теплоты от конденсируемого пара в воздушную атмосферу. В связи с этим имеют место физические (метеорологические) ограничения установленной мощности энергоустановки. Они обусловлены повышением температуры охлаждающей воды в летний период, которое, в свою очередь, зависит от температуры окружающего воздуха и эффективности процессов переноса теплоты сначала от конден-

сируемого пара к циркуляционной воде, а затем в градирнях от циркуляционной воды к окружающему воздуху. Отметим, что вопросам интенсификации теплообмена в градирнях посвящено большое количество исследований.

Кроме того, принимая во внимание сложность НПК и взаимозависимость

многих процессов при конденсации пара приведет к снижению величины температуры конденсации и, следовательно, давления в конденсаторе. Результатом станет повышение энергоэффективности работы энергоблока в целом (рис. 1).

Представленная на рисунке 1 диаграмма позволяет сделать вывод, что пло-

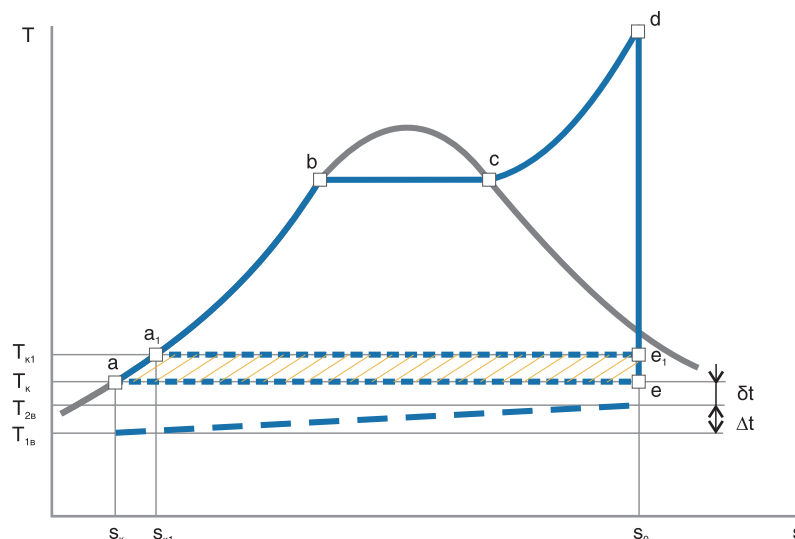


Рис. 1. Сопоставление идеальных тепловых циклов ПТУ с разными давлениями пара в конденсаторе: s – энтропия; T – температура; Δt и δt – перепад температуры

его элементов, необходимо учитывать, что изменение давления пара в конденсаторе p_k влияет не только на мощность турбины, но и на перераспределение потоков энергии в этих элементах. Так, изменение p_k приведет к изменению: мощности электроприводов циркуляционных и конденсатных насосов; расхода пара, воды или электроэнергии на привод воздухоудаляющих устройств; расхода пара в ПНД-1 вследствие изменения температуры конденсата t_k . В результате изменится мощность между последним отбором и выхлопным патрубком.

Основные аспекты теплопереноса в конденсационных установках

Рассмотрим более подробно процессы теплопереноса при конденсации пара в конденсационных установках. Согласно существующим нормативам допустимое давление пара в конденсаторе по условиям нормальной работы последней ступени ЦНД, установленное заводом-изготовителем, как правило, не должно превышать 12 кПа. Как отмечалось выше, интенсификация теплооб-

щади фигуры $abcdea$ (полезная работа цикла), относящейся к циклу с меньшим давлением отработавшего в турбине пара, больше площади фигуры $a_1bcde_1a_1$, на площадь заштрихованной фигуры aa_1e_1ea .

В таблице в качестве примера представлены данные о том, как влияет изменение давления пара за турбиной при неизменных параметрах свежего пара на мощность турбин различных марок и экономичность ПТУ. Как показывают эти данные, при изменении давления за турбиной на 1 кПа экономичность ПТУ ТЭС изменяется примерно на 1 %.

За основной показатель эффективности работы конденсатора обычно принимают давление пара p_k в его переходном (входном) патрубке или производные этого параметра – разрежение, или вакуум V , то есть разность между барометрическим давлением B и давлением пара в конденсаторе, а также вакуум, выраженный в процентах барометрического давления. Исследования Всероссийского теплотехнического института [2] показали, что эффективность работы конденсационной установки практически не зависит от барометрического давления, и поэтому значение p_k харак-

теризует эффективность работы конденсатора (конденсационной установки в целом) и условия работы паровой турбины в части ее противодействия. В свою очередь, величина p_k однозначно определяется температурой насыщения t_n , соответствующей этому давлению.

Величину t_n , при которой происходит конденсация водяного пара в конденсаторе, можно представить в виде зависимости

$$t_n = t_{1цв} + \Delta t + \delta t,$$

где Δt – приращение температуры циркуляционной воды при ее нагреве в конденсаторе, $\Delta t = t_{2цв} - t_{1цв}$, где $t_{1цв}$, $t_{2цв}$ – температура циркуляционной воды соответственно на входе в конденсатор и выходе из него; δt – «недогрев» циркуляционной воды до температуры насыщения, $\delta t = t_n - t_{2цв}$.

Приведенная зависимость является основополагающей для анализа эффективности работы конденсатора и всей конденсационной установки как на номинальном, так и на переменном режиме работы турбины (турбоустановки). Отметим, что температура циркуляционной воды на выходе из конденсатора $t_{2цв}$, а следовательно, и приращение температуры циркуляционной воды Δt , определяется тепловой нагрузкой конденсатора и расходом циркуляционной воды (изменением теплоемкости в зависимости от температуры можно пренебречь). А разность температур δt формируется за счет термических сопротивлений циркуляционной воды, стенки трубок трубного пучка и конденсирующегося пара.

Таким образом, приращение температуры циркуляционной воды определяется исходя из температурного баланса, а величина ее «недогрева» до температуры насыщения может быть рассчитана при совместном решении уравнения теплопередачи и уравнения теплового баланса. Для этого необходимо знать коэффициент теплопередачи, однако определение его истинного значения является достаточно сложной задачей. Следовательно, величина «недогрева» охлаждающей воды в конденсаторе δt до температуры насыщения t_n зависит от удельной паровой нагрузки конденсатора, чистоты его поверхности теплообмена, воздушной плотности, температуры и скорости охлаждающей воды, материала трубок и ряда других факторов. В то же время любые мероприятия, направленные на увеличение коэффициента теплопередачи и интенсификации теплообмена в конденсаторе, однозначно приводят к снижению «недогрева» и повышению эффективности ПТУ.

Для любой паровой турбины при постоянном расходе пара в конденсатор G_n и неизменных параметрах свежего пара p_0 , t_0 можно построить зависимость изменения мощности турбины от давления пара в конденсаторе p_k :

$$\Delta N = f(p_k), G_n = \text{const}, \\ p_0 = \text{const}, t_0 = \text{const}.$$

Такие зависимости, полученные на основе расчетных данных, включаются в типовые энергетические характеристики по результатам испытаний и обоб-

щения опыта эксплуатации больших групп однотипных турбин. На рисунке 2 по данным [4] в качестве примера представлены графики этих зависимостей для ряда паровых турбин.

Для режимов с докритической скоростью истечения пара из рабочей решетки последней ступени существует пропорциональная зависимость между приращениями теплоперепада и мощности (область, ограниченная линиями I-I и II-II). При сверхкритических скоростях истечения пара из рабочей решетки последней ступени изменение давления в конденсаторе не сказывается на параметрах пара перед ступенью. Поэтому мощность всех ступеней турбины, кроме последней, останется постоянной, а мощность самой турбины будет изменяться только за счет изменения окружной составляющей скорости выхода пара из рабочей решетки последней ступени.

Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор $t_{1цв}$ зависит от географического расположения электростанции, времени года и системы водоснабжения. Во многих публикациях последних лет, посвященных вопросу водоснабжения электрических станций [2, 3], показано, что практически на всех электростанциях неудовлетворительная работа системы оборотного охлаждения (СОО) с градирнями обуславливается плохим качеством циркулирующей воды.

Основные проблемы, которые возникают при работе СОО, – биологическое обрастание, образование минеральных отложений, а также повышенная температура охлаждающей воды. На практике

Таблица. Изменение мощности турбин и экономичности ПТУ при изменении давления отработавшего пара на ± 1 кПа [1]

Марка турбины	Номинальная мощность турбины, МВт	Изменение мощности турбины, МВт	Изменение экономичности ПТУ, %
К-50-90 ЛМЗ	50	0,45	0,90
К-100-90 ЛМЗ	100	0,90	0,90
Т-110/120-130 ТМЗ	120*	1,25	0,73*
К-200-130 ЛМЗ	200	1,90	0,95
Т-250-300-240 ТМЗ	300*	1,83	0,70*
К-300-240-ЛМЗ	300	2,76	0,92
К-300-240-ХТЗ	300	3,34	1,11
К-500-240-ХТЗ	500	3,88	0,78
К-750-65/3000 ХТЗ	750	8,91	1,19
К-800-240 ЛМЗ	800	4,94	0,62
К-500-65/3000 ХТЗ	500	8,00	1,60
К-220-44 ХТЗ	220	4,06	1,85
К-1000-60/1500-1 ХТЗ (3 ЦНД)	1000	12,75	1,28

* На конденсационном режиме работы

применяют ряд способов предотвращения обрастания и образования отложений, в том числе системы шариковой очистки, химические методы подготовки воды (подкисление, хлорирование, фосфатирование, обогащение двуокисью углерода и др.), гидравлические и механические методы, магнитную обработку и т.д. Но даже если будут решены все вопросы очистки поверхности теплообмена циркуляционной воды, со стороны поверхности, на которой конденсируется пар, будет по-прежнему возникать дополнительное термическое сопротивление, оказываемое непосредственно самой пленкой конденсата.

Заключение

Проблема интенсификации теплообменных процессов в конденсаторах современных паровых турбин является одной из наиболее актуальных, так как высокие значения коэффициента теплопередачи позволяют даже в условиях нерасчетных режимов эксплуатации обеспечить, с одной стороны, достаточно высокий КПД за счет поддержания необходимого уровня вакуума в паровом пространстве конденсатора, а с другой – создает условия для более глубокой деаэрации конденсата, что минимизирует

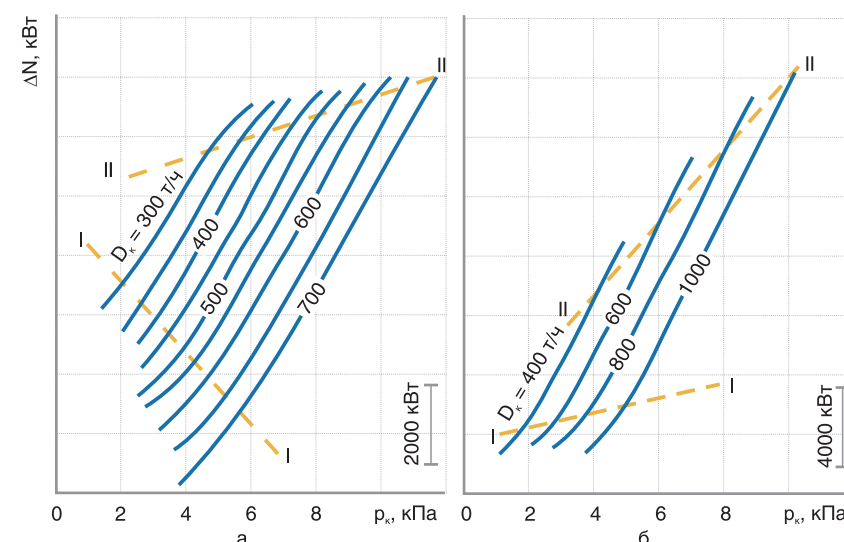


Рис. 2. Поправки к мощности турбин на отклонение давления пара в конденсаторе (I-I-II-II – зона линейной зависимости): а – турбина К-300-240 ХТЗ, б – турбина К-500-240 ХТЗ [2]

коррозионные процессы в конденсатопитательном тракте.

Список литературы

1. Методические указания по эксплуатации конденсационных установок паровых турбин электростанций: РД 34.30.501 (МУ 34-70-122-85).
2. Бродов, Ю.М. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов, К.Э. Аронсон,

А.Ю. Рябчиков, М.А. Ниренштейн; под общ. ред. Ю.М. Бродова. – М.: Издат. дом МЭИ, 2008. – 479 с.

3. Галустов, В.С. Энергетическая эффективность водооборотных систем и градиент / В.С. Галустов // Труды Академ-энерго. – 2010. – № 2. – С. 104–112.
4. Попов, И.А. Промышленное применение интенсификации теплообмена – современное состояние проблемы (обзор) / И.А. Попов, Ю.Ф. Гортышов, В.В. Олимпиев // Теплоэнергетика. – 2012. – № 1. – С. 3–14.

В рамках
международного
выставочного
проекта

БЕЛОРУССКИЙ
ПРОМЫШЛЕННО-
ИНВЕСТИЦИОННЫЙ
ФОРУМ

BELPROMFORUM.BY

22-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ТЕХИННОПРОМ

ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

17-20 СЕНТЯБРЯ 2019

ФУТБОЛЬНЫЙ МАНЕЖ
Минск, пр. Победителей, 20/2

- Промышленное оборудование, технологии и продукция
- Индустрия 4.0 – цифровая трансформация промышленности
- Энергетика в промышленности, энергосбережение, экология

ЭКСПОФОРУМ
выставочное предприятие

+375 17 314 34 35
@ pva@expoforum.by

ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНО-СТЕРЖНЕВОЙ ФАРФОРОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Надежность высоковольтных разъединителей в значительной степени определяется механическим состоянием опорно-стержневых изоляторов. Стоимость таких изоляторов составляет относительно небольшую долю в общей стоимости электроустановки, но выход из строя хотя бы одного из них приводит к отключению всей линии электропередачи или энергоблока.



В.В. ЦЕЛИКОВ,
инженер участка испытаний
и диагностики УИД ЭТЦ
филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»

Отраслевой программой развития электроэнергетики на 2016–2020 годы в связи с предстоящим вводом БелАЭС предусматривается увеличение объемов электропотребления за счет использования электроэнергии для производства тепловой энергии и стимулирования ее применения населением для отопления и горячего водоснабжения. В связи с этим значительно повышаются требования к надежности электросетей, так как перерыв электроснабжения в условиях низких температур приведет к потере источника тепловой энергии, что недопустимо. Поэтому актуальнейшей задачей является повышение надежности работы электрических сетей, в том числе и за счет снижения повреждаемости их отдельных элементов. К таким элементам, в частности, относятся высоковольтные разъединители.

Состояние вопроса

Как показывает опыт эксплуатации разъединителей, важнейшей частью, влияющей на надежность их работы, являются опорно-стержневые изоляторы (ОСИ). ОСИ – наиболее распространенные и наиболее уязвимые в электрическом и механическом отношении элементы изоляции распределительных устройств. Они повсеместно используются в шинных опорах, опорных и поворотных колонках разъединителей, шиннопроводах и токопроводах.

Механическая повреждаемость ОСИ до настоящего времени остается в электроэнергетике проблемой отраслевого масштаба. Согласно наблюдениям, примерно 80 % всех отказов разъединителей 110–220 кВ происходит из-за повреждения изоляторов, причем наиболее часто – в 43 % случаев – механические повреждения ОСИ наблюдаются в весенние месяцы из-за суточных колебаний температуры воздуха с переходом ее через 0 °С.

Следует отметить, что у существенной части эксплуатируемых разъединителей выпуска 1990-х – начала 2000-х годов ОСИ выполнены из фарфора довольно низкого качества. Это также подтверждается практикой эксплуатации и диагностических обследований ОСИ разъединителей: в 70 % случаев основной причиной их разрушения является плохое качество изготовления, обусловленное нарушением основных технологических режимов производства фарфора.

Поломки ОСИ приводят к отключениям потребителей и несчастным случаям. Анализ нарушений в работе электрооборудования за период с 2013 по 2017 год показал, что число отказов на ОРУ подстанций и электростанций Белорусской энергосистемы из-за излома ОСИ разъединителей и перекрышек электроаппаратов не снижается и составляет порядка 12–15 в год. При этом темпы замены и внедрения модернизированных ОСИ не внушают оптимизма.

Пути решения

Как показывает опыт, эффективным способом предупреждения аварий вследствие поломок ОСИ является контроль их состояния в условиях эксплуатации, постоянное выявление их внешних и внутренних дефектов. Такой подход соответствует требованиям циркуляров ГПО «Белэнерго» от 22 марта

2006 года № Ц-01-2006 (Э) «О предупреждении поломок опорно-стержневых изоляторов разъединителей 35–220 кВ» и от 27 апреля 2015 года № Ц01-2015 (Э) «О дополнительных мерах по предупреждению повреждений изоляторов выключателей ВМТ», а также информационного письма ГПО «Белэнерго» от 12 июня 2015 года № ИП-01-2015 «О проведении дополнительного контроля опорно-стержневой изоляции разъединителей».

Комплексное обследование опорно-стержневых изоляторов и покрышек электроаппаратов (воздушных и маломасляных выключателей, маслонаполненных трансформаторов тока и напряжения) в республике осуществляется с 1995 года. За это время специалисты филиала «Инженерный центр» ОАО «БЭРН» обследовали более 70 %, или 9 тыс. единиц, покрышек и воздушных выключателей 220 и 330 кВ на подстанциях Белорусской энергосистемы.

При комплексном обследовании опорно-стержневых изоляторов используются современные методы:

- визуальный контроль (ВК) с применением цифровых фото- и видеокамер, позволяющих фиксировать результаты осмотра для последующего анализа текущего состояния оборудования;
- инфракрасный контроль с помощью тепловизора (ИФК);
- ультразвуковой неразрушающий контроль (УЗНК).

Применение методов ультразвукового неразрушающего и инфракрасного контроля регламентируется следующими документами:

- ГОСТ Р 52034-2003 «Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000 В»;
- ГОСТ 14782 «Контроль неразрушающий. Методы ультразвуковые»;
- Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю опорно-стержневых изоляторов и покрышек воздушных и маломасляных выключателей при помощи ультразвукового дефектоскопа и специализированных ПЭП;
- Методические указания по контролю механического состояния фарфоровых опорно-стержневых изоляторов разъединителей 110 кВ и выше и фарфоровых покрышек высоковольтных воздушных и масляных выключателей в условиях эксплуатации;
- методика проведения контроля ООО «ЦИВОМ» «Ультразвуковой неразрушающий контроль высоковольтных изоляторов на монтаже, в эксплуатации и у изготовителя»;
- стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 33243.20.366-16 «Нормы и объем испытаний электрооборудования Белорусской энергосистемы»;
- стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.45.514-06 «Методика инфракрасного контроля электрических машин, силовых трансформаторов, реакторов».

Рассмотрим более подробно возможности каждого из вышеперечисленных методов.

Возможности методов обследования ОСИ

Визуальный контроль позволяет при внешнем осмотре (в том числе под напряжением – с использованием бинокля, фото- или видеокамеры) выявить около половины наружных трещин ОСИ. Эффективность метода может быть повышена за счет усиления контроля состояния изоляторов, включенных в группу риска по результатам обследования другими методами, а также с учетом статистики отказов.

Осмотр изоляторов группы риска с целью выявления малозаметных трещин необходимо производить как можно чаще и с особой тщательностью. При этом повышенное внимание следует уделять изоляторам, статистика отказов которых является неблагоприятной.



Инфракрасный контроль дает возможность выявлять на работающем оборудовании дефекты изоляторов в начальной стадии и отслеживать процесс развития дефекта в ходе эксплуатации. При проведении обследований этим методом следует выполнять нормативные указания.

Критерием наличия дефекта ОСИ является присутствие на его поверхности температурной аномалии в 1 °С и более или нагрев (охлаждение) всего изолятора по отношению к соседнему на 1 °С и более.

Основным дефектом опорных изоляторов являются продольные трещины (появляются из-за нарушений технологии производства), которые приводят к пробое изолятора. Из-за этого повышается ток утечки, и армировка нагревается. Повышение температуры всего ОСИ в сравнении с исправными устройствами обычно наблюдается в одноэлементных изоляторах. В норме температуры фланца и фарфора одинаковы и могут отличаться от температуры окружающей среды не более чем на 0,7 °С. Дефектный изолятор может нагреваться на 1–2 °С по отношению к окружающей среде.

Ультразвуковой неразрушающий контроль позволяет выявлять наиболее распространенные дефекты производственного и эксплуатационного происхождения как в смонтированных (при отключенном напряжении), так и в резервных ОСИ.

Такие методы УЗНК, как ультразвуковая импульсная дефекто- и структурометрия, осуществляются с помощью приборов УДС 2ВФ-ЦИВОМ-ЭП или УД 4-76 с набором ультразвуковых датчиков.

Контроль структуры материала изолятора выполняется при помощи ультразвуковой дефектоскопии. Данный метод выявляет наличие трещин и микропор внутри фарфора и т.п.

Как показывают результаты комплексных обследований ОСИ, методы ВК, ИФК и УЗНК хорошо дополняют друг друга и подтвердили свою эффективность на практике. Систематизация

и анализ результатов обследований позволяют уточнять (корректировать) существующие браковочные критерии и определять их значения для новых типов ОСИ, вводимых в эксплуатацию.

Меры по предупреждению поломок опорно-стержневых изоляторов

Опыт систематических обследований ОСИ позволяет сформулировать ряд предложений, реализация которых снизит риски повреждения изоляторов и станет эффективным фактором профилактики несчастных случаев при производстве оперативных переключений, техническом обслуживании и ремонтах.

При оперативных переключениях можно рекомендовать:

- включать в бланки переключений обязательный осмотр разъединителей 35–220 кВ перед проведением переключений. При осмотре обращать внимание на наличие сколов и трещин на фарфоре, состояние армировочных швов (по возможности), привода, контактной системы и рамы (наличие перекосов);
- запретить производство операций разъединителями, изоляторы которых имеют дефекты в виде трещин (в теле фарфора или армировочном шве), царапин и рисок на фарфоре глубиной более 0,5 мм, сколов глубиной более 1 мм и общей площадью более 200 мм²;
- запретить производство переключений разъединителями с применением неинвентарных (удлиненных) рукояток ручных приводов;
- производить все операции с разъединителями при введенных в работу быстродействующих релейных защитах, устройствах резервирования отказа выключателя (УРОВ) и выведенных устройствах автоматического повторного включения (АПВ);
- ограничить количество переключений (по возможности) при температуре окружающего воздуха –25 °С и ниже, а также в периоды, когда в течение суток имеют место значительные колебания температуры с переходом через нулевое значение.

При техническом обслуживании и ремонтах рекомендуется:

- соблюдать требования предприятия-изготовителя по объему и срокам проведения технического обслуживания и ремонтов разъединителей;
- организовывать проведение контроля изоляторов разъединителей 35–220 кВ методом УЗНК в следующих случаях:
 - по истечении гарантийного срока на разъединители;
 - при проведении средних ремонтов разъединителей;
 - при обнаружении сколов фарфора, дефектов армировочных швов или контактной системы, которые могут привести к снижению механической прочности изоляторов и (или) к существенному увеличению нагрузок на них;
 - для диагностики состояния ОСИ, отобранных из резерва для замены изоляторов с истекшим гарантийным сроком;
- заменять изоляторы, имеющие очевидные дефекты и забракованные по результатам УЗНК;
- выполнять при среднем ремонте разъединителей 110–220 кВ тщательный осмотр изоляторов и армировочных швов. При осмотре швов дополнительно обращать внимание на наличие в них трещин, состояние цементного заполнителя и влагостойкого покрытия;
- производить непосредственно после обнаружения заделку трещин в армировочных швах влагостойкой шпатлевкой



с последующим нанесением гидрофобного покрытия. При ремонте изоляторов, имеющих на поверхности царапины и риски глубиной менее 0,5 мм, необходимо использовать полимерное покрытие;

- после среднего ремонта разъединителей выполнять проверку:
 - качества монтажа изоляторов (отклонение от вертикали, равенство высот изоляторов, крепеж);
 - регулировок контактов главной цепи на соответствие заводским нормам в части соосности и значений контактных нажатий ламелей (проверяются либо по вытягивающему усилию, либо непосредственным контролем контактного нажатия с помощью прибора ПКСН-1);
 - выполнения подводящих шлейфов к разъединителям на соответствие проектной документации;
- проводить после среднего ремонта разъединителей их опробование путем 3–5-кратного ручного включения-отключения главных и заземляющих ножей для оценки соответствия усилий на рукоятки приводов требованиям руководства по эксплуатации.

В целях предупреждения и уменьшения числа отказов из-за поломок ОСИ и покрышек электроаппаратов важно обеспечить безусловное выполнение требований циркуляра ГПО «Белэнерго» от 22 марта 2006 года № Ц-01-2006 (Э) «О предупреждении поломок опорно-стержневых изоляторов разъединителей 35–220 кВ» и информационного письма ГПО «Белэнерго» от 12 июня 2015 года № ИП-01-2015 «О проведении дополнительного контроля опорно-стержневой изоляции разъединителей».

Большое значение для решения проблемы будет иметь формирование базы данных по результатам обследований методом УЗНК и тепловизионного контроля электроизоляционных изделий из фарфора, находящихся в эксплуатации и в резерве на предприятиях ГПО «Белэнерго». Кроме того, необходимо ввести в практику обязательный входной контроль методом УЗНК вновь закупаемых изделий, а также разработать отраслевую методику (эксплуатационный циркуляр) по комплексному диагностическому обследованию фарфоровой изоляции электрооборудования.

КОСВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

В статье кратко анализируются существующие сложные тарифные системы в электроэнергетике, позволяющие формировать ценовые сигналы в реальном времени. Авторы рассматривают вариант применения подобных сигналов в схеме распределенной генерации энергии, включающей фотоэлектрический модуль и накопитель энергии, а также обосновывают эффективность использования подобных модулей в условиях неравномерности графиков электрических нагрузок и, соответственно, разновеликих значений тарифов на электроэнергию.



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

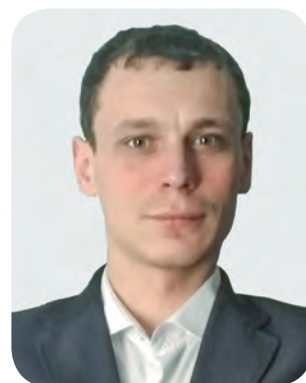
Существующие методы и средства управления электрическими нагрузками отличаются многообразием [1] и по-разному классифицируются. Различают прежде всего методы поставщика энергии и методы ее потребителя, так как каждая из сторон, участвующих в генерации и потреблении энергии, заинтересована в минимизации затрат на выполнение своих функций с целью получения определенной прибыли. Методы поставщика энергии, в данном случае энергосистемы, подразделяются на прямые и косвенные, методы потребителя – на методы управления режимами энергоустановок, нагрузками-аккумуляторами и местными энергоисточниками потребителя. К прямым методам, применяемым в энергосистеме, относятся административно-правовые методы и телеуправление, осуществляемые с помощью технических средств с применением заранее разработанных алгоритмов. Косвенные методы управления подразделяются на психологические (убеждение, пропаганда) и экономические, включающие целую систему статических и динамических тарифов.

Если в реализации прямых методов телеуправления нагрузками преобладает

технический аспект (в связи с необходимостью использования аппаратуры и сети телеуправления), то для косвенных более важна экономическая составляющая. В наибольшей степени это выражается при разработке тарифных систем, учитывающих форму графиков нагрузки энергосистемы на различных временных интервалах.

В очередной раз обратиться к проблемам совершенствования тарифных систем вынуждает сложившаяся ситуация. В условиях резкого наращивания объемов генерирующих мощностей и существенной модернизации технических средств учета, контроля и управления генерацией, передачей, распределением и потреблением электроэнергии возможности этих средств используются неудовлетворительно. И это несмотря на то что в республике продекларирован и осознан переход к цифровой экономике, в том числе в энергетической сфере.

Прежде чем перейти к анализу ситуации с тарифообразованием в энергетике республики, рассмотрим кратко подходы к данной проблеме, которые формировались начиная с восьмидесятых годов прошлого века в развитых странах.



А.С. КАЧАЛКО,
ассистент кафедры
«Электрооборудование
сельскохозяйственных
предприятий» БГАТУ

Подходы к тарифообразованию

Наиболее ранние разработки в сфере тарифообразования – система «плавающих» тарифов [2] и система, основанная на калькуляции курсовых цен (ККЦ). Вариант «плавающих» тарифов предус-

матривал расчет между потребителем и энергоснабжающей организацией непосредственно в момент потребления электроэнергии на основании текущей цены на используемый энергоресурс. Для внедрения данной системы оплаты необходимо было заменить все индукционные счетчики электронными, позволяющими вести дистанционный оперативный опрос с центрального пульта управления.

Авторы концепции ККЦ [3] предложили более приемлемый на то время метод, обеспечивающий достижение целей, связанных с управлением нагрузками, нормированием электропотребления и экономией средств на измерения. В теории ККЦ целевая функция выводилась в виде максимизируемой величины, отражающей уровень «всеобщего социального обеспечения», в которой переменными величинами выступали объем выработки электроэнергии каждой генерирующей единицей и объем потребления, зарегистрированный по счетчику каждого потребителя в данный момент. При оптимизации учитывались ограничения энергобаланса (выработка = потребление + потери), величина допустимых отклонений напряжения в сети и ее пропускная способность. В результате оптимизации устанавливалась отдельная для активной и реактивной энергии плата, которая зависела от случайных переменных, а следовательно, и сама являлась переменной величиной. Размер платы являлся сигналом потребителю выравнивать, перераспределить или снизить нагрузку. Таким образом, система ККЦ обеспечивала «самодиспетчеризацию» энергосистемы.

В теории ККЦ различались три типа цен: пятиминутные, двадцатичетырехчасовые и предопределенные. Пятиминутная цена была основана на всей имеющейся информации о спросе на электроэнергию, наличии источников питания, их готовности к несению нагрузки, пропускной способности и готовности сетей. Двадцатичетырехчасовые цены, занимающие промежуточное положение между пятиминутными и предопределенными, корректировались раз в сутки, расчеты цен проводились ежечасно.

Аналогичный подход к тарифообразованию, учитывающий, что на рынок поступает электроэнергия, стоимость которой в разное время и в разных ситуациях неодинакова, был изложен в работе [4]. В ней предполагалось, что каждый по-

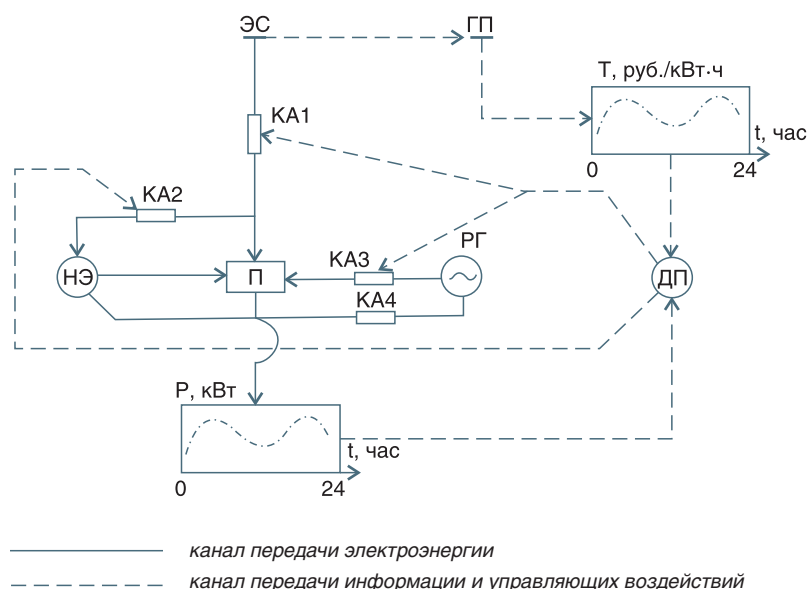


Рис. 1. Схема функционирования энергопотребляющего комплекса при наличии источников распределенной генерации

ребитель может использовать информацию о ценах как сигналы управления нагрузкой.

К сожалению, эти очевидные на сегодняшний день истины остаются практически невостребованными в Беларуси, что существенно снижает эффективность функционирования всех отраслей хозяйствования, поскольку в себестоимости продукции доля электрической энергии занимает существенное место.

Возможности регулировочных мероприятий

Рассмотрим представленный на рисунке 1 пример схемы электропотребления по переменному тарифу при наличии собственных источников распределенной генерации, в качестве которых выступает комплекс фотомодулей, и накопителя энергии. Как видно из схемы, потребитель (П) получает электроэнергию из энергосистемы (ЭС) по линии с автоматически управляемым коммутационным аппаратом (КА). Гарантирующий поставщик (ГП), в нашем случае энергосбыт, информирует диспетчера предприятия (ДП) о текущей величине ценового сигнала (тарифа) $T = f(t)$. Потребитель, имеющий полномасштабную схему автоматизированного электроучета, информирует диспетчера о текущей нагрузке $P = f(t)$. Источник распределенной генерации (РГ) и накопитель энергии (НЭ) получают сигналы от диспетчера на включение-отключение с целью снижения платы за электро-

энергию в случае поступления сигнала о высоком значении тарифа. Таким образом, на рисунке 1 фактически представлена вполне перспективная схема электроснабжения потребителя, обеспечивающая самодиспетчеризацию. В ней, как и в описанном выше случае применения ККЦ, учитывается значение текущей цены на электроэнергию, поступающую от энергосистемы, осуществляется косвенное управление нагрузками, их перераспределение между собственными энергоисточниками и энергосистемой, обеспечивается возможность проведения оптимизационных расчетов для разных режимов работы. Все это возможно благодаря гарантированному информационному обеспечению решаемых задач. При этом самодиспетчеризация в рассматриваемой микросистеме может осуществляться и автоматически, так как ручной ввод информации при формировании ценового сигнала не требуется, а современные фотомодули и накопители способны работать в автоматическом режиме, если для них созданы соответствующие алгоритмические модули.

Прежде чем приступить к рассмотрению вариантов режимов функционирования ЭС, РГ и НЭ, заметим, что на начальной стадии использования системы регулирования эти режимы обусловлены сложившимся графиком нагрузок $P = f(t)$, а после уплотнения нагрузок (если такое мероприятие для потребителя возможно) — новой формой графика.

Для разработки первого модуля алгоритма управления нагрузками рассмо-

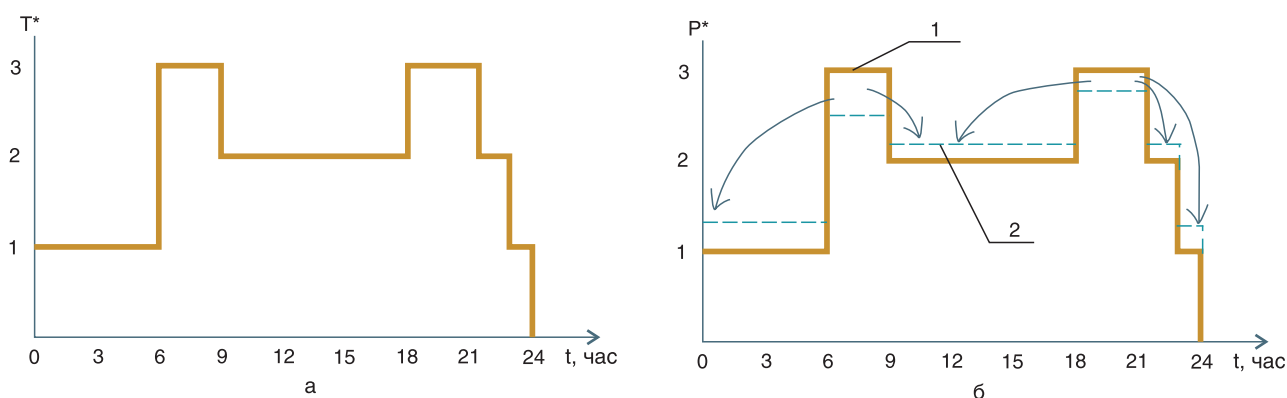


Рис. 2. Распределение относительных значений ценовых сигналов (тарифов) (а) и потребляемой мощности (б) при покупке электроэнергии в энергосистеме до (1) и после (2) уплотнения графика нагрузок

трим приведенные на рисунке 2 распределения относительных значений ценовых сигналов T^* и потребляемой мощности при покупке электроэнергии в энергосистеме (исходный вариант). Как видно из графиков распределения, значения относительных величин потребляемой мощности соответствуют темпу изменения тарифов. Это зафиксировано в таблице 1 (строки 2 и 3), где видно, что есть всего три варианта тарифов и три варианта значений мощности – в соответствии со значениями тарифов на каждом из шести временных интервалов. Таким образом, в данном случае имеем вариант формы графика нагрузок (ФГН) с пиковыми значениями мощности в утренние и вечерние часы, причем эти значения в три раза выше ночных, как и значения тарифов для данных периодов.

Перенос нагрузок из пиковых зон в непиковые предполагает в первую очередь выбор тех нагрузок, которые можно перенести в ночную зону, а затем тех, что переносятся в полупиковую зону (см. рис. 2, б), в результате чего график нагрузок несколько уплотняется. В данном примере значения P^* составляют величины, приведенные в таблице 1 (строка 4). Из данных видно, что относительные значения P^* в зоне минимальных нагрузок возросли с 1 до 1,29, в зоне полупиковых – с 2 до 2,13, а в зонах пиковых нагрузок снизились с 3 до 2,43. В результате плата за электропотребление составила следующую величину:

$$P_{\text{сут}2} = 100 \cdot 1,29 \cdot 6 \cdot 0,2 + 100 \cdot 2,43 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 2 + 100 \cdot 2,13 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 11 + 100 \cdot 1,29 \cdot 0,2 = 1966 \text{ руб.} = 0,93 P_{\text{сут}1}.$$

Таблица 1. Распределение по часам суток относительных значений потребляемой мощности и ценовых сигналов (тарифов на электроэнергию)

t, ч	0–6	6–9	9–18	18–21	21–23	23–24
T_t^*	1	3	2	3	2	1
P_{t1}^*	1	3	2	3	2	1
P_{t2}^*	1,29	2,43	2,13	2,43	2,13	1,29

Рассчитаем значение платы за электропотребление при исходном варианте, приняв значения $T_{\min} = 0,2$ руб./кВт·ч и $P_{\min} = 100$ кВт. Расчет выполним по формуле

$$P_{\text{сут}} = \sum_{t=1}^{24} P_t \cdot T_t, \quad (1)$$

где $P_t = P_{\min} \cdot P_t^*$, $T_t = T_{\min} \cdot T_t^*$.

$$P_{\text{сут}} = 100 \cdot 6 \cdot 0,2 + 100 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 9 + 100 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 9 + 100 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 9 + 100 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 4 + 100 \cdot 0,2 = 2100 \text{ руб.}$$

Использование источников распределенной генерации в процессе управления нагрузками

Исчерпав возможности регулировочных мероприятий, получив соответствующий график нагрузок $P = f(t)$ и передав информацию о нем диспетчеру, потребитель может приступить ко второму этапу – использованию РГ и НЭ в процессе управления нагрузками. При этом необходимо учитывать, что РГ

работает только в дневное время, а НЭ может выполнять две функции: потребителя энергии в часы минимальных нагрузок и ее поставщика совместно с РГ в случаях, когда такая возможность появляется в результате оперативно выполняемых расчетов. Для достижения поставленной цели необходимо провести расчет мощности фотомодулей $P_{\text{РГ}}$ и мощности накопителя $P_{\text{НЭ}}$ исходя из следующих предпосылок: площадь солнечных панелей определяется наличием свободной площади в районе потребителя; мощность НЭ зависит от ФГН, длины временных отрезков с минимумом нагрузок на суточном интервале, скорости зарядки НЭ, удельных стоимостных показателей.

Если, например, в качестве потребителя электроэнергии взять животноводческий комплекс с площадью помещений $82 \times 40 = 3280 \text{ м}^2$ и установленной мощностью электронагрузок 184 кВт (вечерний максимум), то можно считать, что подобный комплекс обеспечивает возможность монтажа на крышах помещений солнечных панелей площадью S не менее 1000 м^2 . Если с каждого квадратного метра панели можно получить $P_{\text{уд}} = 0,15$ кВт, то в целом мощность фотозлектростанции (ФЭС) комплекса составит $P_{\text{ФЭС}} = S \cdot P_{\text{уд}} = 1000 \cdot 0,15 = 150 \text{ кВт}$.

В [6] приведены сведения о дневной и месячной генерации ФЭС небольшой мощности (20 кВт) в условиях Республики Беларусь по каждому месяцу года. На основании этих данных составлена таблица 2, где приводятся расчетные величины выработки электроэнергии за 1 день каждого месяца и за каждый месяц в расчете на 10 модулей, а также средняя расчетная мощность ФЭС при условии ее работы в течение 15 световых часов ежедневно. Как видно из таблицы,

средние значения мощности в таком случае находятся в пределах 8–12 кВт в декабре–январе и 60–63 кВт в мае–июле. Подобный диапазон даже средних значений генерирующих мощностей в течение года, месяца и суток обосновывает необходимость наличия накопителей. В данном случае их выбор ограничен представленными на рынке модулями различной единичной мощности. Выберем два модуля по 30 кВт, исходя из тех соображений, что генерация ФЭС в летний сезон (среднее значение) составляет величину, близкую к 60 кВт (таблица 2).

Так как минимальное время зарядки выбранных аккумуляторов составляет 3 ч с накоплением 3 кВт·ч энергии на каждый киловатт мощности [7], примем следующий режим работы НЭ:

- в ночное время (с 0.00 до 6.00) осуществляется зарядка модуля от сети энергосистемы с накоплением 180 кВт·ч энергии. Потребляемая при зарядке мощность равна $180 : 6 = 30$ кВт;
- в утренний пик нагрузки энергосистемы (с 6.00 до 9.00) осуществляется разрядка модуля, обеспечивая тем самым снижение потребляемой из энергосистемы мощности на 60 кВт;
- во время полупиковых нагрузок выполняется второй цикл зарядки с потреблением из энергосистемы 20 кВт, что обеспечивает зарядку модуля в полном объеме и последующую разрядку в вечерний пик нагрузки в течение 3 ч, снижая потребляемую из энергосистемы мощность на 60 кВт. Таким образом, в соответствии с та-

Таблица 2. Дневная и месячная генерация ФЭС в условиях Республики Беларусь (10 модулей по 20 кВт)

Месяц	$W_{\text{дн}}, \text{кВт}\cdot\text{ч}$	$W_{\text{мес}}, \text{кВт}\cdot\text{ч}$	$P, \text{кВт}$
Январь	170	5270	12
Февраль	310	8710	21
Март	670	20 700	45
Апрель	865	26 000	57
Май	930	28 700	62
Июнь	940	28 300	63
Июль	900	27 900	60
Август	840	26 000	56
Сентябрь	660	19 700	44
Октябрь	370	11 500	25
Ноябрь	160	4800	11
Декабрь	120	3560	8

Таблица 3. Распределение по часовым интервалам суток мощностей источников РГ и мощности, потребляемой энергообъектом

t, ч	0–6	6–9	9–18	18–21	21–23	23–24
$P_{\text{т1}}, \text{кВт}$	70	210	140	210	140	70
$P_{\text{т2}}, \text{кВт}$	90,6	170,1	149,1	170,1	149,1	90,6
$P_{\text{т3}}, \text{кВт}$	120,6	59,1	103,1	59,1	149,1	90,6
$P_{\text{РГ}}, \text{кВт}$	–	51	66	51	–	–
$P_{\text{НЭ}}, \text{кВт}$	–30	60	–20	60	–	–

блицей 3 имеем три варианта ФГН потребителя: $P_{\text{т1}}$ – исходный, $P_{\text{т2}}$ – полученный после переноса части нагрузок из пиковой в непииковые зоны, $P_{\text{т3}}$ – график мощности, потребляемой из энергосистемы в результате использования ФЭС и НЭ. Генерация ФЭС (параметр $P_{\text{РГ}}$) представлена в виде двух величин – 66 и 51 кВт, то есть $\pm 15\%$

относительно 60 кВт (см. таблицу 2, значение P за июль), так как фактическое распределение генерации ФЭС по часам суток в [6] не приведено. Знак «минус» в графе $P_{\text{НЭ}}$ означает, что НЭ находится в стадии зарядки от энергосистемы, отсутствие знака – что он генерирует энергию с отдачей потребителю.

На рисунке 3 приведены графики электропотребления для всех рассмотренных выше вариантов, свидетельствующие о том, что использование собственной ФЭС и НЭ позволяет потребителю приблизительно в два раза снизить объем электропотребления из энергосистемы в утренние и вечерние часы. Кроме того, объем этого потребления в указанное время дополнительно снижается на 23 % за счет переноса части нагрузок в непииковые часы. Таким образом, есть возможность выполнить в упрощенном варианте технико-экономическое обоснование использования НЭ в нашем случае, используя следующие данные: $T_{\text{н}} = 0,2$ руб./кВт·ч, $T_{\text{пп}} = 0,4$ руб./кВт·ч, $T_{\text{п}} = 0,6$ руб./кВт·ч, $P_{\text{НЭ}} = 60$ кВт, $W_{\text{н}} = 180$ кВт·ч, где $T_{\text{н}}$, $T_{\text{пп}}$ и $T_{\text{п}}$ – тарифы на электрическую энергию, получаемую из энергосистемы в ночной, полупиковой и пиковой зоне; $P_{\text{НЭ}}$ – сум-

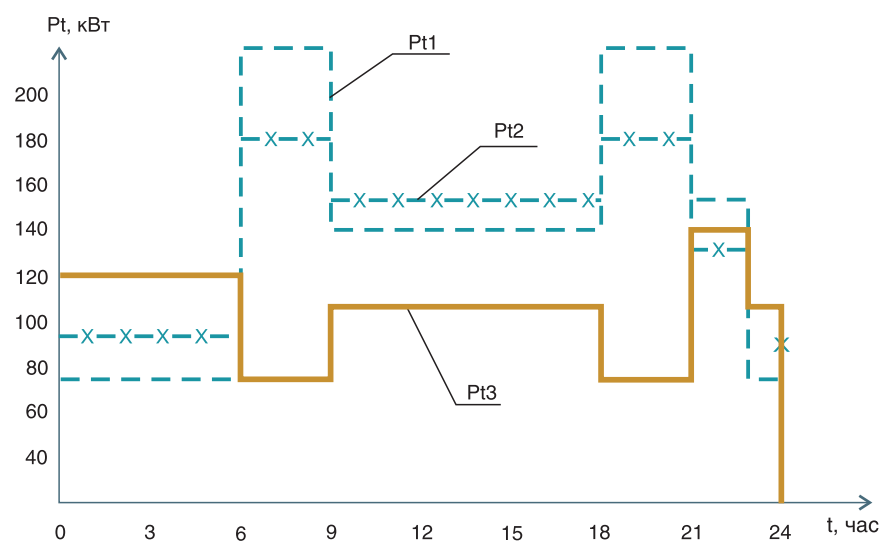


Рис. 3. Варианты распределения мощности, потребляемой из энергосистемы, на часовых интервалах суток: $P_{\text{т1}}$ – исходный график нагрузки; $P_{\text{т2}}$ – график нагрузки после переноса части нагрузок из пиковой в непииковые зоны; $P_{\text{т3}}$ – график мощности, потребляемой из энергосистемы при использовании ФЭС и НЭ

марная мощность модулей накопителя энергии; W_3 – суммарное количество энергии, накопленной при разовой зарядке накопителя.

Запишем расчетную формулу для определения экономии оплаты в результате увеличения объема покупки энергии в энергосистеме в часы с низкими тарифами (зарядка) и сокращения объема покупки в пиковые часы по высокому тарифу в течение суток:

$$\Delta\P_{\text{сут}} = W_3(T_n - T_H) + W_3(T_p - T_{пп}), \quad (2)$$

$$\Delta\P_{\text{год}} = \Delta\P_{\text{сут}} \cdot T_{\text{год}} \cdot K. \quad (3)$$

Как видно из формулы (2), в течение суток совершаются два цикла зарядки-разрядки накопителя энергии: первый цикл с зарядкой в ночные часы и разрядкой в утренний пик нагрузки, второй – с зарядкой в часы полупиковых нагрузок и разрядкой в вечерний пик нагрузки.

Учитывая удельную стоимость мощности накопителя, приведенную, например, в [7] ($Z_{\text{уд}} = 618,75 \text{ €/кВт} \approx 1500 \text{ руб./кВт}$), рассчитаем ориентировочно срок окупаемости модуля при мощности $P_{\text{НЭ}} = 60 \text{ кВт}$:

$$T_{\text{ок}} = \frac{Z_{\text{уд}} \cdot P_{\text{НЭ}}}{\Delta\P_{\text{год}}}. \quad (4)$$

Рассчитывая значения $\Delta\P_{\text{сут}}$ и $\Delta\P_{\text{год}}$ по формулам (2) и (3), получим:

$$\begin{aligned} \Delta\P_{\text{сут}} &= 180 \cdot 0,4 + 180 \cdot 0,2 = 108 \text{ руб.}, \\ \Delta\P_{\text{год}} &= 108 \cdot 365 \cdot 0,8 = 32\,400 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Из расчета значения $\Delta\P_{\text{год}}$ видно, что накопители используются не каждый день, а в течение 80 % от общего числа дней в году. Причиной подобного решения является то, что при формировании сложных (плавающих) тарифов на электроэнергию может сложиться ситуация, когда, например, в выходные дни проблема пиковых нагрузок в энергосистеме отсутствует и соотношения

тарифов по зонам суток будут другими, что не позволит эффективно использовать НЭ.

Используя значение $\Delta\P_{\text{год}}$ и формулу (3), рассчитаем срок окупаемости НЭ при допущении, что его стоимость составляет 80 % общей стоимости установки РГ с учетом монтажа и наладки коммутационной и защитной аппаратуры:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1500 \cdot 60}{32\,400 \cdot 0,8} \approx 3,5 \text{ года}.$$

Рассчитанное значение $T_{\text{ок}}$ существенно сократится в последующем, учитывая, что по прогнозам удельная стоимость генерации энергии с применением литий-ионных батарей уменьшится с 200 \$/кВт·ч в 2017-м до 70 \$/кВт·ч в 2030 году [8], то есть более чем в 2 раза (рис. 4).

Заключение

1. Успех в развитии распределенной генерации энергии может быть обеспечен только в случае создания эффективно действующих систем, позволяющих оперативно управлять источниками на основе получения сигналов как о величинах нагрузок, так и о величинах тарифов, зависящих от формы графиков нагрузок основного генерирующего источника (энергосистемы). Если дистанционный контроль электрических нагрузок в настоящее время достаточно широко обеспечен, то этого нельзя сказать о сложных тарифных системах на электроэнергию, так как их перечень ограничивается только одноставочными и двухставочными тарифами.

2. С учетом ожидаемого роста объемов электропотребления роль косвенного управления электрическими нагрузками существенно возрастает.

По этой причине необходимо срочно приступить к разработке и опробованию таких тарифных систем, которые стимулировали бы потребителей не только переносить обоснованные расчетом величины нагрузок в непииковые зоны, но и устанавливать собственные накопители энергии и фотоэлектрические преобразователи. Подобный подход существенно ускорит процесс уплотнения суточных графиков растущих нагрузок и позволит обеспечить адресную надежность электроснабжения потребителей первой категории.

3. Наличие необходимых технических средств распределенной генерации, их экономические характеристики и возможные схемные решения позволяют приступить к разработке пилотного проекта по их внедрению с целью обеспечения реального потребителя электроэнергией и наработки практического опыта эксплуатации.

Список литературы

1. Забелло, Е.П. Алгоритмические и технические проблемы построения многоуровневых сетей учета, контроля и управления энергопотреблением: дис.... д-ра тех. наук: 07.10.1992/Е.П. Забелло. – Киев, 1992. – 270 л.
2. Berrie, T. Institutional and organizational aspects of spot pricing // *Electrical Review*. – 1982. – V. 210. – № 6. – P. 37–39.
3. Caramanis, M.S. Optimal spot pricing: practice and theory // M.S. Caramanis, R.E. Bohn, F.C. Schweppe. – *IEEE Transactions on Power Apparatus and System*. – 1982. – V. 101. – № 9. – P. 3234–3245.
4. Ebbinnghaus, K. Stromverbrauchs – Vebtechnik und Tarifstruktur. *Mikroelektronik* // K. Ebbinnghaus, R. Ruster, W. Wers. – *Brennstoff-Wärme-Kraft*. – 1981. – № 7/8. – P. 303–312.
5. Забелло, Е.П. Проблемы цифровой энергетики / Е.П. Забелло // *Энергетическая стратегия*. – 2018. – № 2. – С. 18–21.
6. <http://teplodom.net.ua/solnechnye-elektrostantsii/okupaemost-solnechnyh-stantsij/proizvoditelnost-i-srok-okupaemosti-solnechnoj-elektrostantsii-na-20-kvt>.
7. Молочко, А.Ф. Оценка возможности использования новых типов электроаккумуляторов для регулирования нагрузки энергосистемы / А.Ф. Молочко, Ф.И. Молочко // *Энергетическая стратегия*. – 2017. – № 3. – С. 20–21.
8. Белый, О. Накопители электроэнергии как перспективный элемент Белорусской энергосистемы / О. Белый, Ф. Розанова, А. Бернацкий // *Энергетика и ТЭК*. – 2018. – № 11/12. – С. 8–9.

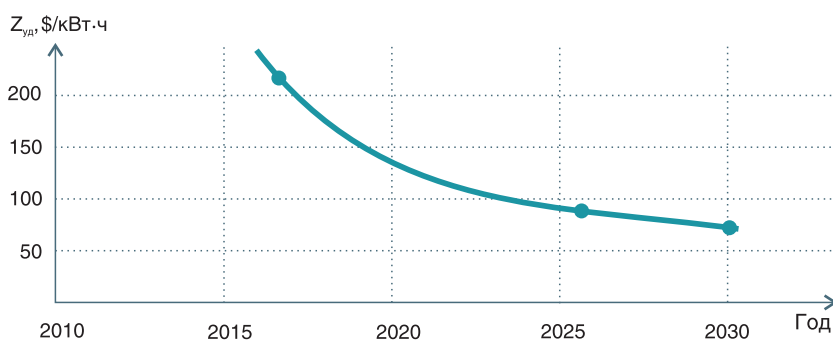


Рис. 4. Динамика изменения удельной стоимости генерации электроэнергии с применением литий-ионных батарей в перспективе до 2030 года

КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Межгосударственным стандартом ГОСТ 32144-2013 установлены показатели и нормы качества электроэнергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности потребителей, или приемники электрической энергии. Контроль за соблюдением требований стандарта и технических нормативных правовых актов к качеству электрической энергии является одной из основных задач госэнергонадзора.



Н.Н. КИСЕЛЕВ,
начальник энергогазинспекции
филиала ГУ «Госэнергогазнадзор»
по Гомельской области

Отклонения показателей качества электрической энергии (ПКЭЭ) от установленных норм, как правило, приводят к негативным последствиям:

- увеличению потерь электроэнергии в элементах электрической сети;
- перегреву обмоток вращающихся машин, ускоренному старению изоляции, сокращению срока службы электрооборудования или выводу его из строя;
- ненормируемому росту потребления электроэнергии и требуемой мощности электрооборудования;
- нарушению в работе и ложным срабатываниям устройств релейной защиты и автоматики;
- сбоем в работе электронных систем управления, вычислительной техники и специального оборудования, в том числе медицинского;
- повышению вероятности возникновения однофазных коротких замыканий с последующим их переходом в двух- и трехфазные;
- появлению опасных уровней наведенного напряжения на проводах и тросах отключенных или строящихся высоковольтных линий электропередачи, находящихся вблизи действующих;
- созданию помех в теле- и радиоаппаратуре;
- некорректной работе счетчиков электрической энергии.

При рассмотрении обращений потребителей по поводу несоответствия качества электроэнергии установленным требованиям государственные инспекторы энергогазнадзора не должны ограничиваться типовыми рекомендациями РЭС или потребителю. Необходимо проанализировать причины ухудшения качества и после их устранения дать соответствующие разъяснения заявителям.

Показатели качества электрической энергии ГОСТ 32144-2013 подразделяет на две категории: продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные события.

К продолжительным изменениям относятся длительные отклонения характеристик напряжения от номинальных значений, обусловленные в основном изменениями нагрузки или влиянием нелинейной нагрузки.

Случайные события представляют собой внезапные и значительные изменения формы напряжения, приводящие к отклонению его параметров от номинальных значений. Как правило, они вызываются непредсказуемыми обстоятельствами (например, повреждением оборудования пользователя электросети) или внешними воздействиями (погодными условиями или действиями стороны, не являющейся пользователем электросети).



В.А. ЛЕТАШКОВ,
заместитель начальника
энергогазинспекции филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор»
по Гомельской области

Продолжительные изменения характеристик напряжения

Отклонение основной частоты напряжения

Одним из показателей качества электроэнергии является отклонение основной частоты напряжения электропитания от номинального значения. ГОСТом предусмотрены две нормы отклонения частоты в электрической сети. В синхронизированных системах они не должны превышать $\pm 0,2$ Гц в течение 95 % времени измерения частоты в одну неделю и $\pm 0,4$ Гц в течение 100 % времени измерения в одну неделю, а в изолированных системах – составлять не более ± 1 Гц и ± 5 Гц соответственно.

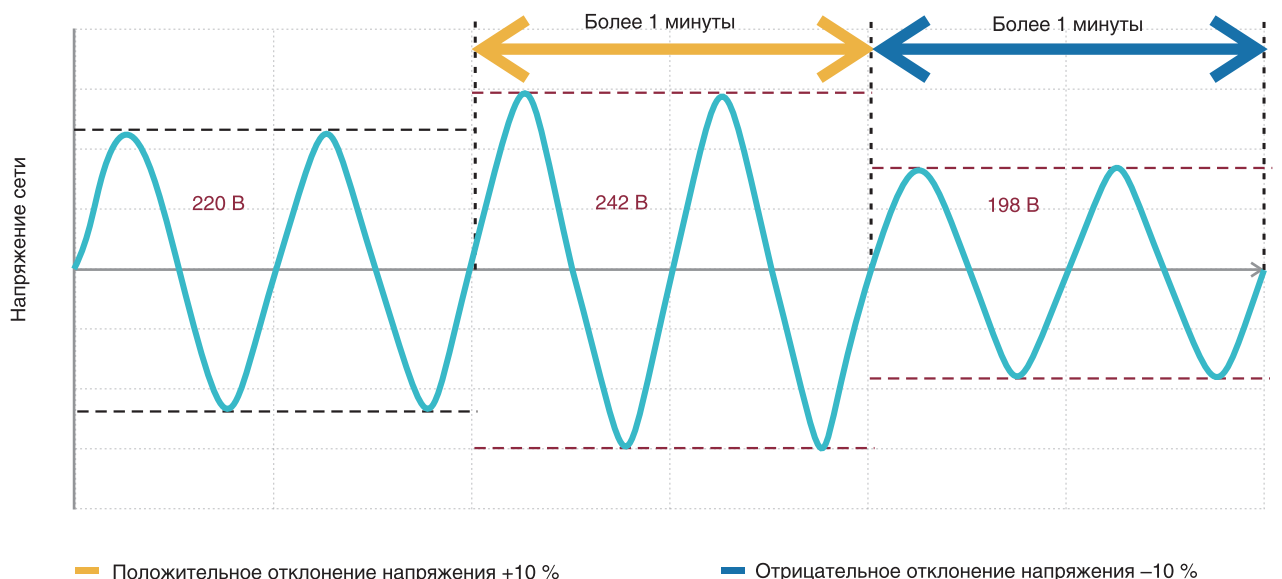


Рис.1. Медленные изменения напряжения

Основной причиной отклонения частоты является дефицит активной мощности. Изменение частоты влияет на скорость работы электродвигателей, увеличивает потери мощности в стали трансформаторов, ведет к нарушениям работы приборов и аппаратов, применяемых в телевидении, вычислительной технике.

Влияние отклонений частоты на работу электроприемников имеет две основные составляющие – электромагнитную и технологическую.

Электромагнитная составляющая обусловлена увеличением потерь активной мощности и ростом потребления активной и реактивной мощностей. Можно считать, что снижение частоты на 1 % увеличивает потери в сетях на 2 %.

Технологическая составляющая связана с существенным влиянием частоты напряжения на число оборотов асинхронных электродвигателей, в большинстве случаев служащих приводами для технологических линий. Частота вращения этих двигателей, от которой зависит производительность линий, пропорциональна частоте напряжения в сети. При значительном повышении частоты напряжения в энергосистеме, например, в случае уменьшения (сброса) нагрузки, оборудование может быть повреждено.

Пониженная частота напряжения в электрической сети влияет на срок службы оборудования, содержащего стальные элементы (электродвигатели, трансформаторы), за счет увеличения тока намагничивания в таких аппаратах и нагрева их стальных элементов сверх нормативного значения.

Наиболее вероятным виновником отклонения частоты напряжения от норм является энергоснабжающая организация (ЭСО).

Регулирование частоты осуществляется одновременно по всей энергосистеме посредством ввода дополнительных генерирующих мощностей или отключения части менее ответственных потребителей с помощью устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР).

Для того чтобы исключить случаи отклонения основной частоты напряжения электропитания следует рекомендовать ЭСО и потребителю обеспечить работоспособность систем частотного регулирования и раздельное питание резко-

переменных нагрузок от отдельных трансформаторов или отдельных ветвей расщепленных обмоток трансформатора.

Медленные изменения напряжения

Медленные изменения напряжения электропитания (как правило, продолжительностью более 1 мин) обычно обусловлены изменениями нагрузки электрической сети.

Показателями, относящимися к медленным изменениям напряжения электропитания, являются отрицательное $\delta U(-)$ и положительное $\delta U(+)$ отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии от номинального/согласованного значения, которые не должны превышать 10 % номинального или согласованного значения напряжения в течение 100 % времени измерения в одну неделю (рис. 1).

Допустимые значения отклонений напряжения в точках общего присоединения устанавливаются ЭСО с учетом требований ГОСТ к этому показателю качества в точках передачи электрической энергии.

Отклонения напряжения негативно влияют на работу электрооборудования и электроприборов. Их эксплуатация при повышенном напряжении приводит к дополнительному износу и, соответственно, ускоренному выходу из строя, что обусловлено увеличением температуры токопроводящих элементов, нагревом изоляции и другими факторами. Пониженное напряжение также негативно сказывается на работе электрооборудования и электроприборов, особенно электродвигателей бытовой техники и импульсных блоков питания оргтехники.

Изменение напряжения оказывает неблагоприятное влияние на работу осветительных ламп и асинхронных двигателей, которые составляют значительную часть всех электроприемников в энергосистеме. Так, при снижении напряжения на 10 % световой поток уменьшается более чем на 30 %. Приблизительно на столько же он увеличивается при повышении напряжения на 10 % (срок службы ламп при этом сокращается почти в 3 раза).

Снижение напряжения в сети энергосистемы может стать причиной массового останова асинхронных двигателей и привести к тяжелой системной аварии, а его повышение на зажимах асинхронных двигателей неблагоприятно сказывается

на их работе, вызывая существенное увеличение силы тока, что приводит к перегрузке обмотки статора.

При медленном изменении напряжения наиболее вероятным виновником ухудшения качества электроэнергии является ЭСО. Как правило, причиной повышенного напряжения в коммунально-бытовом секторе является аварийная работа данного участка электросети, неудовлетворительное техническое состояние нулевого рабочего проводника или повышенное сопротивление повторного заземления (более 30 Ом). Причиной пониженного напряжения может стать нерасчетная электрическая нагрузка, подключенная к трансформаторной подстанции (ТП).

Для того чтобы исключить отклонение данного показателя необходимо рекомендовать проведение расчета электрической нагрузки от данной ТП, перераспределение нагрузки по фазам, а также проверку сопротивления контура повторного заземления и при необходимости приведение его в соответствие с требованиями ТКП-339.

Колебания напряжения и фликер

Колебания напряжения электропитания (как правило, продолжительностью менее 1 мин), в том числе одиночные быстрые изменения напряжения, обуславливают возникновение фликера (от англ. «мерцание», «мигание») – субъективно воспринимаемых человеком кратковременных или длительных колебаний светового потока от искусственных источников освещения.

Если величина дозы фликера меньше 1, как правило, колебания светового потока не воспринимаются человеческим глазом, при значении больше 1 они оказывают негативное воздействие на зрение. ГОСТом для фликера установлены две нормы: кратковременная доза (до 10 мин) должна иметь значение не выше 1,38, длительная (до 2 ч) – не выше 1.

Колебания напряжения и фликер возникают из-за резкого увеличения нагрузки на данном участке электрической сети при включении технологического оборудования с быстропеременным режимом работы (дуговые сталеплавильные печи, прокатные станы, электросварочное оборудование и т.д.). Это сопровождается резким изменением активной и реактивной мощности, приводит к увеличению потерь в электросети и вызывает зрительный дискомфорт у людей.

Наиболее вероятным виновником такой ситуации является потребитель с переменной электрической нагрузкой. В данном случае рекомендуется разнесение питания спокойной и резкопеременной нагрузок на разные трансформаторы или секции сборных шин.

Несинусоидальность напряжения

Несинусоидальность напряжения связана с гармоническими и интергармоническими составляющими напряжения.

Изменение синусоидальной формы напряжения возникает в электрических сетях, имеющих элементы, генерирующие высшие гармоники: оборудование с нелинейными насыщающимися магнитопроводами, выпрямительные установки, преобразователи частоты. Высшие гармоники являются одной из причин:

- дополнительных потерь в электрических машинах, трансформаторах и сетях, сокращения срока их службы;
- повышения аварийности кабельных сетей;
- перегрузки по току конденсаторных батарей;
- резонансных явлений в сетях;
- ускоренного старения изоляции электрооборудования.

Для снижения несинусоидальности напряжения рекомендуется определить источники (оборудование) нелинейной нагрузки, разработать и реализовать мероприятия по исключению или снижению влияния подключенного электрооборудования на синусоидальность напряжения, в том числе за счет применения фильтров, настроенных на определенные частоты, либо подключения к сети нагрузок с малым сопротивлением на частотах высших гармоник.

Несимметрия напряжений в трехфазных системах

Несимметрия трехфазной системы напряжений обусловлена несимметричными нагрузками потребителей электроэнергии или несимметрией элементов сети.

Показателями качества энергии, относящимися к несимметрии напряжений в трехфазных системах, являются коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности и коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, значения которых в точке передачи электрической энергии, усредненные в интервале времени 10 мин, не должны превышать 2 % и 4 % в течение 95 % и 100 % времени интервала в одну неделю соответственно.

Неравномерная нагрузка на фазные провода приводит к понижению/повышению напряжения у разных потребителей, подключенных к данному участку сети, и создает нерасчетную нагрузку на нулевой рабочий проводник. Следствием такой неравномерности являются:

- нагрев обмоток электродвигателей;
- увеличение потерь электроэнергии;
- перегрев или отгорание нулевых рабочих проводников;
- увеличение сопротивления заземляющих устройств;
- возникновение нарушений в управлении тиристорными преобразователями;
- снижение эффективности работы компенсирующих устройств реактивной мощности.

Наиболее вероятным виновником отклонения напряжения в данном случае является потребитель с несимметричной нагрузкой. У таких потребителей подключение электрооборудования по симметричной схеме невозможно или нецелесообразно с технико-экономической точки зрения. Как правило, это однофазные электротяговые и электропечные установки, электросварочное оборудование, мощные однофазные электроприемники и др.

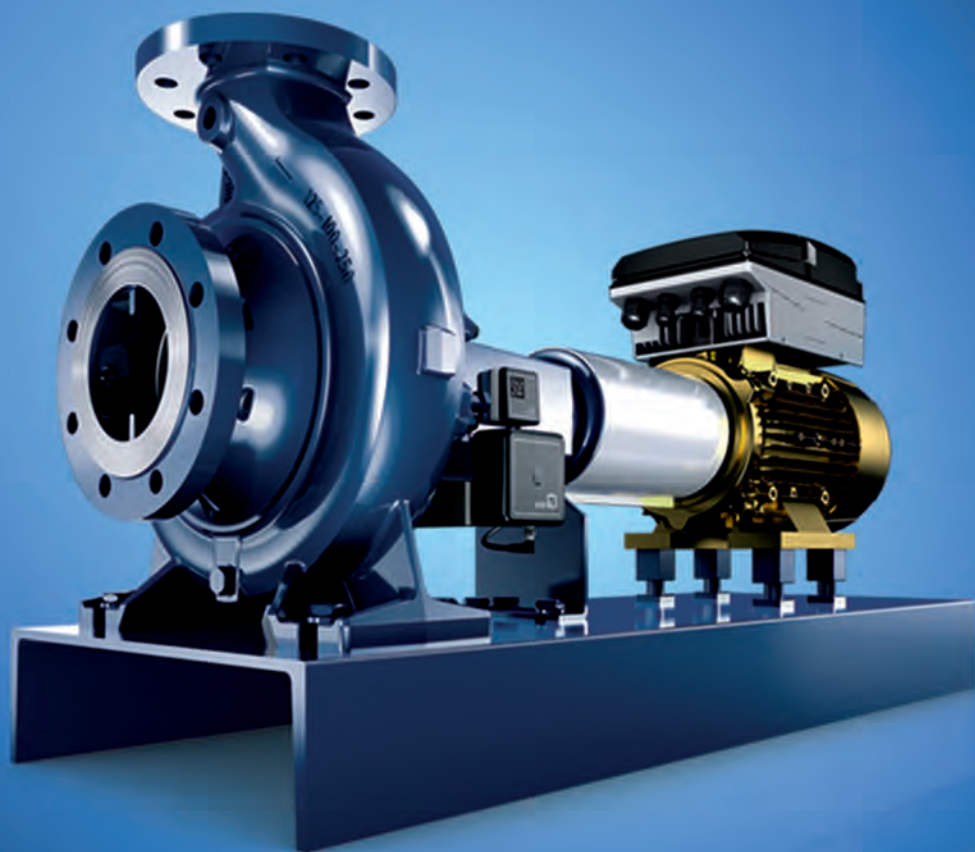
Случайные события

Прерывания напряжения

Прерывания напряжения относят к *создаваемым преднамеренно*, если они обусловлены проведением запланированных работ в сетях и пользователь электрической сети информирован о предстоящем прерывании напряжения, и к *случайным*, если их вызывают длительные или кратковременные неисправности, в основном связанные с внешними воздействиями, отказами оборудования или влиянием электромагнитных помех.

Случайные прерывания напряжения подразделяют на длительные (более 3 мин) и кратковременные (не более 3 мин).

Ежегодная частота длительных прерываний напряжения в значительной степени зависит от особенностей системы электроснабжения, в первую очередь, от вида линий электропередачи (кабельные или воздушные) и климатических условий.



Интеллектуальный насос – умная система

УНП 191759977

- KSB FlowManager – мобильное приложение для настройки параметров и управления регулируемыми и нерегулируемыми насосами
- MyFlow Technology – концепция «умной» производительности нерегулируемых насосов
- KSB Guard – система дистанционного мониторинга работы всего насосного парка
- Дополненная реальность для экспертной диагностики, сервиса и ввода в эксплуатацию
- 3D-принтер – запчасти для любых насосов

► Наши технологии. Ваш успех.

Насосы • Арматура • Сервис

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

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



Провалы напряжения, перенапряжения и импульсные напряжения

Провалы напряжения обычно происходят из-за неисправностей в электрических сетях или в электроустановках потребителей, а также при подключении мощной нагрузки. Как правило, они связаны с возникновением короткого замыкания или иного резкого возрастания тока в системе или электроустановке, в том числе связанного с обрывом нулевого провода.

Перенапряжения в основном возникают при переключениях в электрической сети или отключении какой-нибудь электрической нагрузки. Причем, как правило, они происходят как между фазными, так и между фазными и защитными проводниками, а также, в зависимости от типа заземления электроустановки, между фазными и нейтральными проводниками.

Как следствие, провалы и перенапряжения приводят к отключению или выходу из строя электрооборудования и являются существенной угрозой для бытовой техники и электроники. В соответствии с требованиями ГОСТ эти явления рассматриваются как электромагнитные помехи, интенсивность которых определяется как напряжением, так и длительностью, которая может достигать 1 мин.

Наиболее вероятный виновник этих явлений – ЭСО.

Импульсные напряжения в точке передачи электроэнергии пользователю электрической сети вызываются в основном молниевыми разрядами и имеют большие амплитуды, но меньшие значения энергии, чем импульсные напряжения, вызванные коммутационными процессами, характеризующимися, как правило, большей длительностью. Время нарастания импульсных напряжений может изменяться в широких пределах: от значений менее 1 микросекунды до нескольких миллисекунд.

Такие явления, как провалы, перенапряжения и импульсные напряжения, непредсказуемы и в значительной степени случайны. Частота их возникновения зависит от типа системы электроснабжения, точки наблюдения и времени года. В качестве профилактики этих отклонений можно рекомендовать установку устройств ограничения перенапряжения, стабилизаторов напряжения (рис. 2), применение источников бесперебойного питания с функцией стабилизации напряжения.

Потери электроэнергии

Как уже отмечалось, отклонение показателей качества электроэнергии от нормативных значений вызывает допол-

нительные (по отношению к номинальному режиму) потери электроэнергии – в целом в пределах 2–6 %. Наибольшие потери провоцируются отклонениями напряжения. При его снижении потери возрастают, повышение же сказывается на электроприемниках по-разному. Для асинхронных двигателей потери электроэнергии зависят от коэффициента загрузки (k_3): при напряжении, немного превышающем номинальное, и $k_3 = 0,85–1,0$ они имеют минимальное значение.

Увеличение потерь электроэнергии имеет место и при отклонении показателя несимметричной нагрузки. При нормативном значении коэффициента несимметрии для асинхронных двигателей потери составляют 2,4 %, для трансформаторов – 4 %, для синхронных двигателей – 4,2 % номинальных значений. Отклонение несинусоидального напряжения приводит к потерям 2–4 % электроэнергии в трансформаторах, двигателях, генераторах, кабельных линиях.

Несмотря на сравнительно небольшие значения, потери электроэнергии от снижения ее качества напрямую влияют на перегрев оборудования, а следовательно, ведут к интенсивному старению изоляции и к преждевременному выходу ее из строя. Эти эффекты имеют место в случаях несинусоидальности и несимметрии напряжения. Так, например, при несимметрии напряжения 4 % срок службы полностью загруженного асинхронного двигателя сокращается вдвое, а при несимметрии напряжения 5 % и 10 % его номинальная мощность уменьшается соответственно на 5–10 % и 20–50 % (в зависимости от исполнения двигателя). Несимметрия также приводит к дополнительному нагреву обмоток и снижению срока службы силовых трансформаторов; в то же время она не оказывает существенного влияния на работу кабельных линий. Среди основных негативных последствий несинусоидального напряжения сети следует отметить ускоренное старение изоляции силовых кабелей.

Заключение

Своевременный контроль и анализ показателей качества электрической энергии, выполнение мероприятий, направленных на обеспечение их соответствия требованиям ГОСТ 32144-2013, позволят не только снизить риск сбоев в технологических процессах, повысить надежность работы электроустановок и электрических сетей потребителей и энергоснабжающих организаций, но и практически исключить случаи нарушений электроснабжения населения.

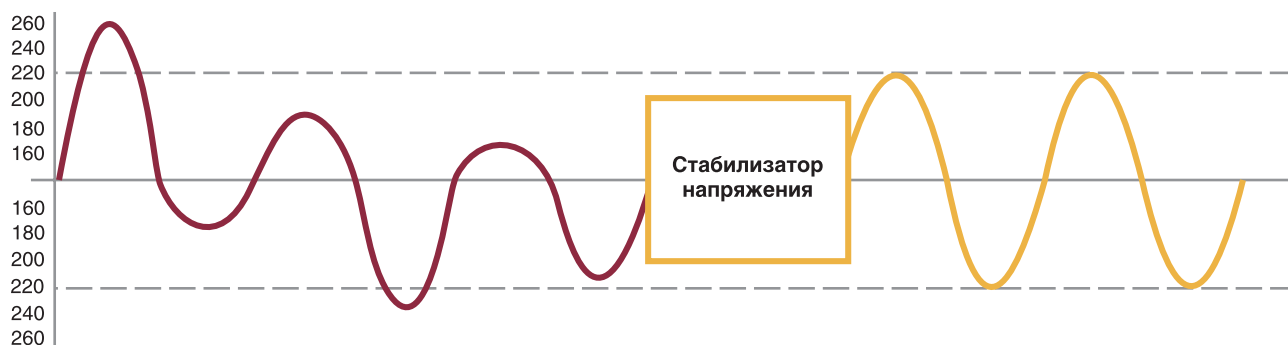


Рис. 2. Схема действия стабилизатора напряжения

О СОСТОЯНИИ ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВА В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 года № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь», а также постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 2012 года № 1105 «Об утверждении перечня мероприятий технического (технологического, поверочного) характера» органы государственного надзора осуществляют осмотр технического состояния электроустановок в учреждениях образования и оценку организации их эксплуатации. В статье рассмотрены наиболее типичные нарушения, выявленные специалистами Витебского МРО в учреждениях образования в 2018 году.



Д.В. АРТЮХ,
инспектор энергогазинспекции
Витебского МРО филиала
ГУ «Госэнергогазнадзор»
по Витебской области

Осмотр электроустановок: порядок проведения

Осмотр технического состояния электроустановок в учреждениях образования – одна из форм профилактической работы органов государственного энергетического надзора, проводившейся в 2018 году рамках реализации мероприятий технического (технологического, поверочного) характера. Этот вид деятельности осуществляется на основании решения руководителя органа госэнергонадзора или уполномоченного им должностного лица, в том числе при наличии информации о нарушении законодательства в области безопасности и эксплуатационной надежности энергоустановок. При этом в полной мере соблюдается порядок проведения осмотра электроустановок.

Все осмотры электроустановок специалисты Витебского МРО проводили в присутствии руководителя учреждения образования либо иного уполномоченного им лица. В ходе мероприятия изучалась документация, необходимость наличия которой определена законодательством в области безопасности и эксплуатационной надежности энергоустановок. Инспекторы ознакомились с актами предыдущего осмотра, рекомендациями, выданными по его результатам, и сведениями об их выполнении, изучили схемы электропитания, акты разграничения балансовой принадлежности электрических сетей и эксплуатационной ответственности сторон и дали оценку действующей системе организации эксплуатации электрохозяйства и наличию электротехнического персонала.

Непосредственно при проведении осмотра электроустановок специалисты оценивали техническое состояние электроустановок и организации эксплуатации в учреждениях образования трансформаторных подстанций (при их наличии), вводных устройств, распределительных щитов, электрообору-

дования и электрической сети компьютерных классов, станков и оборудования мастерских, электрооборудования для приготовления пищи и др. Оценивались также своевременность проведения электрофизических испытаний и измерений электроустановок; наличие и состояние средств защиты, используемых в электроустановках, соблюдение сроков их проверки и правильность организации мест хранения; наличие запирающих устройств, надписей и знаков безопасности на электроустановках.

По результатам проведения осмотра были составлены акты о проведении мероприятий технического (технологического, поверочного) характера с указанием выявленных нарушений требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, контроль за соблюдением которых осуществляют органы государственного энергетического надзора.

Кадровое обеспечение электрохозяйств

Одним из самых распространенных нарушений, выявляемых при осмотре технического состояния электроустановок в учреждениях образования, является отсутствие квалифицированного персонала, на который можно возложить обязанности лица, ответственного за электрохозяйство, а также электротехнического персонала. Эта проблема обостряется низким уровнем организации присвоения (подтверждения) группы по электробезопасности и проверки знаний по вопросам охраны труда при работе в электроустановках. Зачастую в учреждениях образования подходят к данным вопросам безответственно и формально, ограничиваясь внесением в журналы необходимых записей. Подтверждение группы по электробезопасности проводится без привлечения

комиссии. В результате руководитель учреждения не представляет реального уровня знаний персонала, обслуживающего электроустановки.

Между тем, согласно требованиям ТНПА, подтверждение (присвоение) группы по электробезопасности лица, ответственного за электрохозяйство учреждения образования, должно проводиться комиссией учреждения или вышестоящей организации с участием государственного инспектора по энергетическому надзору. Причем в состав комиссии должно войти не менее трех человек.

В большинстве случаев обязанности лица, ответственного за электрохозяйство, возлагаются на заместителя директора по хозяйственной части, не имеющего профильного образования, а обязанности электротехнического персонала – на рабочих по комплексному обслуживанию зданий и сооружений, квалификация которых не соответствует требованиям, предъявляемым к работающим в электроустановках. Имеют место случаи, когда указанные выше лица не имеют группы по электробезопасности и даже не ознакомлены со своими непосредственными обязанностями.

Напомним, что в обязанности лица, ответственного за электрохозяйство в учреждениях образования, входит следующее:

- разработка и ведение необходимой документации по вопросам организации эксплуатации электроустановок;
- организация обучения, инструктирование, присвоение (подтверждение) группы по электробезопасности, проверка знаний по вопросам охраны труда и допуск к самостоятельной работе электротехнического персонала;
- организация безопасного проведения всех видов работ в электроустановках, в том числе с участием командированного персонала;
- обеспечение своевременного и качественного выполнения технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электроустановок;
- контроль наличия, своевременности проверок и испытаний средств защиты в электроустановках, наличия средств пожаротушения и инструмента;
- организация контроля исправности средств расчетного учета электрической энергии и (или) мощности, измерительных трансформаторов тока и напряжения, к вторичным цепям которых подключены средства расчетного учета, и их своевременной поверки;
- обеспечение выполнения предписаний органов госэнергонадзора и энергоснабжающей организации в установленные сроки.

Работники, относящиеся к категории электротехнического персонала, должны:

- проходить медицинский осмотр в соответствии с Инструкцией о порядке проведения обязательных медицинских осмотров работающих;
- проходить проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствии с Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам труда, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2008 года № 210 «О комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда», после присвоения (подтверждения) группы по электробезопасности;

- иметь удостоверение по охране труда в соответствии с Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам труда с вкладным для электротехнического персонала согласно приложению Е ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Типичные нарушения правил эксплуатации электроустановок

Среди нарушений, часто встречающихся при проверке технического состояния электроустановок в учреждениях образования, следует отметить невысокий уровень ведения системы управления электрохозяйством. При этом недостаточное внимание уделяется вопросам повышения надежности, безопасности и обеспечения безаварийной работы оборудования за счет своевременного проведения ремонтов электрооборудования и ремонтного обслуживания, а также контроля за техническим состоянием электроустановок и электрооборудования.

Различные по характеру нарушения выявляются в учреждениях образования при осмотре распределительных устройств (РУ).

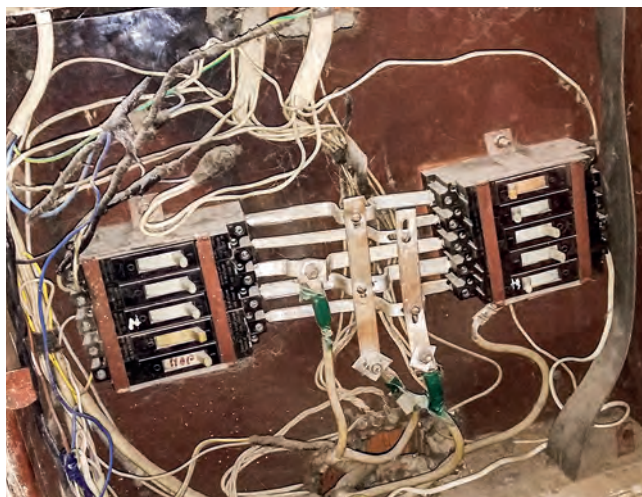


Рис. 1. Токопроводящие части, не закрытые защитными панелями



Рис. 2. Раскаленные контактные соединения

Как правило, в учреждениях образования нарушаются сроки выполнения работ по очистке электроустановок от пыли и грязи, установленные ответственным за электрохозяйство с учетом местных условий.

Довольно часто двери распределительных щитов (РЩ) не закрываются на запирающие устройства, при этом порой отсутствуют защитные панели, закрывающие открыто проложенные токопроводящие части, что может привести к поражению электрическим током неэлектротехнического персонала и посторонних лиц (рис. 1).

К типичным нарушениям следует отнести также отсутствие в РЩ и РУ схем основных электрических соединений и предупреждающих знаков на лицевой стороне устройств, а также несоблюдение сроков ревизии контактных соединений. Последнее приводит к ослаблению соединений, дальнейшему их нагреву, подгоранию изоляции и в результате – к выходу оборудования из строя, а иногда и к пожару (рис. 2).

Кроме того, имеет место некачественное выполнение электромонтажных работ (отсутствие наконечников для многопроволочных жил проводов и кабелей, рис. 3).



Рис. 3. Отсутствие наконечников многопроволочных кабелей

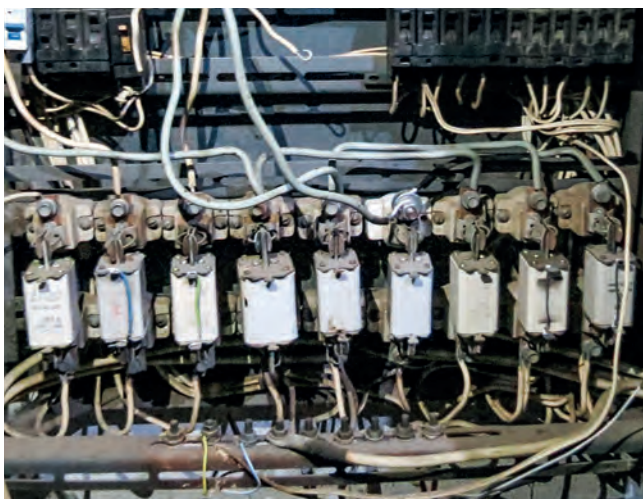


Рис. 4. Использование некалиброванных плавких вставок («жучков»)

При осмотре помещения электрощитовой практически всегда можно обнаружить неполный комплект поверенных и готовых к использованию электрозащитных средств. При этом в большинстве учреждений образования отсутствует утвержденный руководителем организации перечень таких средств, согласно которому должна происходить комплектация электроустановок. Нередко полностью отсутствуют средства оказания первой медицинской помощи, наличие которых регламентируется действующими правилами и нормами.

Одним из самых серьезных нарушений является применение в РУ и РЩ некалиброванных плавких вставок – так называемых «жучков». В результате из-за отсутствия калиброванного защитного элемента при возникновении в электросети короткого замыкания или перегрузки происходит нагрев электропроводки, что может привести к расплавлению изоляции электропроводов и пожару (рис. 4).

Заключение

Выявляемые нарушения руководители и ответственные лица, как правило, объясняют отсутствием финансирования. Вместе с тем в учреждениях образования ежегодно тратятся значительные средства на дорогостоящие электрофизические испытания, период проведения которых в среднем должен составлять от 3 до 6 лет, а не на техническое обслуживание электроустановок. Следует отметить, что в большинстве случаев испытания проводит одна и та же лаборатория, и результаты ее измерений часто не соответствуют фактическому положению дел. Эта проблема уже поднималась в журнале «Энергетическая стратегия» (№ 5, 2017).

Учреждения образования являются отдельными юридическими лицами, подчиненными отделам образования гор- и райисполкомов, в которых имеются хозяйственные группы. Однако и эти группы укомплектованы недостаточным количеством электротехнического персонала. Такое положение дел неприемлемо для крупных городов с развитой инфраструктурой образования, ведь наличие большого количества школ и детских садов требует соответственного объема работ по поддержанию в технически исправном состоянии электроустановок этих организаций.

По результатам проведенных обследований всем учреждениям образования выданы требования (предписания), ход выполнения которых взят на контроль. Кроме того, в вышестоящие организации направлены письма с требованиями об отстранении от выполнения должностных обязанностей в части эксплуатации электроустановок рабочих по комплексному обслуживанию зданий и сооружений, не имеющих группу по электробезопасности, а также об обязательности укомплектования структурных подразделений учреждений необходимым количеством электротехнического персонала.

В заключение хотелось бы добавить, что учреждения образования являются помещениями с массовым пребыванием детей, поэтому вопросам электробезопасности в них должно уделяться особое внимание. Практика показала, что только при грамотных подходах к эксплуатации электроустановок можно избежать аварий, пожаров и несчастных случаев.

В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

Публикация, открывающая рубрику, продолжает поднятую в журнале (№ 6, 2018) тему электрических контактных соединений. В статье исследуется явление переходного контактного сопротивления как одной из основных электрических характеристик контактного соединения. Одна из статей рубрики традиционно посвящена вопросам безопасной эксплуатации электроустановок. Автор рассматривает причины электротравматизма среди электротехнического персонала и напоминает требования к организации работ по наряду и распоряжению (включая кратковременные, неотложные и др.), а также работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации. Завершает рубрику материал, который адресован потребителям, планирующим изоляционные работы в тепловых сетях и системах теплоснабжения. Он поможет определиться с выбором теплоизоляции, оценив преимущества и недостатки каждого из ее видов.

Редакция журнала ждет ваших писем, вопросов и материалов по темам, наиболее актуальным для электротехнического и теплотехнического персонала потребителей.

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

Качество электрических контактных соединений

Одной из основных электрических характеристик, определяющих качество контактного соединения, является переходное контактное сопротивление.

Простое наложение контактных поверхностей соединяемых проводников не обеспечивает хорошего контакта, так как в действительности они соприкасаются лишь в немногих точках. Причина этого – неровность поверхности контактирующих элементов. Даже при тщательной шлифовке на ней остаются микроскопические возвышения и впадины (рис. 1), и действительная площадь соприкосновения во много раз меньше общей контактной поверхности.

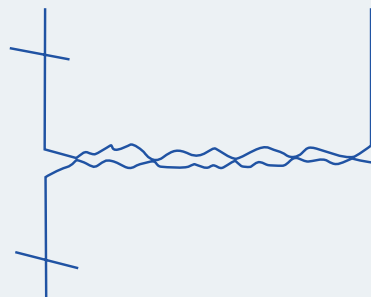


Рис. 1. Соприкасающиеся контактные поверхности

Из-за малой площади соприкосновения проводников сопротивление контактного соединения при прохождении тока всегда больше сопротивления сплошного проводника таких же размеров и формы. Полное сопротивление контактного соединения включает собственное сопротивление материала каждого из контактных элементов и сопротивление в месте их соприкосновения. Сопротивление в месте перехода тока с одной контактной поверхности на другую называется **переходным контактным сопротивлением**.

Переходное сопротивление зависит от материала контактов, силы прижатия их друг к другу, состояния контактной поверхности и температуры.

Опытным путем установлено, что сопротивление контакта не зависит от размера контактных поверхностей и определяется прежде всего силой давления (контактного нажатия).

Контактное нажатие – усилие, с которым одна контактная поверхность воздействует на другую. Число соприкосновений в контакте при нажатии быстро растет: даже при небольших давлениях происходит пластическая деформация, вершины выступов сминаются, и с возрастанием давления все новые точки приходят в соприкосновение. Вследствие увеличения площади

соприкосновения за счет смятия выступов переходное сопротивление уменьшается.

Число площадок и суммарная площадь соприкосновения проводников в контакте будут зависеть как от силы нажатия, так и от прочности материала контакта, его **временного сопротивления смятию**. При этом давление в контакте целесообразно увеличивать только до определенной величины, потому что при малых значениях давления переходное сопротивление уменьшается быстро, а при больших – почти не изменяется. Дальнейшее увеличение давления приведет к повреждению или разрушению контактных поверхностей.

Заметим, что после снятия контактного нажатия за счет остаточной деформации выступов переходное сопротивление становится меньше, чем при увеличении нажатия.

В значительной степени переходное контактное сопротивление зависит от **температуры**. При протекании тока контакт нагревается, и в результате переходное сопротивление возрастает. Однако оно увеличивается медленнее, чем удельное сопротивление материала

контакта: при нагреве снижается твердость материала и его временное сопротивление смятию, что способствует уменьшению переходного сопротивления.

С другой стороны, нагрев контакта влияет на процесс окисления контактных поверхностей. Окисные пленки большинства металлов не проводят электрический ток и резко повышают переходное сопротивление. При этом окисление поверхности контакта идет тем интенсивнее, чем выше температура.

Медь окисляется на воздухе при обычных температурах жилых помещений (около 20 °С). Образующаяся при этом окисная пленка не обладает большой прочностью и легко разрушается при сжатии. Особенно активное окисление меди начинается при температурах выше 70 °С.

Алюминиевые контакты на воздухе окисляются более интенсивно, чем медь. Они быстро покрываются пленкой оксида алюминия, которая является очень устойчивой и тугоплавкой и обладает довольно высоким сопротивлением – порядка 10^{12} Ом·см.

Значительные скачки температуры контактов могут иметь место при прохождении через них тока короткого замыкания. В случае превышения предельно допустимой температуры (для медных контактов – 300 °С, для алюминиевых – 200 °С) механическая прочность материала контактов резко уменьшается. Нагревание проходящим током может привести к расплавлению и привариванию контактов друг к другу, что часто можно наблюдать в автоматических выключателях.

Свойства контактного соединения могут меняться с течением времени. В процессе эксплуатации под действием разнообразных внешних и внутренних факторов переходное сопротивление контакта увеличивается. Нередко соединение ухудшается настолько, что становится источником аварии.

Таким образом, только новый, тщательно обработанный и защищенный контакт при достаточном давлении и допустимом температурном режиме имеет наименьшее возможное переходное контактное сопротивление.

Влияет ли **способ выполнения контактного соединения** на величину переходного сопротивления? Чтобы ответить на этот вопрос, совместно с персоналом электротехнической лаборатории электрического цеха филиала «Витебская ТЭЦ» РУП «Витебскэнерго» был организован эксперимент, в ходе которого с помощью микроомметра проведены измерения переходного сопротивления контактных соединений, выполненных различными способами.

Для проведения измерений были подготовлены отрезки медного провода сечением 1,5 мм² длиной 15 см. Затем провода попарно соединялись с помощью пайки, сварки, винтового клеммника, пружинного клеммника, СИЗ и болтового соединения (по два образца каждого типа; см. рис. 2). Учитывая, что свободные участки заготовок получились разного размера, из результатов измерений вычтена величина сопротивления этих участков, полученная расчетным способом. Итоговые результаты приведены в таблице.

Отметим, что приведенные в таблице значения не отражают величину переходного контактного сопротивления непосредственно в месте соединения – они включают и сопротивление участков проводов, расположенных в контакте, и сопротивление элементов соединения.

Как видно из таблицы, наименьшее переходное сопротивление показала пайка, наибольшее – пружинные клеммники. Вместе с тем величина сопротивления всех образцов оказалась гораздо меньше 0,05 Ом. Относительно высокое переходное сопротивление сварного соединения может быть

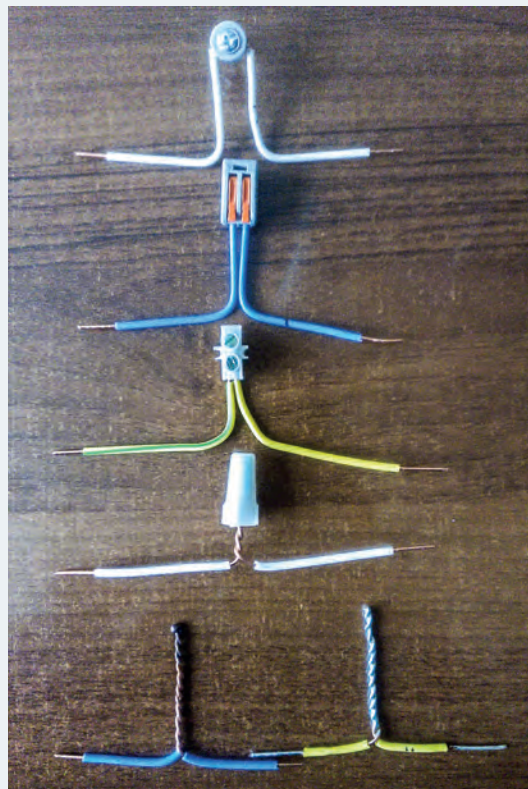


Рис. 2. Образцы проводов, соединенных разными способами

Вид контактного соединения	Измеренное значение сопротивления, мОм	
	Образец № 1	Образец № 2
Пайка	0,177	0,168
Сварка	0,843	1,09
Винтовой клеммник	0,327	0,24
Болтовое соединение	0,31	0,394
СИЗ	0,485	0,657
Пружинный клеммник	2,861	1,268

связано с нарушениями при его выполнении, так как процесс сварки достаточно сложен.

На практике вопрос о выборе способа соединения решается исходя из различных условий, таких как доступность места соединения, рабочий ток, скорость и стоимость монтажа, важность объекта и т.п. Для монтажного персонала в первую очередь важны быстрота и удобство выполнения контактных соединений, для эксплуатационного – их надежность и долговечность. Какой способ выбрать, специалисты определяют в зависимости от приоритетов предприятия.

И.Е. Сазонов, заместитель начальника Витебского МРО филиала ГУ «Госэнергогазнадзор» по Витебской области,
С.А. Ермолаев, начальник электрического цеха филиала «Витебская ТЭЦ» РУП «Витебскэнерго»

Организация безопасной эксплуатации электроустановок

Вопросы электробезопасности как системы организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества, признаются одними из наиболее важных во всех развитых странах и находятся под постоянным контролем на государственном уровне.

Статистика несчастных случаев с электротехническим персоналом вынуждает органы госэнергонадзора принимать усиленные меры по профилактике и повышенному контролю за состоянием электробезопасности на предприятиях и в организациях. Одним из важных условий безопасной эксплуатации электроустановок является соблюдение требований к организации работ, выполняемых электротехническим персоналом.

Причины электротравматизма среди электротехнического персонала

Анализ показывает, что электротравматизм находится в непосредственной связи с уровнем организации эксплуатации электроустановок. К прямому несоблюдению норм и правил работы в электроустановках в ряде случаев ведут их незнание или игнорирование, низкий уровень производственной и технологической дисциплины, отсутствие должной системы надзора и контроля со стороны руководства предприятия.

Причины травматизма среди электротехнического персонала условно можно разделить на технические и организационные.

К *техническим причинам* можно отнести:

- несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения;
- дефекты устройства электроустановок и защитных средств, возникшие при конструировании, изготовлении, монтаже или ремонте;
- неисправности установок, приспособлений и средств защиты, возникающие в процессе эксплуатации;
- несоблюдение технических мер безопасности при эксплуатации электроустановок;
- использование установок, принятых в эксплуатацию с нарушением установленного порядка.

К *организационным причинам* можно отнести:

- невыполнение или неправильное выполнение организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность производства работ;
- несоответствие выполняемой работы заданию;
- низкий уровень профессиональной подготовки персонала;
- небезопасность персонала средствами защиты;
- отсутствие контроля за проведением работ;
- нарушение работающими трудовой дисциплины;
- допуск к работе лиц, имеющих медицинские противопоказания.

Опыт показывает, что для обеспечения безопасной и безаварийной работы электроустановок необходимо так организовать их эксплуатацию, чтобы максимально исключить возможность ошибок со стороны обслуживающего персонала.

Требования к организации эксплуатации основаны на длительном опыте работы множества электроустановок и утверждены в виде ТКП 181-2009 (02230) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и ТКП 427-2012 (02230) «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Одной из главных задач любого предприятия является обеспечение правильной организации и должного учета работ, выполняемых электротехническим персоналом, а также контроля за их проведением.

Работы, выполняемые в электроустановках, производятся:

- по наряду;
- по распоряжению;
- в порядке текущей эксплуатации.

Организация работ по наряду

Наряд-допуск для работы в электроустановках (наряд) – задание на производство работы, оформленное на специальном бланке и определяющее состав бригады и работающих, ответственных за безопасное выполнение работы, с указанием их групп по электробезопасности, а также содержание и место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного выполнения работы и меры по подготовке рабочих мест.

Наряд выписывается в двух экземплярах, а при передаче его по телефону, радиосвязи, факсу, сети Интернет (локальной вычислительной сети) – в трех экземплярах. Один из них заполняет лицо, выдающее наряд, два других – лицо, принимающее текст в виде телефоно-, радиogramмы, факса, электронного сообщения и после обратной проверки указывающее на месте подписи лица, выдающего наряд, его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью. Во всех случаях один экземпляр наряда выдается производителю работ, второй – остается у лица, выдающего разрешения на подготовку рабочего места и на допуск.

Наряд выдается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Срок действия наряда может быть продлен один раз не более чем на 15 календарных дней со дня продления лицом, выдавшим наряд или имеющим право его выдачи в данной электроустановке.

Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток по месту регистрации и получения порядкового номера, после чего они могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии, несчастные случаи и другие инциденты, то эти наряды следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования.

Форма наряда-допуска для работы в электроустановках и указания по его заполнению приведены в приложении А ТКП-427.

Учет работ, выполняемых по нарядам, ведется в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям (рис. 1).

Форма журнала может быть дополнена или видоизменена с сохранением сведений, содержащихся в графах приведенного образца. Журнал должен быть пронумерован, прошну-

рован и скреплен печатью организации. Срок хранения журнала – 10 лет со дня регистрации в графе 8 полного окончания работы по последнему зарегистрированному в журнале наряду или распоряжению.

Организация работ по распоряжению

Распоряжение – задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, требования безопасности (при необходимости) и состав лиц, которым поручено ее выполнение, с указанием группы по электробезопасности.

Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня исполнителей. При необходимости продолжения работы, а также при изменении условий работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново.

По содержанию распоряжение не отличается от наряда, но в отличие от него оформляется не на бланке установленного образца, а в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям (рис. 1).

Распоряжение на работу отдается производителю работ и допускающему или лицу, выдающему разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе. В электроустановках, не имеющих постоянного оперативного персонала, в случаях, когда допуск на рабочем месте не требуется, распоряжение может быть отдано непосредственно исполнителю – работнику или бригаде. Для выдачи распоряжения могут использоваться средства связи.

В электроустановках по распоряжению могут проводиться работы на нетоковедущих частях, не требующие снятия напряжения и установки временных ограждений.

По распоряжению выполняют работы в электроустановках напряжением до 1000 В. В ряде случаев, определяемых ТКП-427, это могут быть и работы в электроустановках напряжением выше 1000 В. Это работы, выполняемые:

- на электродвигателе, от которого отсоединен кабель, при этом концы его накоротко замкнуты и заземлены;
- на генераторе, от вводов которого отсоединены шины и кабели;
- в РУ на выкаченных тележках КРУ, у которых шторки отсеков заперты на замок.

В то же время отдельные работы в электроустановках напряжением до 1000 В предписано выполнять по наряду. Это работы на сборных шинах РУ и присоединениях, по которым может быть подано напряжение на сборные шины.

На ВЛ по распоряжению могут выполняться работы на нетоковедущих частях, не требующих снятия напряжения, в том числе:

- подъем на опоры не выше 3 м (считая от уровня земли до ног работающего);
- откапывание стоек опоры на глубину до 0,5 м;
- работы без разборки конструктивных элементов опоры;
- расчистка трассы ВЛ, если не требуется принимать меры, предотвращающие падение на провода вырубаемых деревьев, а также если при обрезке веток деревьев исключено опасное приближение работающих к проводам и падение веток на провода.

Работы, выполнение которых предусмотрено по распоряжению, могут проводиться и по наряду. Решение об этом принимает лицо, выдающее наряд.

Кратковременные и неотложные работы

Оперативно-ремонтный персонал, обслуживающий электроустановку, или ремонтный персонал под его надзором могут выполнять в электроустановке кратковременные и неотложные работы:

- продолжительностью не более 1 часа без учета времени на подготовку рабочего места – по распоряжению;
- продолжительностью более 1 часа или если для выполнения работы требуется более 3 работающих, включая осуществляющего наблюдение, – по наряду.

Министерство _____
Организация _____
Цех, подстанция, участок _____

Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям

Номер распоряжения	Номер наряда	Место и наименование работы	Производитель работ, наблюдающий (Ф.И.О., группа по электробезопасности)
1	2	3	4

Окончание таблицы

Члены бригады (Ф.И.О., группа по электробезопасности)	Выдавший наряд, отдавший распоряжение (Ф.И.О., группа по электробезопасности)	К работе приступили (дата, время)	Работа закончена (дата, время)
5	6	7	8

Рис. 1. Форма журнала учета работ по нарядам и распоряжениям

К *кратковременным работам* относятся:

- отсоединение от электродвигателя или другого оборудования кабелей, проводов, шин или их присоединение;
 - работы в РУ в устройствах и цепях релейной защиты, электроавтоматики, телемеханики и связи, в том числе на фильтрах присоединения высокочастотной защиты и связи;
 - отсоединение или присоединение ВЛ 0,4 кВ, а также КЛ всех классов напряжений;
 - фазировка и проверка целостности цепей КЛ;
 - переключение ответвлений трансформатора;
 - протирка единичных изоляторов и масломерных стекол; отбор проб и доливка масла;
 - присоединение и отсоединение аппаратуры для очистки и сушки масла;
 - замена манометров воздушных выключателей;
 - проверка нагрева и вибрации токоведущих частей;
 - измерения с помощью электроизмерительных клещей.
- К *неотложным работам* относятся:
- устранение неисправностей, угрожающих нарушением нормальной работы электроустановок, каналов связи, СДТУ, ТАИ, электроснабжения потребителей или приведших к такому нарушению;
 - снятие посторонних предметов с проводов и шин, упавших деревьев, веток и т.п. с проводов ВЛ.

Единоличное выполнение работ

ТКП-427 также определяет условия, при которых разрешена единоличная (не в составе бригады) работа. Так, в электроустановках напряжением до 1000 В работающему, имеющему

группу по электробезопасности не ниже III, по распоряжению разрешается единолично выполнять:

- благоустройство территории ОРУ;
- скашивание и уборку травы, расчистку от снега дорог и проходов;
- ремонт и обслуживание устройств проводной радио- и телефонной связи, расположенных вне камер РУ на высоте не более 2,5 м;
- восстановление надписей на кожухах оборудования и ограждениях вне камер РУ;
- наблюдение за сушкой трансформаторов, генераторов и другого оборудования, выведенного из работы;
- обслуживание маслоочистительной и прочей вспомогательной аппаратуры при очистке и сушке масла;
- работы на электродвигателях и механической части вентиляторов и маслонасосов трансформаторов, компрессоров;
- проверку воздухоочистительных фильтров и замену сорбентов в них;
- проверку нагрева контактных соединений с помощью пирометров и тепловизоров;
- измерение вибрации электрических машин.

Работающий с группой по электробезопасности II единолично по распоряжению может выполнять уборку коридоров ЗРУ и помещений в электроустановках напряжением до и выше 1000 В, в которых токоведущие части ограждены, двери ячеек заперты на замок, а также уборку помещений щитов управления и релейных залов.

Работающий, имеющий группу по электробезопасности не ниже III, по распоряжению может единолично выполнять уборку в ОРУ.

УТВЕРЖДАЮ

(должность)

(наименование организации)

(подпись, Ф.И.О.)

«___» _____ 20__ г.

Перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации

№ п/п	Наименование работ	Место и характер выполняемых работ	Профессии и группы по электробезопасности
1	2	3	4

Окончание таблицы

Количественный состав бригады	Необходимые мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	Порядок регистрации работ
5	6	7

Лицо, ответственное за электрохозяйство _____

(подпись, Ф.И.О.)

Рис. 2. Форма перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации

По распоряжению также допускается выполнять работы по замене ламп и очистке светильников, расположенных на высоте до 2,5 м, в РУ одному работающему с группой по электробезопасности не ниже III, вне РУ – с группой по электробезопасности не ниже II.

На ВЛ одному работающему, имеющему группу по электробезопасности II и выше, допускается выполнять по распоряжению следующие работы:

- осмотр ВЛ в легкопроходимой местности в светлое время суток при благоприятной погоде;
- оценку состояния опор;
- проверку деревянных оснований опор около земли на предмет загнивания;
- восстановление постоянных надписей и знаков безопасности на опорах;
- измерение приборами габаритных расстояний от проводов до земли и инженерных сооружений;
- очистку площадок вокруг опор от сухой растительности и других горючих материалов;
- окраску бандажей крепления приставок.

Организация работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации

Работы, выполняемые в порядке текущей эксплуатации, – небольшие по объему (продолжительностью не более одной смены) ремонтные и другие работы по техническому обслуживанию электроустановок. Выполняются оперативно-ремонтным персоналом на закрепленном оборудовании в соответствии с перечнем, который составлен лицом, ответственным за электрохозяйство организации, и утвержден ее руководителем.

Образец оформления перечня работ, разрешенных к производству в порядке текущей эксплуатации, представлен на рисунке 2.

При оформлении перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, необходимо учитывать: условия обеспечения безопасности выполнения работ; возможность единоличного выполнения конкретных работ; квалификацию и количественный состав работающих; степень важности электроустановки (ее отдельных элементов) в технологическом процессе или системе электроснабжения организации.

Лицо, составляющее перечень работ, заранее определяет возможность их безопасного выполнения и несет ответственность за:

- достаточность и правильность указанных требований безопасности;

- качественный и количественный состав бригады;
- соответствие групп по электробезопасности работающих выполняемой работе.

В перечне указывается порядок регистрации работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации (оформление работы записью в оперативном журнале, сообщение вышестоящему оперативно-ремонтному персоналу о месте и характере, начале и окончании работы и т.п.). Также должны быть указаны работы, которые могут выполняться единолично.

К работам, выполняемым в порядке текущей эксплуатации в закрепленных электроустановках напряжением до 1000 В, могут быть отнесены:

- отсоединение, присоединение питающих кабелей и проводов электродвигателей, участков электросети и другого оборудования;
- ремонт магнитных пускателей, автоматических выключателей, рубильников, контакторов, кнопок управления, другой аналогичной пусковой и коммутационной аппаратуры при условии установки ее вне щитов управления и сборок;
- ремонт отдельных электроприемников (электродвигателей, электросветильников, электрообогревателей и т.п.);
- ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления;
- уход за щеточным аппаратом электрических машин;
- замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5 м;
- снятие и установка электросчетчиков, других электроизмерительных приборов и средств измерений.

Приведенный перечень работ не является исчерпывающим и может быть дополнен по решению руководителя организации.

Работа, выполняемая в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень, является постоянно разрешенной. Для ее выполнения не требуется дополнительных указаний, распоряжений, целевого инструктажа. Подготовка рабочего места при этом осуществляется теми работниками, которые в дальнейшем выполняют работы согласно перечню.

Заключение

Перечисленные требования являются основой организации безопасной эксплуатации электроустановок. Пренебрежение этими требованиями приводит к непоправимым последствиям, ценой которых порой является человеческая жизнь.

С.А. Циуля, начальник энергогазинспекции филиала ГУ «Госэнергогазнадзор» по Брестской области

Выбор тепловой изоляции для тепловых сетей и систем теплоснабжения

Современная промышленность выпускает значительное количество различных типов тепловой изоляции, в том числе для трубопроводов тепловых сетей и систем теплоснабжения. Однако информация о характеристиках изоляционных материалов и области их применения подчас бывает неполной, и выбор варианта теплоизоляции при проведении изоляционных работ

на теплооборудовании и трубопроводах не всегда оказывается верным. Как правило, преобладает критерий цены, а преимущества и недостатки разных видов изоляции учитываются не в полной мере. Цель статьи – помочь государственным инспекторам энергогазнадзора и потребителям сориентироваться в вопросах оценки и выбора тепловой изоляции.

Тепловая изоляция представляет собой защитную оболочку, оказывающую термическое сопротивление теплообмену любого рода – контактному или происходящему путем инфракрасного излучения.

Теплоизоляция трубопроводов как комплекс мероприятий направлена на воспрепятствование теплообмену транспортируемого по трубопроводам теплоносителя с окружающей средой. На практике определены следующие основные функции тепловой изоляции:

- защита человека от температуры поверхностей с целью исключения тепловых ожогов;
- сохранение температуры транспортируемой среды для поддержания технологического процесса;
- предотвращение снижения температуры теплоносителя ниже расчетных показателей при его транспортировке.

В настоящее время в основном применяются следующие виды тепловой изоляции трубопроводов и оборудования систем теплоснабжения и теплопотребления:

- из минеральной ваты (стекловаты);
- из базальтового волокна (каменной ваты);
- из армопенобетона (АПБ);
- из пенополиуретана (ППУ);
- из пенополимерминерала (ППМ, пенополимербетон);
- из вспененного пенополиэтилена;
- из пенополистирола (ППС, пенопласт);
- из вспененного каучука;
- жидкие утеплители.

Изоляция из минеральной ваты (стекловаты)

Справочно: Стекловата изготавливается из отходов стекольного производства, минвата – из кремнийсодержащих шлаков и силикатных отходов металлургии. Различия их свойств незначительны. Выпускаются в виде рулонов, прошивных матов, плит и опрессованных цилиндров. Теплопроводность 0,041–0,032 Вт/(м·°C), диапазон температур применения от –180 до +450 °C, на металлической сетке – до 700 °C. Материал абсолютно негорюч.

Плюсы:

- эластичность и прочность волокон;
- высокая устойчивость к термическому воздействию, агрессивным средам;
- достаточно низкая стоимость.

Минусы:

- свойство впитывать и постепенно накапливать влагу (в первую очередь конденсат);
- сложность раскроя и герметизации стыков при монтаже;
- ограниченная сфера применения (применяется на трубопроводах достаточно больших диаметров, не подходит для изоляции контура автономного отопления);
- необходимость качественной защиты изолируемого трубопровода от влаги, что повышает стоимость монтажных работ.

Изоляция из базальтового волокна (каменной ваты)

Справочно: Каменное волокно изготавливается из расплава габбро-базальтовых пород. Практически не горит, временно выдерживает воздействие температур до 900 °C. Имеет достаточно низкий коэффициент теплопроводности –

0,032–0,048 Вт/(м·°C), что сопоставимо с показателями полимеров. Эксплуатационные характеристики позволяют использовать этот материал не только для теплоизоляции трубопроводов, но и, к примеру, при обустройстве горячих дымоходов.

Плюсы:

- низкая теплопроводность;
- высокая гигроскопичность;
- негорючесть;
- высокая механическая прочность;
- низкая биологическая и химическая активность.

Минусы:

- сравнительно высокая стоимость;
- недостаточная герметичность из-за наличия стыковых швов;
- необходимость средств защиты органов дыхания при монтаже из-за вероятности образования базальтовой пыли;
- повышенная паропроницаемость (в некоторых случаях делает использование нецелесообразным).

Изоляция из армопенобетона

Справочно: АПБ относится к теплоизоляционным изделиям из ячеистых бетонов. Основным сырьем для него служат цемент, известь, кварцевый песок и др. Вводя в их смесь клееканифольный пенообразователь, получают пенобетон, в который для повышения прочности закладывают проволочную арматуру. Гидросиликаты кальция в составе пенобетона образуют на поверхности стальной трубы защитную пленку двуокиси железа. Теплопроводность до 0,05 Вт/(м·°C), предельная температура применения 300 °C.

Плюсы:

- высокая термостойкость (может использоваться в теплосетях, работающих по температурным графикам 95–70 °C и 150–70 °C);
- высокая прочность на сжатие (не менее 0,5 МПа);
- применение при всех видах прокладки, включая надземную, подземную канальную и бесканальную, практически без ограничений по глубине и во всех грунтовых условиях;
- высокие теплозащитные и антикоррозионные свойства;
- негорючесть;
- надежность, долговечность, экологичность, простота эксплуатации.

Минусы:

- дополнительные трудноучитываемые нагрузки на трубопровод вследствие того, что при его тепловом удлинении изоляция перемещается в грунте вместе с трубой;
- необходимость дополнительной гидроизоляции алюминиевой фольгой и винипластом.

Изоляция из пенополиуретана (ППУ)

Справочно: Полиуретан представляет собой эластичный полимер на основе продуктов нефтехимической промышленности. Теплоизоляционные конструкции из ППУ соответствуют требованиям действующих нормативных документов в части энергоэффективности тепловой изоляции и теплоизоляционных конструкций. Обладает самым низким коэффициентом теплопроводности среди перечисленных мате-

риалов – 0,032–0,035 Вт/(м·°C). Предельная температура не превышает 130 °C (с кратковременными пиками до 150 °C).

Плюсы:

- исключительно низкий коэффициент теплопроводности;
- невысокая плотность и масса;
- законченный комплект поставки (ППУ-изоляция поставляется в готовом к использованию виде, что упрощает и ускоряет монтаж);
- отличная влагозащитность, отсутствие необходимости дополнительной антикоррозионной обработки труб.

Минусы:

- ограниченная область применения ввиду невысокой термостойкости;
- низкая прочность на сжатие (0,3–0,4 МПа);
- деструктивное воздействие на металл трубы в случае повреждения оболочки (начинает медленно разрушаться, что резко усиливает действие коррозии);
- необходимость дополнительного слоя гидрозащиты или установки системы оперативного дистанционного контроля за уровнем увлажнения;
- низкая ремонтопригодность (в случае повреждения или увлажнения проблемный сегмент полностью заменяется, что удорожает эксплуатацию);
- высокая горючесть;
- высокая стоимость (иногда вдвое дороже минеральной ваты или АПБ);
- необходимость постоянного мониторинга.

Изоляция из пенополимерминерала (пенополимербетона)

Справочно: ППМ-изоляция представляет собой поверхностно закрытую ячеистую структуру из вспененного полиуретана, состоящую из трех слоев: внешнего плотного водонепроницаемого, среднего пористого и внутреннего плотного, прилегающего к поверхности трубы. Минеральные добавки увеличивают прочность ППМ, не изменяя его плотности. Жесткий наружный слой способен надежно защитить остальную изоляцию от механических повреждений при подземной прокладке трубопровода. Коэффициент теплопроводности 0,044 Вт/(м·°C), диапазон температур применения от –180 до +150 °C.

Плюсы:

- высокие теплоизоляционные свойства;
- механическая прочность (не требует защитной оболочки);
- паронепроницаемость и влагостойкость;
- высокая адгезия к поверхности металлических труб, защита их от внешней коррозии;
- диэлектрические свойства, исключают воздействие блуждающих токов на трубопровод;
- ускоренный монтаж теплотрассы;
- уменьшение строительных расходов;
- срок эксплуатации более 30 лет.

Минусы:

- невозможность выполнения полного цикла изготовления на строительной площадке;
- необходимость индивидуальной защиты сварных стыков и зачистки концевых участков;
- технологическое усложнение процесса разрезания длинных труб на фрагменты.

Изоляция из вспененного полиэтилена

Справочно: Вспененный полиэтилен – пластичный и прочный пористый полимер с ячеистой структурой, получаемый введением углеводородной газовой смеси в структуру полиэтилена. Коэффициент теплопроводности 0,035 Вт/(м·°C). Диапазон температур применения вспененного полиэтилена высокого давления (от –70 до +70 °C) ограничивает его использование для теплоизоляции трубопроводов систем теплоснабжения.

Плюсы:

- низкий коэффициент теплопроводности;
- хорошие амортизационные свойства;
- диэлектрические свойства;
- инертность (не вступает в химические реакции);
- легкость, гигроскопичность;
- относительно невысокая стоимость.

Минусы:

- узкий диапазон температур применения (при температуре выше 90 °C начинает плавиться, может использоваться в качестве изолирующего слоя поверх жаростойкого).

Изоляция из пенополистирола (пенопласта)

Справочно: Полистирол представляет собой очищенный побочный продукт нефтепереработки. Он имеет широкий спектр применения, но обычно используется для изготовления листов для тепло- и звукоизоляции. Коэффициент теплопроводности 0,032 Вт/(м·°C), диапазон температур применения от –100 до +70 °C. Как и вспененный полиэтилен, ППС непригоден для тепловой изоляции трубопроводов отопления.

Плюсы:

- доступность в разных формах и цветовых вариантах;
- возможность переработки.

Минусы:

- легковоспламеняемость;
- низкая механическая прочность;
- наличие в более «старом» составе опасных химикатов, которые выделяются под воздействием высоких температур;
- длительность процесса разложения после утилизации.

Изоляция из вспененного каучука

Справочно: Вспененный синтетический каучук с закрытопористой структурой – наиболее универсальный материал для сохранения тепла и холода. Изготавливается путем смешивания натурального и синтетического каучука с последующей вулканизацией, а жаростойкие свойства ему придают дополнительные примеси (сера, полиуретан и др.). Применяется для изоляции трубопроводов холодной воды и отопления, в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, холодильных системах. Рассчитан на диапазон температур от –200 до +150 °C.

Плюсы:

- универсальность, простота в обращении и при монтаже;
- пароизоляционные свойства (не требует дополнительного защитного слоя при изоляции труб отопления, проложенных внутри зданий);

- негорючесть;
- срок эксплуатации до 30 лет;
- относительно низкая стоимость;
- экологичность.

Минусы:

- сложность транспортировки большого объема материала.

Жидкие утеплители

Справочно: Жидкая теплоизоляция – это современный материал на акриловой или водной основе, состоящий из полых керамических, стеклянных или алюмосиликатных микросфер с разреженным воздухом внутри. В результате полимеризации образует плотную структуру с низкой теплопроводностью и высокой степенью гидроизоляции. Может наноситься на любые элементы, нуждающиеся в утеплении: фундамент, стены, кровлю.

Плюсы:

- снижение расходов на отопление на 25–30 % при отделке фасада здания;
- способность полностью отражать до 95 % солнечного излучения, тем самым обеспечивая прохладу в помещении в летний период;
- защита инженерных систем (водоснабжения, вентиляции, кондиционирования или отопления) от образования конденсата при покрытии сверхтонким слоем;
- простота нанесения (можно выполнить при помощи обычного валика, кисти или шпателя, а также способом напыления);

- антикоррозионные, гидро- и пароизоляционные, противогрибковые свойства;
- эффективная защита даже при сверхвысоких температурах (до 220 °С) без потери физических свойств;
- идеальная адгезия к любой поверхности (бетон, кирпич, пластик, дерево и т.д.).

Минусы:

- возможное промерзание откосов и стыков в панельных домах в холодный период при неправильном нанесении или невыполнении рекомендаций изготовителя;
- возможное появление трещин при использовании отдельных видов жидкой изоляции на фасаде зданий из-за сдвига точки росы при производстве материала;
- ограниченность сферы использования некоторых видов (только для гидроизоляции металлических конструкций);
- невозможность нанесения при нарушении технологии приготовления раствора (при добавлении воды сверх указанных норм изоляция стекает).

Конечно же, это не полный перечень видов тепловой изоляции, применяемых в современных системах теплоснабжения и теплоснабжения. Более подробно с новыми типами теплоизоляции, областью их применения и техническими характеристиками можно ознакомиться в каталогах заводов-изготовителей или у специалистов проектных организаций.

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

Новые издания

Стандарты ГПО «Белэнерго»:

- ✓ СТП 33240.10.384-19
«Нормативы расхода материалов на ремонт и техническое обслуживание воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ»
- ✓ СТП 33240.05.836-19
«Нормы времени на ремонт и техническое обслуживание кабельных линий электропередачи напряжением 35–110 кВ»
- ✓ СТП 33240.10.389-19
«Нормы потребности во вспомогательных материалах и расхода материалов, изделий на капитальные, текущие ремонты и техническое обслуживание комплектных, мачтовых, столбовых трансформаторных подстанций напряжением 10/0,4 кВ и воздушных линий 0,4–10 кВ»

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДИСТАНЦИЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация

Использование нейронных сетей в электроэнергетике позволяет повысить эффективность процесса производства и распределения электроэнергии, управлять безопасностью и режимами функционирования энергосистем. В статье рассмотрены основные задачи, решаемые нейрокомпьютерами в современных энергосистемах, и возможности использования нейронных сетей для прогнозирования энергопотребления.

Annotation

The use of neural networks in the power industry allows to increase the efficiency of the process of production and distribution of electricity, to manage the security and modes of functioning of power systems. The article describes the main tasks solved by neurocomputers in modern power systems, and the possibility of using neural networks to predict energy consumption.

Статья поступила в редакцию 6 февраля 2019 года

Нейронные сети и их обучение

Искусственные нейронные сети (ИНС), подобно биологическим, представляют собой вычислительные системы с огромным числом параллельно функционирующих простых процессоров, имеющих множество связей. Несмотря на то что при построении таких сетей обычно делается ряд допущений и значительных упрощений, отличающих их от биологических аналогов, искусственные нейронные сети демонстрируют удивительное число свойств, присущих мозгу, – это обучение на основе опыта, обобщение, извлечение существенных данных из избыточной информации, принятие решений при множестве заданных условий. Обученная сеть может быть устойчивой к некоторым отклонениям входных данных,

что позволяет ей правильно «видеть» образ, содержащий различные помехи и искажения.

Сегодня существует большое число конфигураций нейронных сетей с различными принципами функционирования, которые ориентированы на решение самых разных задач. В качестве примера рассмотрим многослойную полносвязную нейронную сеть прямого распространения, которая широко используется для поиска закономерностей и классификации образов.

Обычно обучение нейронной сети осуществляется на некоторой выборке [1]. По мере прохождения процесса обучения, который задается определенным алгоритмом, сеть должна все лучше и правильнее реагировать на входные сигналы.

Выделяют три типа обучения: с учителем, самообучение и смешанное об-



А.В. ДРОБОВ,
м.т.н., преподаватель,
аспирант кафедры «Локомотивы»
Белорусского государственного
университета транспорта



В.Н. ГАЛУШКО,
к.т.н., доцент кафедры
«Электротехника» Белорусского
государственного университета
транспорта

учение. В первом случае известны правильные ответы к каждому входному примеру, а веса синапсов подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку. Обучение без учителя позволяет распределить образцы ответов по категориям за счет раскрытия внутренней структуры

и природы данных. При смешанном обучении комбинируются два вышеназванных подхода.

Существует большое число алгоритмов обучения, ориентированных на решение разных задач [2]. Среди них выделяют алгоритм обратного распространения ошибки, который является одним из наиболее современных и успешно применяемых. Его основная идея заключается в том, что изменение весов синапсов происходит с учетом локального градиента функции ошибки. Разница между полученными и правильными ответами, определяемыми на выходном слое нейронной сети, распространяется в обратном направлении – навстречу потоку сигналов. В итоге каждый нейрон способен определить вклад каждого своего веса в суммарную ошибку сети. Простейшее правило обучения соответствует методу наискорейшего спуска, то есть изменения синаптических весов пропорциональны их вкладу в общую ошибку.

Применение нейронных сетей и их преимущества

В последнее время предпринимаются активные попытки объединения ИНС и экспертных систем. При таком подходе нейронная сеть может реагировать на большинство относительно простых случаев, а остальные передаются для рассмотрения экспертной системе. В результате сложные случаи анализируются на более высоком уровне, при необходимости – со сбором дополнительных данных или даже с привлечением экспертов.

Области применения нейронных сетей весьма разнообразны – это распознавание изображений, текста и речи, семантический поиск, анализ текстов, экспертные системы и системы поддержки принятия решений, разного рода прогнозы (например, предсказание курсов акций), системы безопасности.

Способность нейронной сети к прогнозированию является прямым следствием ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть может предсказывать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений и/или каких-либо факторов, действующих в настоящий момент.

Нейронные сети имеют существенные преимущества перед традиционными вычислительными системами. Они способны

решать задачи при неизвестных закономерностях, устойчивы к шумам во входных данных, хорошо адаптируются к изменениям окружающей среды, обладают потенциально сверхвысоким быстродействием.

Кроме того, при аппаратной реализации нейронная сеть потенциально отказоустойчива. Это значит, что при неблагоприятных условиях ее производительность падает незначительно. Например, если поврежден какой-то нейрон или его связи, затрудняется только извлечение запомненной информации.

Нейросетевые технологии в энергосистемах

Повышение надежности и эффективности функционирования энергетических систем, снижение потерь электроэнергии являются основными задачами, стоящими перед современной энергетикой.

Разработанные до настоящего времени модели энергосистемы и методы оптимизации ее работы не полностью отражают фактическое положение дел. Создание модели, приближенной к реальным условиям, должно прежде всего решать задачу планирования и управления режимами, в которой некоторые параметры целевой функции и ограничений являются случайными величинами. Оптимизация работы энергетических систем основана на минимизации затрат, связанных с их развитием.

Общим критерием оптимальности управления энергосистемой может служить суммарный ущерб, обусловленный недоотпуском электроэнергии и ухудшением параметров режима в аварийном и послеаварийном режимах.

Применение нейронных сетей в электроэнергетике позволяет повысить эффективность процесса производства и распределения электроэнергии, управлять безопасностью и режимами функционирования энергосистем. Среди основных задач, решаемых нейрокомпьютерами в современных энергетических системах:

- предсказание нагрузки;
- прогнозирование температуры окружающей среды с целью предсказания нагрузки и температуры нагрева;
- управление потоками электроэнергии в сетях;

Таблица 1. Входные данные для обучения ИНС

Месяц	$T_{\text{ср}}$	$N_{\text{тр}}$	$L_{\text{л}}$	$K_{\text{в}}$
Январь	-7,37	2	80	11
Февраль	-0,91	2	80	8
Март	5,4	2	80	11
Апрель	8,69	2	80	11
Май	14	2	80	12
Июнь	16	2	80	9
Июль	21	2	80	10
Август	18,9	2	80	10
Сентябрь	13,24	2	80	8
Октябрь	6,2	2	80	8
Ноябрь	0,87	2	80	12
Декабрь	-2,61	2	80	11

- контроль максимальной мощности;
- регулирование напряжения;
- диагностика состояния оборудования энергосистем;
- мониторинг безопасности энергосистем;
- обеспечение защиты трансформаторов;
- обеспечение устойчивости, оценка динамического состояния и диагностика синхронных генераторов;
- управление турбогенераторами;
- управление сетью синхронных генераторов.

Ранее некоторые из этих задач решались статистическими и численными методами, с помощью имитационного моделирования. Но развитие технологии нейросетей позволило расширить круг решаемых задач по оценке состояния энергосистемы. Этот тезис получил подтверждение при разработке нейронной сети для прогнозирования работы Барановичской дистанции электроснабжения Белорусской железной дороги.

Алгоритм обучения нейронной сети

С целью прогнозирования потребления электроэнергии на дистанции электроснабжения в программном пакете Matlab была создана ИНС. В различных задачах прогнозирования набор исходных факторов определяется по-разному. В нашем исследовании использовались следующие данные:

- предшествующие наблюдения нагрузки по счетчикам электроэнергии;

Таблица 2. Целевые данные

Месяц	W, кВт·ч
Январь	12 715
Февраль	11 500
Март	10 328
Апрель	8937
Май	6927
Июнь	8140
Июль	5673
Август	8316
Сентябрь	8560
Октябрь	5887
Ноябрь	7148
Декабрь	8507

Таблица 3. Результаты обучения ИНС

Месяц	W, кВт·ч
Январь	12 714
Февраль	11 773
Март	10 328
Апрель	8937
Май	6927
Июнь	7023
Июль	5673
Август	8917
Сентябрь	8560
Октябрь	5887
Ноябрь	7148
Декабрь	8507

- температура окружающей среды (электропотребление растет в холодные дни, когда включаются электронагревательные устройства, и в жаркие дни, когда работают кондиционеры);
- количество праздничных дней в месяце (долгота дня значимо не влияла на результаты).

Входные данные для обучения ИНС представлены в таблице 1.

В качестве входных данных были приняты следующие величины: T_{cp} – средняя температура за месяц; $N_{тр}$ – число трансформаторов; L_n – длина линии электропередачи; K_b – количество выходных и праздничных дней в месяце.

В качестве целевых были приняты данные о потреблении электроэнергии трансформаторными подстанциями. В таблице 2 приведены целевые данные для ТП-302 за год на основании отчета о научно-технической работе по расчету величины технологического расхода электрической энергии на ее транспортировку по электрическим сетям.

ИНС, созданная в рабочем окне Matlab с помощью редактора New, состоит из трех слоев: первый слой имеет 100 нейронов, второй и третий – по одному нейрону (см. рисунок). Тип сети – feed-forward

backprop (сеть с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки). Функции, выбираемые при создании ИНС в рабочем окне Matlab:

- функция обучения – TRAINLM (метод Левенберга–Марквардта);
- функция выполнения – MSE (среднеквадратичная ошибка);
- функция настройки для режима адаптации – LEARNXGDM (обучающая функция градиентного спуска с учетом моментов);
- функции активации:
 - для первого слоя – LOGSIG (логистическая);
 - для второго слоя – PURELIN (линейная);
 - для третьего слоя – TANSIG (гиперболический тангенс).

С помощью вкладки Weights корректируются веса нейронов относительно исходных входных данных. Функцией Train задаются параметры обучения. Процесс обучения проводится несколько раз до достижения заданной точности результатов, так как с каждым разом ИНС все более точно моделирует выходные данные. Полученные результаты моделирования и ошибки выводятся в рабочую область Matlab. После того как было проведено

обучение ИНС, ее можно использовать в практических целях.

Результаты, полученные после обучения ИНС, приведены в таблице 3.

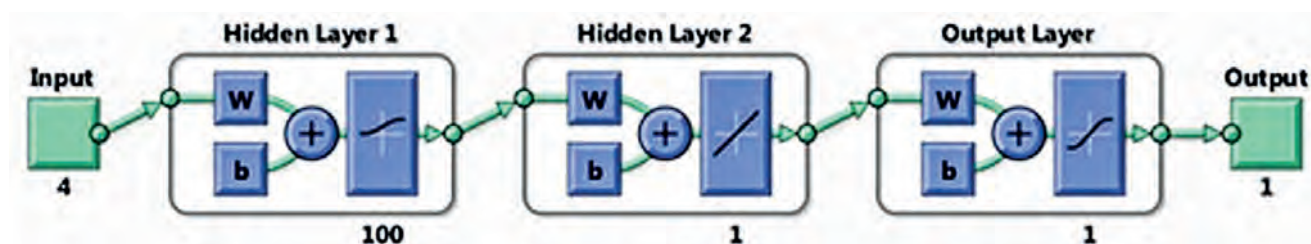
Просуммировав данные в таблицах 2 и 3, сравним целевой и прогнозный показатели. Годовое потребление электроэнергии трансформаторной подстанции дистанции электроснабжения по счетчикам составило 102 638 кВт·ч, а прогнозное значение, полученное с помощью ИНС, – 102 395 кВт·ч. Таким образом, погрешность моделирования ИНС составила менее 0,3 %, что является вполне точным результатом для целей прогнозирования энергопотребления.

Выводы

Созданная интеллектуальная нейронная сеть дает достаточно точный прогноз при условии достоверности входных данных и может быть легко адаптирована к изменениям в энергосистеме любой дистанции электроснабжения. Дальнейшим направлением развития ИНС является повышение точности прогнозирования за счет более качественной предварительной подготовки входных данных, использования других методов обучения ИНС либо сочетания ее применения с экспертным анализом полученных данных.

Список литературы

1. Каменев, А.С. Нейроимитирование как инструмент интеллектуализации энергoinформационных сетей / А.С. Каменев, С.Ю. Королев, В.Н. Соколуценко; под ред. В.В. Бушуева. – М.: ИЦ «Энергия», 2012. – 124 с.
2. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст]: пер. с польск. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.



Трехслойная структура ИНС

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЛЭП 6–35 КВ С ОДНОСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ ПО ТОКУ ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Аннотация

В статье рассмотрен алгоритм выявления зоны двухфазного короткого замыкания по методу с контролем токов обратной последовательности. Метод позволяет повысить чувствительность к несимметричным коротким замыканиям микропроцессорной токовой защиты линий электропередачи напряжением 6–35 кВ с односторонним питанием. Данный способ определения зоны несимметричных повреждений в первую очередь предназначен для длинных линий, когда величины токов короткого замыкания на их концах различаются не менее чем в несколько раз.

Annotation

In the present article the authors considered an algorithm for detecting a two-phase short circuit zone using a method with control of negative phase-sequence currents. This method allows increasing the sensitivity to asymmetrical short circuits of microprocessor current protection of the power lines of distribution networks of 6–35 kV with one-sided power supply. This method of determining the zone of asymmetrical faults is primarily intended for the long power lines, when the short-circuit current values at their ends differ at least several times.

Статья поступила в редакцию 22 марта 2019 года



Ф.А. РОМАНИУК,
член-корр. НАН Беларуси, д.т.н.,
профессор БНТУ



Е.В. БУЛОЙЧИК,
к.т.н., доцент БНТУ



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

Введение

Для линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 6–35 кВ с односторонним питанием в [1] предложена микропроцессорная токовая защита, в основе выполнения которой токовый принцип сочетается с элементами дистанционного. Ее отличительными особенностями являются:

- использование информации о виде и зоне повреждения;
- выполнение защиты с двумя степенями;
- реализация последней ступени с линейно зависимой выдержкой времени.

С целью повышения чувствительности микропроцессорной токовой защиты к несимметричным коротким замыканиям (КЗ) на сильно нагруженных линиях в [2] предложено снабдить ее дополнительной ступенью, реагирующей на ток обратной последовательности.

Для обеспечения быстрого отключения поврежденных участков токовая защита обратной последовательности (ТЗОП) выполняется с линейно зависимой характеристикой выдержки времени, которая нарастает пропорционально расстоянию до места несимметричного повреждения.

Зона повреждения на участке ЛЭП с односторонним питанием может быть определена по относительному значению расстояния от места, где установлена защита, до точки повреждения l_* . Если $l_* \leq 1$, то зона КЗ расположена на контролируемом участке линии, в противном случае она находится за его пределами. При несимметричных КЗ зона повреждения может определяться на основе контроля тока обратной последовательности I_2 [2, 3].

Алгоритм работы защиты с функцией выявления зоны короткого замыкания по току обратной последовательности

Если предположить, что изменение тока обратной последовательности в функции длины линии $I_2 = f(l)$ при двухфазных КЗ носит спадающий характер, как показано на рисунке 1, то $1/I_2$ и l будут связаны линейной зависимостью $1/I_2 = f(l)$, изображенной на указанном рисунке линией 3.

Если представить зависимость $1/I_2 = f(l)$ как уравнение прямой линии, проходящей на плоскости через две точки с координатами $[0, 1/I_{2(0)}]$ и $[1, 1/I_{2(1)}]$, и разрешить его относительно I_2 , то после несложных преобразований получим выражение для расчета тока обратной последовательности в режимах несимметричных КЗ при различных значениях l :

$$I_2 = \frac{I_{2(0)} \cdot I_{2(1)}}{I_* \cdot (I_{2(0)} - I_{2(1)}) + I_{2(1)}} \quad (1)$$

где $I_{2(0)}$ и $I_{2(1)}$ – действующие значения токов обратной последовательности при двухфазных КЗ в точках при $l = 0$ и $l = 1$ соответственно. Эти значения численно равны действующим величинам полных токов поврежденных фаз при металлических двухфазных КЗ в соответствующих точках и рассчитываются с использованием известных методов.

Величины тока обратной последовательности I_2 при двухфазных КЗ в различных точках участка ЛЭП определены по выражению (1) при заданных значениях $I_{2(0)}$ и $I_{2(1)}$ и представлены на рисунке 1 в виде зависимости 1. Здесь же изображена аналогичная зависимость 2, полученная методом вычислительного эксперимента в результате реализации математической модели режимов двухфазных повреждений на участке ЛЭП распределительной сети 6–35 кВ с односторонним питанием.

Анализ зависимостей 1 и 2 свидетельствует о небольших различиях значений токов обратной последовательности, полученных расчетным и экспериментальными методами. Это может служить основанием для использования формулы (1) для решения обратной задачи – определения зоны повреждения на участке ЛЭП по относительному значению расчетного расстояния от места установки устройства защиты до точки КЗ l_* при известном значении I_2 . Из (1) получим

$$I_{*p} = \frac{I_{2(1)}}{I_{2(0)} - I_{2(1)}} \cdot \left(\frac{I_{2(0)}}{I_2} - 1 \right) \quad (2)$$

Достоверность установления зоны повреждения определяется точностью расчета l_* по (2), которая зависит от ряда факторов. Одним из них является погрешность выделения тока обратной последовательности I_2 . Если поврежденный участок расположен близко к месту установки ТЗОП, трансформатора

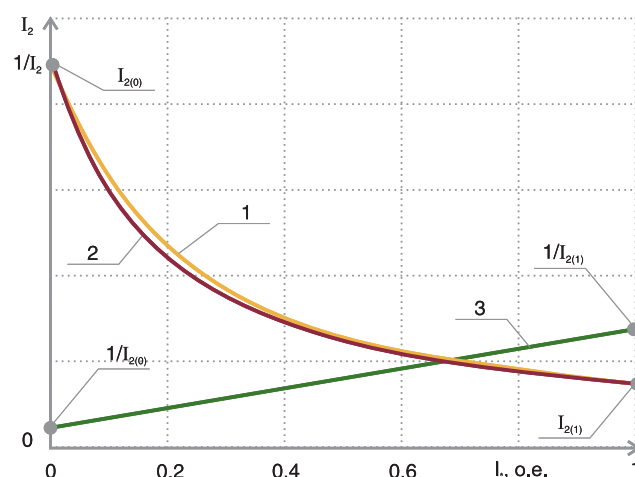


Рис. 1. Характеристики изменения тока обратной последовательности при двухфазных КЗ:

1 – расчетная зависимость; 2 – экспериментальная зависимость; 3 – зависимость $1/I_2 = f(l)$

торы тока могут работать в режимах насыщения или схожих с ними рабочих режимах. В этом случае погрешности формирования I_2 и, соответственно, определения l_* могут быть существенными. Однако если они не превысят предельно допустимых значений, то селективность действия защиты нарушаться не будет.

При повреждениях в конце участка ЛЭП $I_2 = I_{2(1)}$. Если $I_{2(0)}$ и $I_{2(1)}$ будут незначительно отличаться по величине, то $(I_{2(0)} - I_{2(1)}) \rightarrow 0$, а $I_{2(0)}/I_{2(1)} \rightarrow 1$ и вычислительная погрешность l_* может превысить предельно допустимую и достоверно установить зону повреждения будет затруднительно. Во избежание подобных ситуаций необходимо, чтобы численное значение отношения $I_{2(0)}/I_{2(1)}$ было по крайней мере не меньше 2. Указанное отношение определяется главным образом параметрами участка ЛЭП, в значительной степени – его длиной. Это обстоятельство накладывает ограничения на область использования предлагаемого метода.

На точность определения l_* также оказывают влияние нагрузочные токи, которые при несимметричных КЗ вносят дополнительную погрешность в формирование I_2 . Частично компенсировать их влияние можно следующим образом. Выделив из действующих значений разностей фазных токов I_{ab} , I_{bc} и I_{ca} наибольшее $I_{\max}$, среднее I_{mid} и минимальное $I_{\min}$, формируют три новых вектора тока $\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$ и $\dot{I}_3$ в соответствии с выражениями

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_{\max}, \\ \dot{I}_2 &= \dot{I}_3 = \frac{\dot{I}_{\text{mid}} + \dot{I}_{\min}}{2}. \end{aligned} \quad (3)$$

По синусным и косинусным ортогональным составляющим (ОС) векторов $\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$ и $\dot{I}_3$ вычисляют отсчеты синусной i_{s2} и косинусной i_{c2} ОС тока обратной последовательности согласно [4, 5], после чего определяют действующее значение I_2 . Это обеспечивает частичную компенсацию влияния нагрузочных токов на l_* , а при металлических двухфазных КЗ влияние токов полностью исключается.

Наиболее существенные отклонения l_* от фактических значений обусловлены переходными сопротивлениями в месте повреждения, которые влекут дополнительную относительную несимметрию токов I_{ab} , I_{bc} и I_{ca} , зависящую от величин этих со-

противлений. Частичная компенсация влияния данного фактора может быть достигнута за счет коррекции тока I_2 с помощью поправочного коэффициента, определенного с учетом указанной несимметрии разностей фазных токов I_{ab} , I_{bc} и I_{ca} .

В радиальной сети с одним источником питания (рис. 2), включающей две ЛЭП (L_1 и L_2), зона повреждения, контролируемая защитой A_1 , может находиться на L_1 или на L_2 .

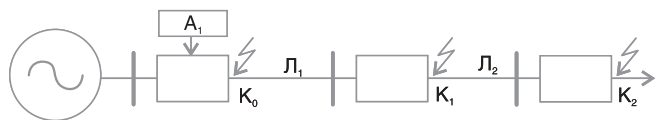


Рис. 2. Схема радиальной сети с одним источником питания

Вначале предполагается, что зона повреждения находится на линии L_1 . По формуле (2) с использованием значений токов обратной последовательности $I_{2(0)}$ и $I_{2(1)}$ в точках K_0 и K_1 соответственно, а также сформированного текущего значения I_2 рассчитывается величина относительного расстояния от начала L_1 до точки КЗ I_{p1} . Если $I_{p1} \leq 1$, то общее расстояние от места установки защиты A_1 до места повреждения $I_p = I_{p1}$. В противном случае КЗ находится на линии L_2 и относительное расстояние от ее начала до точки КЗ I_{p2} рассчитывается по (2) с использованием значений токов обратной последовательности $I_{2(1)}$ и $I_{2(2)}$ в точках K_1 и K_2 соответственно с учетом полученного текущего значения I_2 . Если $I_{p2} \leq 1$, то общее относительное расстояние от места установки защиты до места повреждения $I_p = 1 + I_{p2}$. При $I_{p2} > 1$ зона повреждения находится за пределами линии L_2 . Если $I_{p2} < 0$, то принимается $I_p = 1$.

Для повышения достоверности определения I_p текущее значение тока обратной последовательности I_2 корректируется путем умножения на поправочный коэффициент K_n . Значение коэффициента вычисляется на основе относительной несимметрии разностей фазных токов ΔI , определяемой согласно [6]:

$$\Delta I = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\min}}. \quad (4)$$

При металлических двухфазных КЗ на нагруженной ЛЭП и относительно малых значениях переходного сопротивления, когда уровень относительной несимметрии $\Delta I \geq 0,95$, необходимость в коррекции отсутствует ($K_n = 1$). При $\Delta I < 0,95$ поправочный коэффициент определяется согласно выражению, полученному по результатам большого количества вычислительных экспериментов:

$$K_n = 2 - \Delta I. \quad (5)$$

При двухфазных КЗ на ненагруженной ЛЭП коррекция на основе относительной несимметрии токов ΔI не представляется возможной, так как независимо от уровней переходных сопротивлений и места повреждения ΔI практически не изменяется ($\Delta I = 1$). Использовать с целью коррекции вычисленные иным образом значения относительной несимметрии затруднительно по той же причине либо, напротив, из-за значительного разброса их значений. При этом в указанном режиме принятое выражение для поправочного коэффициента не повлияет на результат расчета I_p , что исключает необходимость выявления вида нагрузочного режима для достоверного установления зоны КЗ.

На рисунке 3 показаны относительные погрешности δ определения расчетного расстояния I_p до точки двухфазного металлического КЗ ($R_n/Z_n = 0$) на нагруженной и ненагруженной линиях по току обратной последовательности согласно (2) и (3). На рисунках 4 и 5 показаны аналогичные зависимости при двухфазных КЗ на нагруженной линии через переходное сопротивление ($R_n/Z_n > 0$) с проведением коррекции тока обратной последовательности (рис. 4) и без нее (рис. 5).

Следует отметить, что область допустимых значений δ , при которых обеспечивается достоверное установление зоны повреждения, ограничивается кривой предельных погрешностей (рис. 3–5, зависимость 1). Если при КЗ на защищаемой линии ($I_p \leq 1$) значения δ лежат в области ниже кривой 1, а при КЗ на смежной линии ($I_p > 1$) – выше этой кривой, то зона повреждения будет устанавливаться достоверно. При любых других расположениях δ зона КЗ будет определяться неверно, в результате чего значение I_p может быть завышенным или заниженным.

При металлических ($R_n/Z_n = 0$) двухфазных КЗ в пределах $I_p \leq 0,61$ на ненагруженной линии при определении I_p характерно занижение расчетного расстояния до точки повреждения, а при удаленных КЗ ($I_p > 0,61$) – завышение с погрешностью до 3,5 % (рис. 3, зависимость 2). При наличии нагрузочных токов происходит занижение результатов расчета расстояния до точки повреждения независимо от его местоположения. Погрешность определения I_p при КЗ в конце защищаемой линии составляет до 5 %, а при удаленных повреждениях ($I_p \geq 1,05$) – не выходит за пределы кривой предельных погрешностей. При этом в обоих случаях коррекция тока обратной последовательности не производится, так как для этих режимов характерно $\Delta I \geq 1$ [6]. Различие в результатах частично можно объяснить влиянием нагрузочных токов на насыщение и, следовательно, возникающими в результате этого погрешностями преобразования измерительных трансформаторов тока. При большой кратности тока КЗ по отношению к нагрузочному погрешности определения I_p в обоих случаях будут близкими. По мере удаления точки повреждения от места установки защиты, а также с увеличением удельного содержания тока нагрузки разница в погрешностях возрастает.

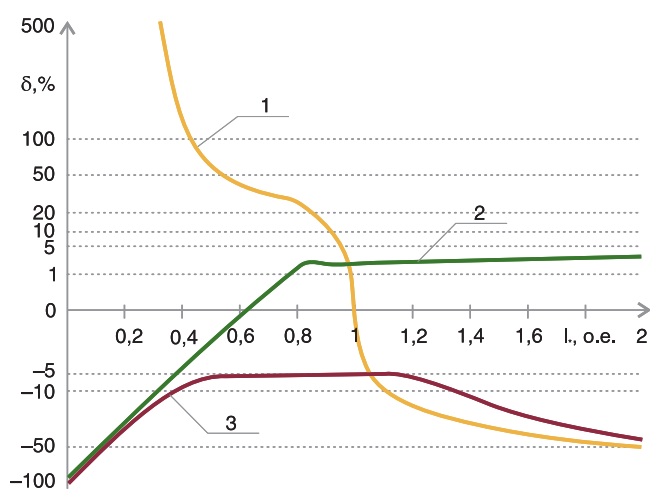


Рис. 3. Относительные погрешности определения расчетного расстояния до точки повреждения I_p при двухфазных металлических КЗ: 1 – кривая предельных погрешностей; 2 – ненагруженный режим; 3 – нагрузочный режим

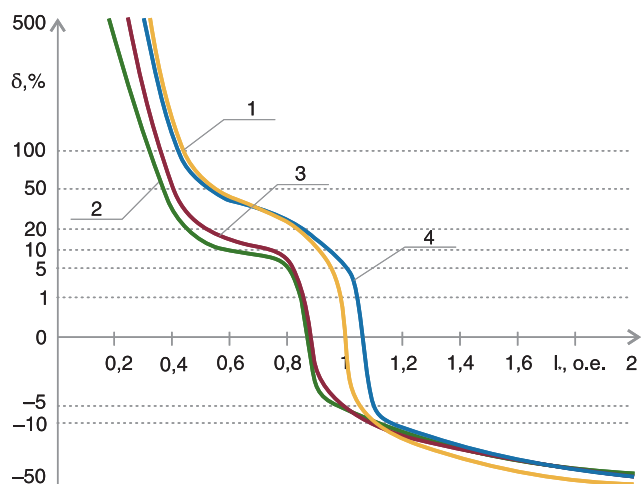


Рис. 4. Относительные погрешности определения расчетного расстояния до точки повреждения I_p при двухфазных КЗ через переходное сопротивление с использованием коррекции токов обратной последовательности: 1 – кривая предельных погрешностей; 2 – $R_n/Z_n = 0,5$; 3 – $R_n/Z_n = 1$; 4 – $R_n/Z_n = 2$

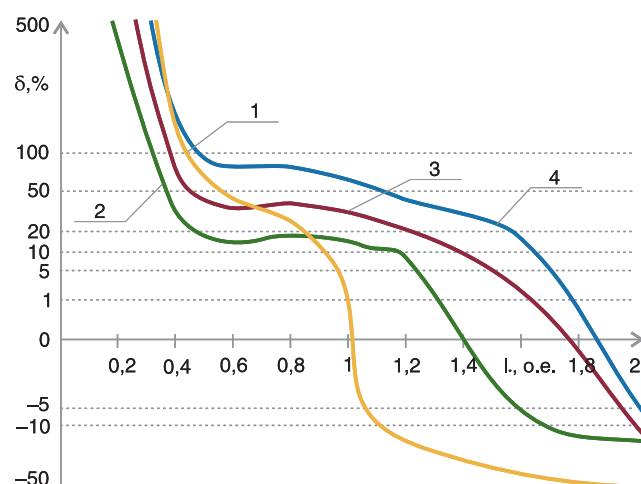


Рис. 5. Относительные погрешности определения расчетного расстояния до точки повреждения I_p при двухфазных КЗ через переходное сопротивление без использования коррекции токов обратной последовательности: 1, 2, 3, 4 – то же, что на рисунке 4

Наличие переходного сопротивления приводит к увеличению погрешностей определения I_p : они тем больше, чем выше отношение R_n/Z_n , независимо от наличия нагрузочных токов (рис. 4, 5). Как было отмечено ранее, при повреждении на ненагруженной ЛЭП коррекция тока обратной последовательности не производится, и с ростом R_n/Z_n будет возрастать и степень завышения расчетной удаленности I_p . Это приведет к замедлению срабатывания устройства ТЗОП, действующего с выдержкой времени.

В нагрузочном режиме при наличии в месте повреждения переходных сопротивлений различного уровня значение относительной несимметрии ΔI уменьшается по мере удаления точки КЗ от места установки защиты [6]. При этом в случае возникновения повреждения ближе к концу защищаемой ЛЭП и в пределах смежной будет производиться коррекция тока обратной последовательности I_2 путем его умножения на поправочный коэффициент K_n , рассчитанный согласно (5).

Анализ зависимостей, приведенных на рисунках 4 и 5, позволяет сделать вывод, что введение коррекции обеспечивает повышение достоверности установления зоны повреждения при КЗ на нагруженной ЛЭП 6–35 кВ за счет более точного определения I_p .

Следует отметить, что расположенные ниже предельной кривой отрицательные погрешности, характерные как для металлических КЗ на нагруженной ЛЭП (без коррекции токов обратной последовательности), так и для КЗ через переходное сопротивление (с коррекцией), могут явиться причиной недостоверного установления зоны КЗ и неселективного действия защиты ЛЭП. Подходы, гарантирующие достоверное определение зоны повреждения в таких ситуациях, изложены в [7]. При этом величина и знак погрешности определения расчетного расстояния I_p при КЗ на защищаемой линии с использованием коррекции тока обратной последовательности позволяют теоретически иметь на 100 % достоверную зону повреждений при переходных сопротивлениях вплоть до $R_n/Z_n \leq 1,5$ (рис. 4). Благодаря этому более устойчиво задается выдержка времени срабатывания защиты, что не может быть достигнуто при вычислении I_p без применения коррекции (рис. 5).

Заключение

Выявление зоны двухфазного короткого замыкания по току обратной последовательности может быть использовано для относительно длинных линий электропередачи напряжением 6–35 кВ с односторонним питанием, когда значения токов повреждения по концам ЛЭП различаются не менее чем в несколько раз. Повышение достоверности определения указанной зоны в различных режимах повреждений достигается путем коррекции тока обратной последовательности с учетом возникшей относительной несимметрии токов.

Список литературы

1. Романюк, Ф.А. Принципы выполнения токовой защиты линий с односторонним питанием от междуфазных коротких замыканий / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2015. – № 1. – С. 5–11.
2. Романюк, Ф.А. Исследование принципа выполнения токовой защиты обратной последовательности ВЛ 6–10 кВ / Ф.А. Романюк, Е.В. Булойчик, М.А. Шевалдин // Энергетическая стратегия. – 2018. – № 6. – С. 38–43.
3. Романюк, Ф.А. Повышение чувствительности токовой защиты к несимметричным повреждениям на линиях электропередачи напряжением 6–35 кВ / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Энергетика и ТЭК. – 2016. – № 4. – С. 23–25.
4. Романюк, Ф.А. Исследование алгоритмов формирования токов обратной последовательности / Ф.А. Романюк, В.Ю. Румянцев, М.А. Шевалдин // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 4. – С. 48–51.
5. Романюк, Ф.А. Информационное обеспечение микропроцессорных защит электроустановок: учеб. пособие / Ф.А. Романюк. – Минск: УП «Технопринт», 2001. – 133 с.
6. Романюк, Ф.А. Определение вида повреждения в токовых защитах линий электропередачи 6–35 кВ / Ф.А. Романюк, Е.В. Булойчик, О.А. Гурьянчик, М.А. Шевалдин // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2017. – № 6. – С. 497–504.
7. Романюк, Ф.А. Повышение достоверности определения зоны короткого замыкания на линиях 6–35 кВ / Ф.А. Романюк, Е.В. Булойчик, О.А. Гурьянчик, В.С. Каченя // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2018. – № 1. – С. 5–14.

КАК СЕБЯ ВЕСТИ В СИТУАЦИИ ПРОВОКАЦИИ?

Ответственным сотрудникам и руководителям в своей работе нередко приходится сталкиваться с провокациями со стороны посетителей, имеющих претензии к качеству предоставляемых услуг, обратной связи с потребителями и т.д. Тема грамотного поведения в подобной ситуации особенно актуальна в связи с развитием интернет-сферы и доступностью технологий, используемых провокаторами.



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

Блогеры, неаккредитованные журналисты, недовольные потребители услуг и другие категории посетителей с включенной камерой смартфона – все это реальные персонажи современной жизни. Развитие социальных сетей и видео-сервиса YouTube предоставило возможность каждому, кто одержим желанием обрести популярность и заработать, закачивать на свой YouTube-канал эксклюзивное, в особенности скандальное видео или размещать его в видеоблоге в погоне за подписчиками и «лайками».

Усовершенствование функции видеосъемки в смартфонах позволяет фиксировать содержание общения с собеседником с четкой идентификацией его по чертам лица и голосу. Используя эту запись в своих целях, провокаторы, как правило, выставляют собеседника не в лучшем свете.

Так, видеоблогеры рассказывают тем, кто их смотрит, о своих наблюдениях. К примеру, могут поделиться личным взглядом на качество услуг, в том числе в сфере энергетики, дать оценку работе руководителей, порассуждать о разных проблемах. Большинство видеоблогеров ставят целью бескорыстное информирование населения. Но есть и те, кто зарабатывает на заказных провокациях.

Волна провокационного видеоблогерства докатилась и до Беларуси. Уже известны случаи, когда в поисках сен-

сации блогеры врываются в здания организаций сферы энергетики, чтобы, застав работников и руководителей врасплох, заснять их неадекватные реакции на провокационные действия.

Провокация опасна тем, что нередко действенна. Неуравновешенные посетители своим скандальным поведением способны спровоцировать работников или руководителя организации на эмоциональные высказывания, которые, будучи записанными на камеру смартфона, будут выглядеть как признание вины, свидетельство невыдержанности, косвенное подтверждение упущений в работе и т.п.

В большинстве случаев провокаторы добиваются того, чтобы человек, на которого направлены их действия, потерял самообладание, контроль над своими высказываниями и эмоциями и в итоге выставил себя в невыгодном свете.

В данной статье мы рассмотрим некоторые способы и приемы, позволяющие противостоять провокации и сохранить свое достоинство и репутацию в случае, если видеозапись с вашим участием будет обнародована.

Варианты поведения в ситуации провокации

Провокация – один из вариантов манипулятивного поведения. Для того чтобы не стать жертвой манипуляции, можно использовать разные варианты поведения, в том числе такие как делегирование, тайм-аут, обратное интервью и др.

Делегирование. Провокатор, задающий каверзные вопросы, стремится вывести работника, руководителя из со-



стояния равновесия. Если вы недостаточно сведущи в теме вопроса, то можно переадресовать посетителя к более компетентным лицам.

Тайм-аут. В случае, если вы не готовы сразу ответить на вопрос или вести диалог, не бойтесь взять паузу. Чтобы это не было воспринято как отказ, используйте следующие выражения:

– «Попрошу вас дать мне время. Сейчас я очень занят, вы отвлекли меня от важных дел. Через час я освобожусь и отвечу на ваш вопрос»;

– «К сожалению, сейчас у меня нет информации по вашему вопросу. Вот мой контактный телефон. Набери завтра в такое-то время»;

– «Попрошу вас для начала представиться (настаивайте, чтобы оппонент назвал фамилию, имя, отчество, должность, место работы). Я должен понимать, насколько вы компетентны в данном вопросе. Спасибо за информацию, я записал ваш вопрос. Мы можем обсудить эту тему...» (укажите удобное для вас время, назначьте встречу).

Обратное интервью. Провокатор, задавая вопросы, ожидает от вас смущения, растерянности. Удивите его! Поступите наоборот – начните задавать вопросы сами. Этот способ выбьет даже подготовленного провокатора из колеи, а вам позволит изменить сценарий нападения:

– «Перед тем как ответить, я хочу знать, с кем я общаюсь и какова цель вашего визита»;

– «В чем смысл вашего вопроса?»;

– «Чьи интересы вы представляете?»;

– «На какую нормативную правовую базу вы ссылаетесь при обращении?»

Переключение. В работе руководителя нередко возникают нестандартные ситуации, которые требуют эмоционального переключения, чтобы снять напряжение в разговоре и снизить агрессию посетителя. Для таких случаев приводим перечень «переключающих» ответов:

• ответы на хамство в разговоре:

– «Вы всегда так выражаетесь или сделали исключение только для меня?»;

– «Чтобы я вам ответил, вам придется соблюдать все нормы приличия!»;

• ответы на обвинения и необоснованные претензии:

– «Я отказываюсь разговаривать, раз вы обращаетесь ко мне в таком тоне. Вы знаете, что оправдывается тот, кто виноват?»;

К сведению

Журналистам необходимо получать согласие граждан на проведение видео-, кино- и фотосъемок, за исключением проведения их в местах, открытых для массового посещения (улицы, парки и т.п.), или на массовых мероприятиях. Существует запрет на использование образов граждан Республики Беларусь в рекламе без их согласия (п. 9 ст. 10 Закона Республики Беларусь «О рекламе»).

Простой гражданин (не журналист) может снимать на фото и видео людей где угодно. Однако распространение в СМИ материалов с использованием изображения гражданина без его согласия допускается только при принятии мер против идентификации данного лица, а также при условии, что распространение этих материалов не нарушает прав граждан (ст.ст. 34, 40 Закона Республики Беларусь «О средствах массовой информации»).

Неприкосновенность частной жизни, а также внешность и образ человека – его нематериальные блага. Статья 151 Гражданского кодекса Республики Беларусь предусматривает охрану данных различными законными способами, один из которых – самозащита права. Самозащитой может стать требование прекратить съемку. Однако никаких иных гарантий прекращения съемки, которая ведется без вашего согласия (судебная защита, административная ответственность), кроме права на самозащиту, белорусское законодательство не предусматривает. В том случае, если при фото- или видеосъемке вам были причинены физические либо нравственные страдания, вы вправе через суд потребовать компенсации морального вреда.

– «Для сохранения чести и достоинства всех участников переговоров, позвольте мне вести запись» (включите диктофон).

Привлечение третьей стороны.

Провокация – это своего рода объявление войны, поэтому вам нужны «солдаты» для сражения. Разумнее защищаться, привлекая персонал – охрану, юристов и т.д.

Сценарии поведения в ситуации провокации

Ситуация 1. В кабинет специалиста или руководителя организации врывается человек с включенной компактной видеокамерой или смартфоном, работающим в режиме видеозаписи.

Рекомендуемая реакция: самоконтроль, сдержанность, эмоциональная отстраненность, адекватное реагирование словами. Помните, что вас снимают, а значит ваше поведение, реакции, высказывания будут зафиксированы на видеозаписи.

Для начала попросите оппонента представиться – сообщить свое имя, отчество, фамилию. Предупредите о правовых требованиях к проведению съемки.

Ситуация 2. Ваш оппонент хамит, провоцируя вас на ответную грубость или иную эмоциональную реакцию.

Рекомендуемая реакция та же, что и в первой ситуации, то есть самоконтроль, сдержанность, эмоциональная отстраненность, адекватное реагирование словами.

Если вас записывают на камеру, рекомендуем реагировать, например, следующими фразами:

– «Чтобы я вам ответил, соблюдайте, пожалуйста, нормы приличия»;

– «Если не прекратите хамить, я буду вынужден вызвать охрану или милицию. Объясните, зачем вам это?»

Хамство порой может перерасти в оскорбление. Чтобы снизить накал эмоций, вы можете включить аудио- или видеозапись на своем смартфоне, предупредив об этом провокатора.

Ситуация 3. Провокатор задает неудобные вопросы, ожидая от вас проявления смущения, растерянности и т.п.

Рекомендуемая реакция: не подавайте виду, если вопрос собеседника застал вас врасплох, не допускайте опрометчивых высказываний, ведите себя естественно. Если вы не готовы сразу ответить на вопрос или вести диалог, не бойтесь взять паузу (способ «Тайм-аут»).

Тест «Как вы реагируете на провокации?»

Выберите один из вариантов ответа: А, Б или В. Определите, каких вариантов ответа больше всего.

1. Что чаще всего становится причиной конфликта с коллегами?

- А. Рабочие моменты.
- Б. Не сошлись характерами.
- В. Чье-нибудь плохое настроение.

2. Что для вас табу во время конфликтной ситуации?

- А. Унизить оппонента.
- Б. Никаких табу – отвечаю оппоненту в его же стиле.
- В. Нецензурная брань.

3. С кем чаще всего вы конфликтуете?

- А. С коллегами.
- Б. С посетителями, потребителями.
- В. С членами своей семьи.

4. Каков чаще всего исход конфликта, в который вы были втянуты?

- А. Пытаюсь доказать свою правоту.
- Б. В большинстве случаев решающее слово за мной.
- В. Как правило, я остаюсь при своем мнении.

5. Какую тактику поведения вы выбираете в конфликтной ситуации?

- А. Пытаюсь нейтрализовать конфликт. Не стоит тратить время на то, чтобы доказать человеку, что он не прав.
- Б. Выстраиваю разговор таким образом, чтобы его финал был очевидным и выгодным для меня.
- В. Даю оппоненту возможность высказаться и не перебиваю его.

6. Если у вас частые конфликты с коллегой по работе, какой формат отношений вы выберете?

- А. Буду продолжать с ним общаться.
- Б. Буду полностью игнорировать – даже в ущерб рабочему процессу.
- В. Буду обсуждать с ним сугубо рабочие моменты, а по возможности – обращаться с вопросами к другим коллегам.

7. Что для вас конфликт?

- А. Стресс.
- Б. Возможность доказать свою точку зрения.
- В. В споре рождается истина, поэтому зачастую конфликт – возможность прийти к единому решению.

8. О чем вы чаще всего думаете сразу же после конфликта?

- А. Мысленно продолжаю спор, пытаюсь найти удачные ответы и доводы.
- Б. Думаю, что стоило озвучить еще парочку аргументов в доказательство своей правоты.
- В. Пытаюсь вспомнить, из-за чего началась ссора.

Ключи к тесту

Больше всего ответов «А». Вам гораздо проще согласиться с тем, что вы не правы (даже если это не так), чем ввязываться в конфликт. На работе вас часто провоцируют. И неспроста. Ведь все прекрасно понимают, что вы не можете «дать сдачи», – и многие этим пользуются.

Больше всего ответов «Б». Пожалуй, чаще вы провоцируете людей, чем они вас. Вы смело идете на конфликт для достижения своей цели, легко можете постоять за себя – даже если против вас выступит сразу несколько оппонентов. Для вас все способы хороши – лишь бы доказать свою правоту. И это очевидный недостаток. С другой стороны, вы начинаете спор лишь в том случае, если вас незаслуженно пытаются в чем-то обвинить.

Больше всего ответов «В». Вы – очень толерантный человек и пытаетесь оставаться таким даже во время серьезных конфликтных ситуаций. Вы всегда пытаетесь быть на голову выше своего оппонента, поэтому высказываетесь только в рамках приличия. Вы не любите провокаций и ссор, но в большинстве случаев достойно выходите из конфликтной ситуации.

Если вопросы оппонента ставят вас в затруднительное положение, сообщите, что обязательно постараетесь на них ответить, но позже. Объясните это обязанностью выполнения в первую очередь более важных дел, но в то же время демонстрируйте, что готовы идти навстречу оппоненту и его вопрос для вас важен.

В ответ на провокационный вопрос вы можете также задать встречный вопрос, например: «Что бы вы хотели, чтобы я вам на это ответил?» Такая реакция несколько «притормаживает» провокатора, поскольку он сам затрудняется ответить на этот вопрос.

Если ответ находится вне вашей компетенции, так об этом и заявите.

Вариант упорного молчания на камеру не всегда является эффективным. Провокатор может истолковать такое поведение как «молчит – значит скрывает».

Ситуация 4. Оппонент необоснованно в чем-либо вас обвиняет.

Рекомендуемая реакция: не оправдываться, не подавать виду, что обвинения вас задели, поскольку это может быть интерпретировано, как будто вы действительно в чем-то виноваты.

В данной ситуации ваши ответы могут быть следующими:

- «*Это неправда. У вас недостоверная информация. Вы заблуждаетесь*» (если вы уверены, что это так);
- «*Вы проверяли достоверность этой информации?»*;
- «*Вы знаете, что за клевету предусмотрена административная и уголовная ответственность?»*;
- «*Вам не стыдно так откровенно обманывать?»*

В чем бы вас ни обвиняли, постарайтесь поставить утверждение оппонента под сомнение, показать его некомпетентность, продемонстрировать, что его выводы основываются на домыслах.

Ситуация 5. Вас пытаются спровоцировать на принятие материальной благодарности за что-либо.

Рекомендуемая реакция: ничего не принимать от «благодарных» посетителей. Если посетитель, громко произнося



слова благодарности, протягивает вам конверт или иной материальный объект, сообщите ему, что вы выполняли свою работу и не вправе принимать подарки. Помните, что в такие моменты ничего нельзя брать в руки!

Ситуация 6. Посетитель шантажирует вас угрозой жизни.

Иногда посетители свои безосновательные заявления подкрепляют шантажом. Шантаж угрозой жизни может выражаться в следующих репликах провокатора:

- «*Если вы мне не поможет, мне не жить!*» (это выражение часто употребляют соискатели);
- «*Ваши действия лишают меня, мою семью, детей...*»

Пытаясь вызвать жалость, провокатор перекладывает ответственность за свое будущее или будущее своих родных на руководителя, заставляя его чувствовать, будто судьба посетителя и его близких находится в руках руководителя и только он может решить все их проблемы.

Рекомендуемая реакция: игнорируйте без комментариев либо ответьте, что этот вопрос не в вашей компетенции. В случае проявления агрессии со стороны посетителя постарайтесь вынести разговор за рамки обсуждаемой темы: «Сегодня хорошая погода, давайте не портить друг другу настроение».

Заключение

Чтобы быть эмоционально устойчивым и не позволить себя спровоцировать, нужно, во-первых, знать свои слабые места и уделить время их проработке. Во-вторых, важно владеть приемами выхода из ситуаций провокации.

Будьте мудрее! Настраивайте себя на то, что вы – уравновешенный, владеющий собой и ситуацией, рассудительный, не поддающийся на провокации человек. Такие мысли помогают подавлять отрицательные эмоции и трезво оценивать свои действия, в том числе и перед камерой, в ситуации, когда вас пытаются скомпрометировать.



УСТАНОВЛЕНЫ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВАМ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВОГО ПРОБОЯ

Комментарии к межгосударственному стандарту ГОСТ IEC 62606-2016

С 1 февраля 2019 года постановлением Госстандарта Беларуси от 7 июля 2018 года № 36 введен в действие в качестве государственного стандарта Республики Беларусь межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 62606-2016 «Устройства защиты бытового и аналогичного назначения при дуговом пробое. Общие требования». Стандартом определены требования к конструкции и методам испытаний устройств защиты от дугового пробоя (УЗДП), применяемых в цепях переменного тока.



Е.А. ЩЕННИКОВ,
руководитель ЭТИ-1
Могилевского МРО филиала
ГУ «Госэнергонадзор»
по Могилевской области

Стандарт ГОСТ IEC 62606-2016 распространяется на устройства, которые одновременно выполняют обнаружение и ограничение тока дуги для предупреждения опасности пожара, и определяют рабочие критерии размыкания цепи в заданных условиях, если ток дуги превышает предельные значения, указанные в стандарте. К таким устройствам относится УЗДП.

Дуговой пробой представляет собой непреднамеренную последовательную или параллельную электрическую дугу между проводниками, вызывающую опасный локальный нагрев проводников и, как следствие, воспламенение их изоляции и примыкающих строительных конструкций (рис. 1).

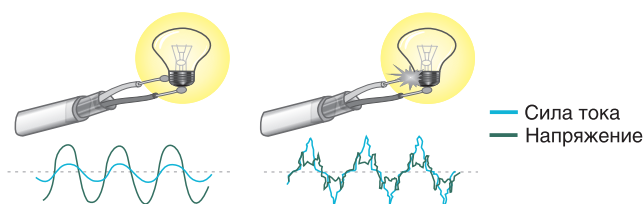


Рис. 1. Общий вид диаграмм тока и напряжения в штатном режиме (слева) и при дуговом пробое

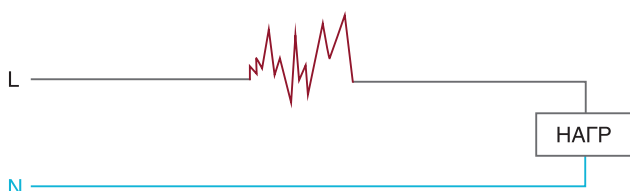


Рис. 2. Схема последовательного дугового пробоя

УЗДП – электронное устройство, предназначенное для отключения цепи при обнаружении дугового пробоя. Стандарт классифицирует УЗДП по виду конструкции, способу монтажа и присоединения, числу полюсов и путей тока, определяет характеристики УЗДП, регламентирует маркировку, стандартные

условия эксплуатации и монтажа, требования к конструкции и функционированию изделий.

В западных странах устройства с аналогичным принципом действия уже широко используются и в ряде случаев являются обязательными для применения. Так, в США с 2008 года стало обязательным внедрение в гражданском строительстве разъединителя при дуговом пробое – AFCI (arc fault circuit interrupter). В Германии с 2017 года устройства обнаружения дугового пробоя AFDD (arc fault detection device) предписано применять в детских учреждениях, аэропортах, на железнодорожных вокзалах и т.д.

Такой подход обусловлен риском возникновения пожара при дуговом пробое. Наиболее опасен последовательный дуговой пробой (рис. 2), поскольку его зачастую невозможно обнаружить и пресечь с помощью традиционных аппаратов защиты – предохранителей, автоматических выключателей и выключателей дифференциального тока. Эти устройства не способны различить такие явления, как отдельные, периодически возникающие искрения и дуговой пробой в электропроводке, так как они не вызывают увеличения тока или его утечку на землю. Поэтому и возникла необходимость в разработке и внедрении специального защитного устройства для предотвращения пожара, вызванного дуговым пробоем (искрением) неисправной электропроводки.

Согласно статистическим данным (рис. 3), причиной почти четверти всех пожаров являются аварийные режимы работы электрооборудования, при этом свыше 70 % пожаров приходится на жилой сектор. Таким образом, основная сфера, где

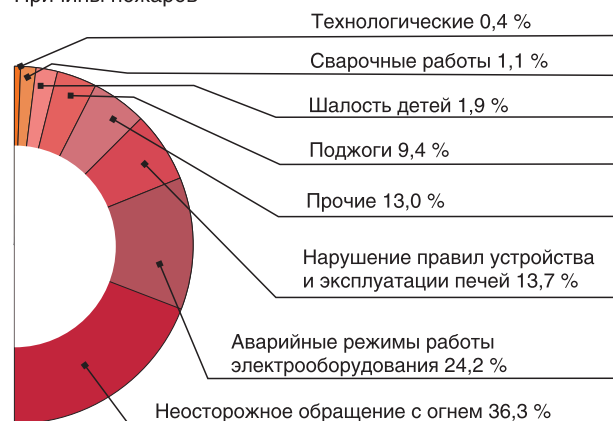
необходимо применение УЗДП, — это бытовые низковольтные сети. В отличие от промышленных систем дуговой защиты, следящих за точечными источниками дугового пробоя с помощью оптоэлектронных датчиков, УЗДП отслеживает и анализирует высокочастотные составляющие тока, протекающего в контролируемой цепи.

Конструктивная основа типичного УЗДП — силовой разъединитель с обязательным механизмом свободного расцепления, аналогичный применяемый в автоматических выключателях. УЗДП, разъединяющее только фазный провод, обычно строится в стандартном двухмодульном корпусе: в одном модуле размещается блок обнаружения дугового пробоя (БОДП), в другом — механизм автоматического выключателя со штатными тепловым и электромагнитным расцепителями. Третий расцепитель, управляемый тиристорным ключом, отключает нагрузку по команде БОДП.

БОДП отслеживает ток в фазном проводнике с помощью двух трансформаторов тока. Трансформатор низкочастотного канала считывает мгновенное значение тока сетевой частоты, которое выпрямляется диодным мостом (без использования сглаживающего фильтра) и усиливается нормирующим усилителем. Трансформатор высокочастотного канала считывает сигнал в узкой полосе частот, лежащей в диапазоне от 5 до 50 МГц, исключая особо зашумленную полосу 15–18 МГц. Узкополосный сигнал высокочастотного канала выпрямляется детектором среднеквадратического значения. Структурная схема УЗДП представлена на рисунке 4.

Эксплуатация УЗДП первого поколения выявила массовые проблемы с ложными срабатываниями автоматики. В отдельных документированных случаях срабатывание устройства вскрыло реально существовавшие дуговые пробои малой мощности, которые не обнаруживались ни визуально, ни традиционными средствами защиты. Намного чаще УЗДП срабатывали при подключении к исправным линиям исправной, но систематически искрящей аппаратуры. К примеру, электроинструменты, построенные на базе универсальных коллекторных электродвигателей, генерируют примерно тот же спектр высокочастотных помех, что и аварийный дуговой пробой, а мощность помех от двигателя заметно превышает необходимый порог срабатывания УЗДП.

Причины пожаров



Объекты пожаров

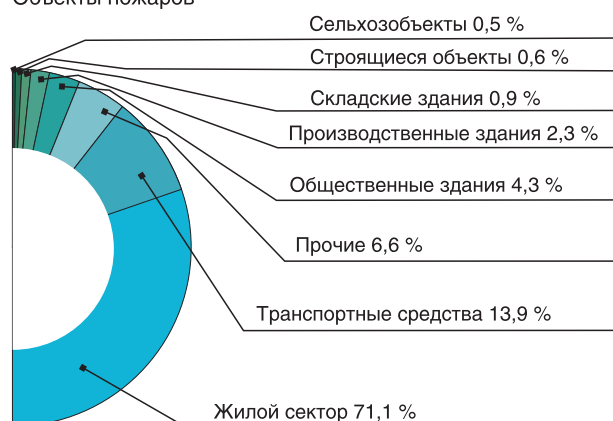


Рис. 3. Основные причины и объекты пожаров

Таким образом, главная проблема УЗДП — выбор и настройка алгоритма работы встроенного микроконтроллера БОДП, который питается от маломощного импульсного блока питания. Микроконтроллер оцифровывает оба аналоговых сигнала и анализирует их средствами цифровой обработки. При этом он должен надежно детектировать аварийные, пожароопасные дуговые пробои и одновременно быть нечувствительным к ложным срабатываниям от рабочих помех.

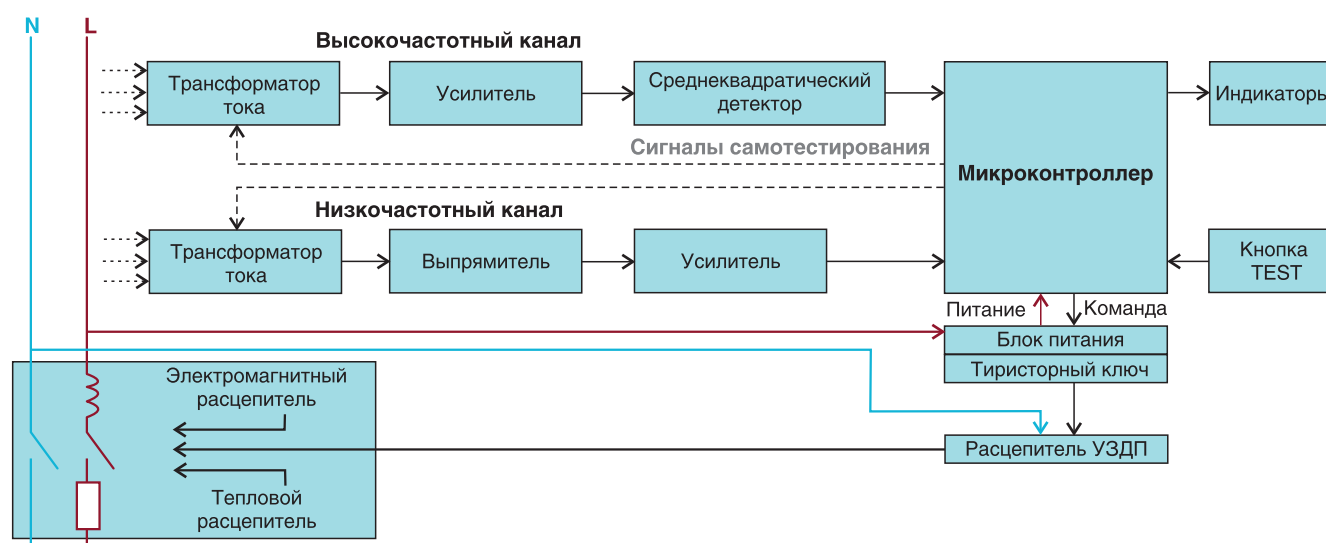


Рис. 4. Структурная схема УЗДП

Существуют различные варианты конструктивного исполнения УЗДП: одномодульные, предназначенные для управления внешним автоматическим выключателем, и комбинированные двухмодульные или трехмодульные с функцией защитного отключения (рис. 5).

Рекомендации по применению УЗДП даны в ГОСТ Р 50571.1.42-2017 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-42. Защита для обеспечения безопасности. Защита от тепловых воздействий». Стандартом предусмотрено использование данных устройств в следующих случаях:

- в помещениях с постоянным пребыванием людей в течение продолжительного времени (гостиницы, общежития, детские сады и т.п.);
- в местах повышенной пожарной опасности в связи с характером обрабатываемых и хранящихся материалов (деревообрабатывающие цеха, склады горючих материалов);
- в помещениях, конструктивные элементы которых выполнены из горючих материалов (деревянные дома и т.п.);
- в помещениях, где располагается особо ценное и невосполнимое имущество (музеи, национальные памятники, общественные здания и важные объекты инфраструктуры).

Заключение

Межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 62606-2016 «Устройства защиты бытового и аналогичного назначения при дуговом пробое. Общие требования», введенный в действие в качестве государственного стандарта Республики Беларусь, идентичен международному стандарту IEC 62606:2013 «Устройства обнаружения короткого замыкания через дугу. Общие требования», разработанному Международной электротехнической комиссией (МЭК). Стандарт взаимосвязан с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и реализует его существенные требования безопасности.

В Беларуси стандарт введен в действие впервые и регламентирует конструкцию, методы испытаний и рекомендации



Рис. 5. Варианты исполнения УЗДП

по применению устройств защиты от дугового пробоя. Соблюдение требований стандарта при внедрении УЗДП в жилом фонде, особенно в деревянных домах, срок эксплуатации которых превышает 20–30 лет, позволит повысить уровень пожарной безопасности при возникновении аварийных режимов в работе электрооборудования.

Новые издания

- ✓ Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.116-18 «Подстанции напряжением 35 кВ и выше. Системы собственных нужд. Нормы проектирования и технические требования»
- ✓ Концепция применения частотно-регулируемых электроприводов и гидромурфт до 4000 кВт в Белорусской энергосистеме

ОЗНАКОМИТЬСЯ

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

ЗАКАЗАТЬ

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

ВВЕДЕНЫ НОВЫЕ НОРМАТИВЫ РАСХОДА РЕСУРСОВ

Комментарии к новым стандартам ГПО «Белэнерго»

В целях совершенствования технических нормативных правовых актов ГПО «Белэнерго», реализации научно-технических работ по развитию и функционированию электроэнергетики были разработаны и пересмотрены стандарты ГПО «Белэнерго» (нормативы расхода ресурсов), которые предназначены для определения сметной стоимости и составления сметной документации на объекты ремонта (реконструкции) производственных зданий и сооружений объектов энергетики (промышленных дымовых труб, градирен, газоходов).



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

С 1 февраля 2019 года приказом ГПО «Белэнерго» от 24 января 2019 года № 19 введены в действие отраслевые стандарты, определяющие нормативы расхода ресурсов в сфере энергетики, взамен ряда действовавших ранее.

СТП 33240.05.604-19 «Методические указания по применению нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на ремонт (реконструкцию) производственных зданий и сооружений объектов энергетики» введен в действие взамен одноименного СТП 09110.05.604-15.

Стандарт определяет порядок применения нормативов расхода ресурсов и содержит три приложения. В приложении А приведен перечень сборников нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на ремонт (реконструкцию) производственных зданий и сооружений объектов энергетики. Приложение Б содержит нормы на строительство временных зданий и сооружений, а также на дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время, приложение В – коэффициенты к нормам затрат труда рабочих, нормам эксплуатации машин для учета влияния усложненных и стесненных условий производства работ.

СТП 33240.05.605-19 «Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на ремонт (реконструкцию) производственных зданий и сооружений объектов энергетики. Сборник 1. Газоходы электростанций и котельных» введен в действие взамен одноименного СТП 09110.05.605-15.

В стандарт включены нормативы на выполнение работ по реконструкции газоходов с заменой конструктивных элементов, ремонту и восстановлению отдельных элементов, очистке газоходов от зольных отложений, выполнение антикоррозионных и малярных работ, устройство опорных рабочих площадок и лесов, изготовление в условиях проведения строительных работ некоторых элементов металлических газоходов.

Кроме общих указаний стандарт содержит правила определения объемов работ и коэффициенты к нормам.

СТП 33240.05.606-19 «Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на ремонт (реконструкцию) производственных зданий и сооружений объектов энергетики. Сборник 2. Градирни» введен в действие взамен одноименного стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.05.606-15.

Документ содержит правила определения объемов работ и коэффициенты к нормам, которые представлены в 6 разделах:

- такелажные работы и оснастка;
- ремонт обшивки каркаса башни градирни;
- ремонт металлических конструкций каркаса башни градирни;
- ремонт железобетонных и бетонных конструкций градирни;
- ремонт оросителя, водоуловителя и водораспределительной системы градирни;
- прочие работы.

Нормативы учитывают весь технологический комплекс ремонтных процессов, необходимых для выполнения работ. В документ включены нормативы на выполнение работ по ремонту, реконструкции, замене, восстановлению отдельных конструктивных элементов градирен, а также вспомогательных и подготовительных работ (комплектация, установка и снятие лебедок, тросовых дорожек, люлек, устройство и разборка эстакад, настилов, пандусов, применяемых при ремонтных работах).

СТП 33240.05.607-19 «Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на ремонт (реконструкцию) производственных зданий и сооружений объектов энергетики. Сборник 3. Промышленные дымовые трубы» введен взамен одноименного стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.05.607-15.

В документе приведены правила определения объемов работ и коэффициенты к нормам в области такелажных работ

и оснастки, а также нормативы расхода ресурсов при ремонте (реконструкции) промышленных дымовых труб. Структура стандарта в целом аналогична структуре СТП 33240.05.606-19 и включает 5 разделов:

- такелажные работы и оснастка;
- ремонт наружных конструкций железобетонных и кирпичных труб;
- ремонт внутренних конструкций железобетонных и кирпичных труб;
- ремонт металлических труб;
- прочие работы.

Новые стандарты (нормативы расхода ресурсов) предназначены для определения сметной стоимости и составления сметной документации на объекты ремонта (реконструкции) производственных зданий и сооружений объектов энергетики на дату начала разработки сметной документации с учетом прогнозных индексов цен в строительстве и нормативной продолжительности ремонта (реконструкции), определяемой проектной документацией.

Пересмотр (актуализация) предыдущих стандартов был необходим для приведения изложенных в них нормативов

расхода ресурсов в соответствие со следующими нормативными документами в строительстве, утвержденными Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь приказом от 30 декабря 2016 года № 319:

- НРР 8.01.104-2017 «Методические указания по применению нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении»;
- НРР 8.01.102-2017 «Сборник норм на строительство временных зданий и сооружений»;
- НРР 8.01.103-2017 «Сборник норм на дополнительные расходы при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время».

Изменения коснулись норм затрат на транспортные расходы, норм на строительство временных зданий и сооружений, а также на дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время. Кроме того, в сборники добавлены новые коды ресурсов.

Разработанные для данных стандартов расценки на ремонт (реконструкцию) газоходов электростанций и котельных, градирен и промышленных дымовых труб позволяют наиболее полно учесть все затраты при составлении сметной документации и определить реальную стоимость планируемых работ и объекта в целом.

Минской ТЭЦ-2 – 85!

Минская ТЭЦ-2 – один из старейших объектов Белорусской энергосистемы. В марте исполнилось ровно 85 лет с момента ввода в эксплуатацию первой очереди станции. Тогда это был самый передовой объект белорусской теплоэнергетики, но из-за отсутствия тепловых сетей ТЭЦ-2 обеспечивала своих потребителей только электроэнергией. До 1941 года на ней было установлено четыре котла низкого давления производительностью по 20 т пара в час и турбина мощностью всего 4 МВт. Несмотря на то что в годы Великой Отечественной войны станции был нанесен огромный ущерб, уже в конце октября 1945 года здесь был произведен пуск первого турбогенератора, а в конце сороковых годов введены в эксплуатацию еще три котла среднего давления и несколько турбин.

Развитие электрической части Минской ТЭЦ-2 завершилось в 1955 году. К этому времени мощность станции достигла 31 МВт. Тепловая часть станции продолжала развиваться: в середине пятидесятых годов был введен в строй еще один котел производительностью 105 т пара в час. А в феврале 1964 года было принято решение о строительстве пиковой котельной с четырьмя водогрейными котлами общей мощностью 400 Гкал/ч, что было успешно реализовано в период с 1968 по 1982 год. Крупномасштабная реконструкция Минской ТЭЦ-2 была осуществлена в 2008–2013 годах. Здесь установили два парогазовых блока суммарной мощностью 65 МВт. Станция в несколько раз снизила затраты на производство тепловой и электрической энергии и увеличила свою электрическую мощность до 90 МВт.



За свою долгую историю Минская ТЭЦ-2 внесла большой вклад в развитие энергетики нашей страны и стала надежным звеном системы энергоснабжения столицы. Сегодня станция является ярким примером успешной модернизации предприятий Белорусской энергосистемы.

От всей души поздравляем коллектив Минской ТЭЦ-2 со знаменательной датой!



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 сентября 2019 года в республике вводится в действие ряд государственных стандартов.

ГОСТ IEC 62054-21-2017 «Измерение электрической энергии (переменный ток). Установка тарифов и регулирование нагрузки. Часть 21. Частные требования к переключателям по времени» распространяется на следующие виды переключателей: переключатели по времени с резервом работы, применяемые внутри помещений для управления электрическими нагрузками, многотарифными регистраторами и устройствами регулирования максимального энергопотребления оборудования для измерения электрической энергии; переключатели по времени с аналоговыми механическими круговыми шкалами или электронными цифровыми дисплеями (синхронного типа и с кварцевой стабилизацией). Кроме того, стандартом установлены частные требования к типовому испытанию вновь изготовленных переключателей. В ГОСТ IEC 62054-21-2017 не содержатся требования к конструктивным деталям, внутренним по отношению к переключателю по времени, а также к приемочным испытаниям и испытаниям на соответствие техническим требованиям.

ГОСТ 6490-2017 «Изоляторы линейные подвесные тарельчатые. Общие технические условия» распространяется на линейные подвесные тарельчатые фарфоровые и стеклянные изоляторы, предназначенные для изоляции и крепления проводов и грозозащитных тросов на воздушных линиях электропередачи, в распределительных устройствах электростанций и подстанций постоянного и переменного токов напряжением свыше 1000 В, частотой не более 100 Гц

при температуре окружающего воздуха от –60 °С до +50 °С в районах с различной степенью загрязненности атмосферы.

ГОСТ 34366-2017 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Контроль качества строительно-монтажных работ. Основные положения» содержит основные положения по контролю качества строительно-монтажных работ при строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и капитальном ремонте объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов (магистральных трубопроводов). Документ не распространяется на процедуру проведения строительного контроля при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте морских трубопроводов. ГОСТ 34366-2017 предназначен для применения организациями, выполняющими проектирование, строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и капитальный ремонт объектов магистральных трубопроводов, а также организациями, осуществляющими строительный контроль заказчика.

С 1 октября 2019 года будет введен в действие **ГОСТ 34223-2017 «Системы газоснабжения. Сварные соединения магистральных газопроводов. Метод магнитографического контроля»**, который устанавливает магнитографический метод неразрушающего контроля сварных соединений магистральных газопроводов различного диаметра с толщиной стенки от 2 до 25 мм. Стандарт распространяется на проведение работ по магнитографическому контролю сплошности стыковых сварных швов стальных газопроводов, выполненных автоматической, полуавтоматической и ручной электродуговой или газовой сваркой плавлением.

НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты Международной организации по стандартизации (ISO):

ISO 50021:2019 «Энергетический менеджмент и экономия энергии. Общее руководство по выбору специалистов по оценке энергосбережения» (принят 19.02.2019);

ISO 50046:2019 «Общие методы расчета энергосбережения» (принят 27.02.2019).

Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):

IEC 62954:2019 «Электростанции атомные. Пункты управления. Требования к средствам реагирования на аварийные ситуации» (принят 24.01.2019);

IEC 62765-2:2019 «Электростанции атомные. Средства измерения и контроля, важные для безопасности. Управление старением датчиков и передатчиков. Часть 2. Датчики температуры» (принят 29.01.2019);

IEC 61225:2019 «Электростанции атомные. Системы контроля, управления и электропитания. Требования к системам статических источников бесперебойного питания постоянного и переменного тока» (принят 15.02.2019);

IEC 61400-1:2019 «Системы производства ветровой энергии. Часть 1. Требования к проектированию» (принят 08.02.2019).

Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:

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

Госстандарта – www.gosstandart.gov.by

БелГИСС – www.belgiss.by

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

Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 19.02.2019 № 71
«Об утверждении Государственной инвестиционной программы на 2019 год»

Утверждена Государственная инвестиционная программа на 2019 год. Всего в госинвестпрограмму включены 113 объектов. На их финансирование в текущем году предполагается направить 511 млн руб., в том числе 189 млн руб. – за счет государственных капитальных вложений, 80 млн руб. – за счет средств государственного целевого бюджетного фонда национального развития, 80 млн руб. – из средств резервного фонда Президента Республики Беларусь, 95 млн руб. – из средств республиканского дорожного фонда и 46 млн руб. – из средств на сохранение и расширение сельскохозяйственных угодий. Прежде всего финансовые средства будут сконцентрированы на объектах, вводимых в эксплуатацию в 2019 году, и на переходящих объектах с высокой степенью строительной готовности.

Программа предполагает государственное инвестирование в строительство:

- объектов атомной электростанции, а также жилых помещений для работников, должностные обязанности которых связаны непосредственно с выполнением комплекса работ по строительству АЭС;

- линий электропередачи с трансформаторными подстанциями к пограничным постам «Мутвица» и «Хиничево» Пинского пограничного отряда;

- внешних сетей газоснабжения и электроснабжения в рамках реализации проекта «Строительство горно-обогажительного комбината на базе месторождения «Ситницкое».

Указ вступил в силу с 19 февраля 2019 года и распространяет свое действие на отношения, возникшие с 1 января 2019 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 28.02.2019 № 92
«О создании учреждения»

Указом Министерству энергетики поручено до 1 апреля 2019 года создать государственное учреждение «Государственный энергетический и газовый надзор» и обеспечить его функционирование. Финансирование расходов на создание и содержание учреждения осуществляется в порядке, определяемом Министерством энергетики, за счет целевых отчислений энергоснабжающих и газоснабжающих организаций на основании и в пределах сметы учреждения, утверждаемой ежегодно Министерством энергетики, а также иных источников.

Под энергоснабжающими организациями понимаются республиканские унитарные предприятия электроэнергетики «Брестэнерго», «Витебскэнерго», «Гомельэнерго», «Гродноэнерго», «Минскэнерго» и «Могилевэнерго», входящие в состав ГПО «Белэнерго»; под газоснабжающими организациями – производственные республиканские унитарные предприятия «Брестоблгаз», «Витебскоблгаз», «Гроднооблгаз», «МИНГАЗ», «Минскоблгаз», «Могилевоблгаз» и РПУП «Гомельоблгаз», входящие в состав ГПО «Белтопгаз».

Учреждение осуществляет:

- государственный энергетический и газовый надзор в форме мероприятий технического (технологического, поверочного) характера и мер профилактического и предупредительного характера;

- иные функции, определенные Положением о государственном энергетическом и газовом надзоре, утверждаемым Советом Министров Республики Беларусь.

В Указе Президента Республики Беларусь от 16.10.2009 № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь» установлено, что вышеперечисленные энерго- и газоснабжающие организации вправе до 1 апреля 2019 года осуществлять энергетический и газовый надзор в форме мероприятий технического (технологического, поверочного) характера.

Указ вступил в силу с 1 апреля 2019 года, за исключением отдельных положений, вступивших в силу с 3 марта 2019 года.

Указ Президента Республики Беларусь от 15.03.2019 № 102
«Об установлении ставок акцизов на отдельные подакцизные товары»

Установлены по 31 декабря 2019 года ставки акцизов на отдельные подакцизные товары:

- автомобильный бензин:

- не соответствующий классу 5 – 475,08 руб. за 1 т;

- класса 5 – 292,59 руб. за 1 т;

- дизельное топливо:

- не соответствующее классу 5 – 227,05 руб. за 1 т;

- класса 5 – 178,33 руб. за 1 т;

- газ природный топливный компримированный, используемый в качестве автомобильного топлива, – 108,42 руб. за 1000 м³.

Указ вступил в силу с 20 марта 2019 года.

Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.02.2019 № 102

«Об утверждении Положения о порядке внутригосударственного согласования проектов технических регламентов Евразийского экономического союза и изменения постановления Совета Министров Республики Беларусь от 28 декабря 2013 г. № 1156»

Утверждено Положение о порядке внутригосударственного согласования проектов технических регламентов Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Положением определяется порядок проведения внутригосударственного согласования направляемых Евразийской экономической комиссией (ЕЭК) в Правительство Республики Беларусь проектов технических регламентов ЕАЭС, проектов изменений в технические регламенты ЕАЭС, Таможенного союза, а также документов по перечню согласно приложению № 4 к Порядку разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов Евразийского экономического союза, утвержденному Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20.06.2012 № 48.

Срок внутригосударственного согласования проекта технического регламента определяется Правительством Республики Беларусь и не может превышать 60 дней со дня поступления от ЕЭК проекта технического регламента.

В Положении о рабочей группе по рассмотрению проблемных вопросов в сфере технического регулирования, применения санитарных, ветеринарно-санитарных и карантинных фитосанитарных мер в условиях Евразийского экономического союза, утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.12.2013 № 1156, установлено, что рабочая группа, кроме прочего, рассматривает неурегулированные органами государственного управления разногласия по проектам технических регламентов ЕАЭС, проектам изменений в технические регламенты ЕАЭС, Таможенного союза.

Постановление вступило в силу с 21 февраля 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.03.2019 г. № 173

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 791»

Скорректировано Положение о порядке проведения госэкспертизы градостроительных проектов, архитектурных, строительных проектов, выделяемых в них очередей строительства, пусковых комплексов и смет (сметной документации). В частности:

- расширен перечень лиц, которые могут подавать заявление о проведении госэкспертизы. К ним дополнительно отнесли генподрядчика при строительстве объектов под ключ, инженера (инженерную организацию) при оказании инженерных услуг по комплексному управлению строительной деятельностью;

- дополнены требования к проведению госэкспертизы по объекту строительства, который состоит из пусковых комплексов. Если в эксплуатацию принимают пусковые комплексы, то проводят госэкспертизу проектной документации с внесенными изменениями по пусковым комплексам объекта строительства, которые не приняты в эксплуатацию. При этом в выводы положительного заключения госэкспертизы включают рекомендации к повторному утверждению проектной документации с внесенными изменениями на объект строительства в целом;

- предусмотрена возможность проведения госэкспертизы независимо от территориального расположения объекта. Такое решение будет принимать РУП «Госстройэкспертиза»;

- конкретизированы требования, по которым оценивают объект госэкспертизы. В частности, перечислены ТКП, которые должны соблюдаться;

- заключение госэкспертизы по проектной документации, а также считают полученным по истечении 6 рабочих дней со дня его регистрации.

Основные положения постановления вступят в силу 5 июля 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.03.2019 № 199

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

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

- нефть сырая – \$ 97,4;
- прямогонный бензин – \$ 53,5;
- бензины товарные – \$ 29,2;
- легкие дистилляты, средние дистилляты – \$ 29,2;
- дизельное топливо – \$ 29,2;
- бензол – \$ 29,2;
- толуол – \$ 29,2;
- ксилолы – \$ 29,2;

- масла смазочные, прочие – \$ 29,2;
- мазут – \$ 97,4;
- отработанные нефтепродукты – \$ 97,4;
- кокс нефтяной некальцинированный – \$ 6,3;
- битум нефтяной – \$ 97,4.

Постановление вступило в силу с 1 апреля 2019 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.03.2019 № 213

«О государственном энергетическом и газовом надзоре»

Утверждено Положение о государственном энергетическом и газовом надзоре. Госэнергогазнадзор осуществляется в отношении вводных и внутренних газопроводов, газового оборудования, инженерных систем, обеспечивающих безопасность при его эксплуатации в жилищном фонде, электроустановок, теплоустановок и тепловых сетей юридических и физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей, за исключением:

- энергоустановок объектов использования атомной энергии;
- энергоустановок линий городского электрического транспорта, метрополитена, сооружений и устройств железнодорожного транспорта (сооружений и устройств путевого хозяйства, технологической электросвязи, технологического электроснабжения, устройств сигнализации, централизации и блокировки);
- паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды, которые эксплуатируются в соответствии с нормативными правовыми актами МЧС, а также теплоиспользующих установок и тепловых сетей с теплоносителем, отличным от пара и горячей воды;
- энергоустановок транспортных средств;
- оборудования специального назначения (промышленное, военное, медицинское, транспортное, грузоподъемное);
- специальных технологических, медицинских, экспериментальных, научных и других энергоустановок, бытовых электроприборов (за исключением бытовых электроприборов, имеющих видимые повреждения, неисправности, эксплуатируемых в условиях, не соответствующих требованиям эксплуатационной документации их изготовителей (при ее наличии), а также нестандартных (самодельных) бытовых электроприборов);
- автономных передвижных источников электрической и тепловой энергии;
- электростанций республиканских унитарных предприятий электроэнергетики, входящих в состав государственного производственного объединения «Белэнерго».

Государственное учреждение «Государственный энергетический и газовый надзор» является органом госэнергогазнадзора Министерства энергетики.

Постановление вступило в силу с 1 апреля 2019 года.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19.02.2019 № 24

«Об осуществлении органами государственного пожарного надзора мероприятий технического (технологического, поверочного) характера»

Утверждена Инструкция о порядке осуществления органами государственного пожарного надзора мероприятий технического (технологического, поверочного) характера.

Инструкцией определяется порядок осуществления должностными лицами органов государственного пожарного над-

зора в пределах их компетенции следующих мероприятий технического (технологического, поверочного) характера:

- обследование объектов строительства независимо от форм собственности на предмет соблюдения требований нормативных правовых актов, в том числе обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации при проектировании таких объектов и проведении строительно-монтажных работ;

- оценка соблюдения проектными организациями требований обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации при проектировании.

Постановление вступило в силу с 8 марта 2019 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22.02.2019 № 25

«Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности»

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 05.03.2019 № 28

«Об установлении перечня объектов»

Установлен перечень объектов, технические требования на которые выдаются органами государственного надзора за деятельностью по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны. К таким объектам относятся:

- ядерные установки, пункты хранения ядерных материалов, обработавших ядерных материалов, эксплуатационных радиоактивных отходов;
- гидротехнические сооружения водохранилищ, при разрушении которых возможно возникновение региональной или республиканской чрезвычайной ситуации;
- электростанции мощностью от 180 МВт;
- аэропорты с длиной основной взлетно-посадочной полосы 1800 м и более;
- метрополитен;
- внеклассные и узловые станции Белорусской железной дороги;
- комбинаты хлебопродуктов;
- объекты организаций, отнесенные к соответствующей категории по гражданской обороне;
- объекты, имеющие в своем составе защитные сооружения гражданской обороны;
- нефтеперерабатывающие организации, склады нефти и нефтепродуктов первой группы;
- предприятия по хранению, производству целлюлозы и бумаги мощностью 100 000 т в год и более;
- объекты электросвязи, отнесенные к критически важным объектам информатизации;
- объекты с массовым пребыванием людей, размещенные в зонах возможного химического заражения и (или) катастрофического затопления (согласно градостроительной документации);
- объекты пищевой и перерабатывающей промышленности, общественного питания, здравоохранения, санаторно-курортного лечения и оздоровления, бытового обслуживания населения, социального обслуживания, находящиеся в зоне срочных защитных мер от атомной электростанции;
- объекты, на которых установлено оборудование оповещения населения о чрезвычайных ситуациях (согласно градо-

строительной документации), имеющее оконечное устройство автоматизированной системы централизованного оповещения (электросирена, система громкоговорящей связи);

- химически опасные объекты, зона возможного химического заражения которых в случае возникновения аварии выходит за территорию предприятия.

Постановление вступило в силу с 21 марта 2019 года.

Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20.11.2018 № 64

«Об изменении постановления Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 25 июля 2017 г. № 61»

Внесены изменения в Правила подтверждения соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь, утвержденные постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 25.07.2017 № 61. В документе установлены правила сертификации продукции на соответствие техническим требованиям энергетической эффективности.

При сертификации продукции на соответствие техническим требованиям энергетической эффективности применяются схемы сертификации 1с-4с, 9с.

Схема 9с применяется для следующих размеров партии продукции одного наименования одного изготовителя, поступивших по одному товаросопроводительному документу и соответствующих одинаковым критериям, определяющим выбор типового образца:

- приборы бытовые и аналогичного назначения (за исключением внешних источников питания и ламп электрических) – до 2 шт. включительно;
- внешние источники питания – до 5 шт. включительно;
- лампы электрические – до 40 шт. включительно.

Постановление вступило в силу с 13 марта 2019 года.

Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 20.03.2019 № 18

«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 6 июля 2017 г. № 36»

В соответствии с поправкой, внесенной в постановление 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», тариф на электрическую энергию составляет 0,1125 руб. (без НДС) за 1 кВт·ч при официальном курсе белорусского рубля по отношению к доллару США, установленном Национальным банком, 2,159 8:1.

Постановление вступило в силу с 1 апреля 2019 года.



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

RENWEX 2019

**«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»**

18–20 ИЮНЯ 2019

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

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ ФОРУМА:

Возобновляемая энергетика России: программа 2035
в условиях цифровизации

Электротранспорт и новая энергетическая инфраструктура:
технологии, меняющие мир

Биотопливо и биомасса: эффективность переработки
сырья и утилизация отходов

Экология и ресурсосбережение: зеленые тренды
низкоуглеродной энергетики

Солнечная энергетика: мировая практика
и российские перспективы

Ветроэнергетика России: миф или реальность?

Более подробную информацию об участии вы можете получить:

Оргкомитет Выставки: тел.: +7 (499) 795-37-64, e-mail: kormnovVA@expocentr.ru

Оргкомитет Форума: тел.: +7 (495) 640-34-64, e-mail: mail@oilandgasforum.ru

Сайт проекта: renwex.ru

XXIII

Международная
специализированная
выставка
«СМІ ў Беларусі»

*Мі ў
Беларусі*

2 - 4 мая 2019 г.
г. Минск, пр-т Победителей, 14

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ:

- НАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕЛЕКАНАЛЫ;
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ АГЕНТСТВА;
- ВЕДУЩИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РЕСПУБЛИКАНСКИЕ МАССОВО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ;
- ЭКСПОЗИЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СМІ;
- ОТРАСЛЕВЫЕ ИЗДАНИЯ;
- ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ДЕТСКИЕ ИЗДАНИЯ;
- ЛИТЕРАТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ И КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ;
- ДИПЛОМАТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ;
- ЗАРУБЕЖНЫЕ УЧАСТНИКИ И РЕГИОНЫ РФ;
- FM-СТАНЦИИ;
- ЭКСПОЗИЦИИ НЕГОСУДАРСТВЕННЫХ СМІ.

