

Департамент по энергоэффективности Государственного
комитета по стандартизации Республики Беларусь



август 2022

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Тепло – в дом

«По объемам выработки
электроэнергии энергосистема
Витебской области занимает
первое место в республике»

Стр. **4-9**

Стоимость 1 м²
против затрат
на эксплуатацию

Стр. **10-11**

Энергию
образования –
в энергосбережение!

Стр. **22-23**

Диагностирование
неисправностей
трансформаторов
с воздушным охлаждением

Стр. **24-29**



VIII РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС В СФЕРЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ «ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ-2022»

СОЗДАЕМ
**ЭНЕРГО
ЭФФЕКТИВНОЕ**
БУДУЩЕЕ!

**ДОКАЖИТЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
СВОЕГО ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОДУКТА.
ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ЛИДЕРАМ!**

Приглашаем к участию
производственные, научно-исследовательские,
строительно-монтажные, инжиниринговые
предприятия и организации Беларуси и зарубежья

Организаторы:



Департамент по энергоэффективности
Госстандарта Республики Беларусь



РУП «БЕЛТЭИ»



РНПУП «Институт энергетики
НАН Беларуси»



Центр поддержки предпринимательств
«Деловые медиа»

Положение о конкурсе
и условия участия:

www.energokonkurs.by

Номинации конкурса:

- «Энергоэффективный продукт года»
- «Энергоэффективная технология года»
- «Энергоэффективное здание года»
- «Технологии и проекты года на основе возобновляемых источников энергии»
- «Энергоэффективные бытовые приборы и оборудование»
- «Использование электрической энергии для повышения эффективности энергосистемы Беларуси»
- «Цифровая трансформация, автоматизация, «умные» технологии»
- «Лучшие публикации по энергоэффективности»
- «Зелёные технологии и продукты» **new**

Оргкомитет конкурса:

+375 (17) 368-51-60/61,
+375 (29) 182-80-10, +375 (33) 344-80-10
info@energokonkurs.by



Ежемесячный научно-практический журнал.
Издается с ноября 1997 г.

№8 (298) август 2022 г.

Учредители:

Департамент по энергоэффективности
Государственного комитета по стандартизации
Республики Беларусь

Инвестиционно-консультационное
республиканское унитарное предприятие
«Белинвестэнергоэффективность»

Редакция:

Главный редактор Л.В. Шенец
Редактор Н.Т. Ивченко
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Реклама и подписка А.В. Филипович

Редакционный совет:

Л.В. Шенец, к.т.н., председатель
редакционного совета

В.А. Седнин, д.т.н., профессор, заместитель
председателя редакционного совета,
зав. кафедрой «Промышленная
теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

В.Г. Баштовой, д.ф.-м.н., профессор кафедры
ЮНЕСКО «Энергосбережение
и возобновляемые источники энергии» БНТУ

А.В. Вавилов, д.т.н., профессор, иностранный
член РААСН, зав. кафедрой «Механизация
и автоматизация дорожно-строительного
комплекса» БНТУ

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

Ф.А. Романюк, д.т.н., профессор,
член-корреспондент Национальной
академии наук Беларуси

А.А. Михалевич, д.т.н., академик,
зам. Академика-секретаря Отделения физико-
технических наук, зав. лабораторией Института
энергетики НАН Беларуси

А.Ф. Молочко, зав. отделом общей энергетики
РУП «БЕЛТЭИ»

В.М. Овчинников, к.т.н., профессор
кафедры «Физика и энергоэффективные
технологии» БелГУТа

С.О. Бобович, заместитель генерального
директора ГПО «Белэнерго»

Издатель:

РУП «Белинвестэнергоэффективность»

Адрес редакции:

220037, г. Минск,
ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Редактор тел. (017) 348-82-61
Реклама и подписка тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: energy@bies.by
Цена свободная.

Журнал «Энергоэффективность» с 2012 года включен
в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных
исследований.

Журнал зарегистрирован Министерством информации
Республики Беларусь.

Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публикуемые материалы
отражают мнение их авторов.

Редакция не несет ответственности за содержание
рекламных материалов.

Перепечатка информации допускается только по
согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ООО «Альтиора Форте»
Адрес: г. Минск, ул. Сурганова, 11, офис 86
Лиц. № 02330/471 от 29.12.2014 г.

Формат 62x94 1/8. Печать офсетная.

Бумага мелованная.

Подписано в печать 23.08.2022. Заказ №1470.

Тираж 840 экз.

Журнал в интернет www.bies.by, www.energoeffect.gov.by

СОДЕРЖАНИЕ

Энергетика и право

2 Правильное хранение МТЭР: актуальность проблемы

*А. Горбач, заместитель начальника ИЭО
Минского городского управления по надзору
за рациональным использованием ТЭР*

Интервью

4 Владимир Белоус: «По объемам выработки электроэнергии энергосистема Витебской области на сегодняшний день занимает первое место в республике»

Энергосмесь

9 Участники коллегии Госстандарта посетили учебно-практический центр по энергосбережению в Гомеле

*А. Смирнов, заместитель начальника
Гомельского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР*
*Н. Захаренко, заведующий лабораторией
по энергосбережению
ГУО «Гомельский областной центр
технического творчества детей
и молодежи»*

Энергоэффективность в жилфонде

10 На чем экономить? Стоимость 1 м² против затрат на эксплуатацию

Беседовала Н. Ивченко

Энергосбережение в водоснабжении

12 Практика внедрения автоматической системы управления скважинами на водозаборе №1 «Песковатик» в г. Витебске в 2021 году

*А. Зайцев, ведущий инженер-программист
филиала «Витебскводоканал»
УП «Витебскоблводоканал»*
*Ж. Сверчкова, заведующий сектором ПТО
Витебского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР*

Энергоэффективное оборудование

14 Передовые технологии сжигания биомассы и твердого топлива

Подготовка к ОЗП

16 Мониторинг подготовки к работе в осенне-зимний период 2022/2023 года в Гомельской области

*С. Зохарев, заместитель начальника ИЭО
Гомельского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР*

16 Паспорта готовности

*О. Полякова, заместитель начальника
Минского городского управления по надзору
за рациональным использованием ТЭР*

17 Подготовка субъектов хозяйствования Могилевской области к осенне-зимнему периоду (ОЗП) 2022 – 2023 гг.

*А. Маслов, заместитель начальника
Могилевского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР*

17 О проведении мониторингов по вопросу подготовки к отопительному периоду 2022/2023 года в Минской области

*В. Иванов, главный специалист ИЭО
Минского областного управления по надзору
за рациональным использованием ТЭР*

18 Обследования организаций социальной сферы в Гомельской области с целью выявления резервов экономии использования ТЭР

*Т. Прусенок, главный специалист ИЭО
Гомельского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР*

18 Подготовка к ОЗП и ввод энергоисточников

*Минское областное управление по надзору
за рациональным использованием ТЭР*

Вести из регионов

19 Работы по утеплению и модернизации многоквартирных жилых домов в Брестской области по инициативе жильцов продолжаются

*Г. Луговкина, заместитель начальника ИЭО
Брестского областного управления по
надзору за рациональным использованием ТЭР*

19 Энергоэффективный «зеленый» проект в Кобринском районе

*Брестское областное управление по надзору
за рациональным использованием ТЭР*

20 Усовершенствование технологии производства местных видов топлива (щепы) в ГЛХУ «Быховский лесхоз»

*Е. Медведник, заведующий группой
технического обеспечения Могилевского
областного управления по надзору за
рациональным использованием ТЭР*

20 Устойчивое развитие и энергосбережение с использованием экологически безопасных технологий

*С. Заграбенец, заместитель начальника
Могилевского областного управления по
надзору за рациональным использованием ТЭР*

21 Использование тепла вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) на ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат»

*Гродненское областное управление по
надзору за рациональным использованием ТЭР*

Учимся энергосбережению

22 Энергию образования – в энергосбережение!

*Гродненское областное управление по
надзору за рациональным использованием ТЭР*

Научные публикации

24 Результаты диагностирования различных неисправностей трансформаторов с воздушным охлаждением

*А. Н. Пехота, к.т.н., И. Л. Громыко, аспирант,
В. Н. Галушко, к.т.н.
Белорусский государственный университет
транспорта, г. Гомель*

Возобновляемая энергетика

30 Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °C

www.irena.org

К слову

32 В Китае разработали технологию «зеленого» H₂, которая может стать прорывом для отрасли

ecopolitic.com.ua

Информация из РНТБ

3 обл. Энергосберегающие технологии

ПРАВИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ МТЭР: АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Согласно Государственной программе «Энергосбережение» на 2021-2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.02.2021 № 103, стратегической задачей в сфере энергосбережения является снижение зависимости государства от импортируемых энергоресурсов за счет максимально возможного вовлечения в топливно-энергетический баланс страны местных топливно-энергетических ресурсов (далее – МТЭР). В целом по республике к 2026 году доля МТЭР в валовом потреблении энергоресурсов должна составить не менее 16,1 %. При решении поставленной задачи одной из наиболее актуальных проблем является создание надлежащих условий хранения МТЭР, обеспечивающее их дальнейшее эффективное использование. Почему это важно? Разберемся в настоящей статье.



В большинстве случаев в качестве МТЭР в настоящее время используется древесное топливо (топливная щепа, дрова, древесные отходы), обладающее способностью аккумулировать влагу при неблагоприятных погодных условиях (осадки, высокая влажность и низкая температура наружного воздуха). При длительном хранении такого топлива на открытом воздухе без укрытия (навесы, крытые склады) в осенне-зимний период происходит его естественное увлажнение.

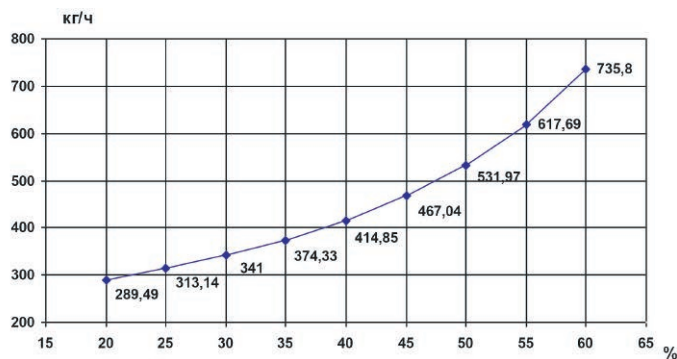
Современные твердотопливные котлы предусматривают сжигание древесного топлива, как правило, с его номинальной влажностью 40 %. Увеличение влажности древесного топлива приводит к снижению его нижней теплоты сгорания, снижению теплопроизводительности котлов и, как результат, к увеличению расхода топлива.

Для примера взят твердотопливный водогрейный котел КВ-Рм-1,0 с механизированной подачей топлива (производство НПП «Белкотломаш» ООО, г. Бешенковичи) тепловой мощностью 1,0 МВт, работающий на щепе. Ниже приведены:

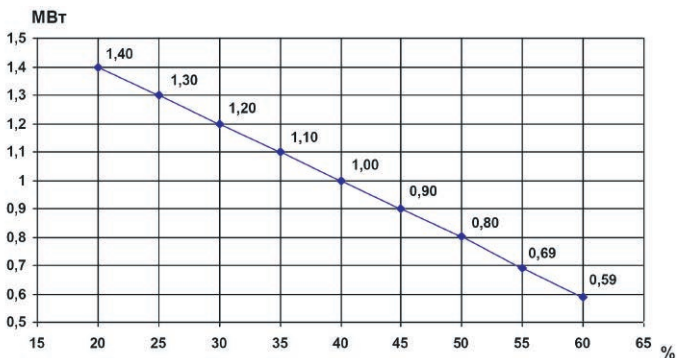
- зависимость расхода древесного топлива от влажности топлива для котла при постоянной тепловой мощности (рис. 1);

- зависимость теплопроводности котла от влажности топлива при постоянном расходе топлива (рис. 2).

Из приведенных диаграмм видно, что при условном увеличении влажности древесно-



◆ Рис. 1. Зависимость расхода древесного топлива от влажности топлива для котла при постоянной тепловой мощности



◆ Рис. 2. Зависимость теплопроизводительности котла от влажности топлива при постоянном расходе топлива

го топлива от 40 % до 60 % для рассматриваемого котла расход топлива возрастет на 77 % (при сохранении номинальной тепловой мощности 1,0 МВт) или теплопроизводительность котла снизится на 41 % (при сохранении постоянного расхода топлива).

Что необходимо сделать, чтобы обеспечить требуемую влажность топлива для его эффективного сжигания?

Во-первых, задуматься об этом при выборе поставщика, поскольку влажность является одной из основных характеристик древесного топлива, которая должна указываться в документах на его поставку. Так, согласно ТУ ВУ 100145188003-2009 «Щепа топливная» влажность топлива должна быть не более 40 %. Согласно СТБ 1510-2012 «Дрова. Технические условия» дрова могут поставляться сухими (влажностью до 25 % включительно) и сырыми (влажностью свыше 25 %). Заведомо высокая влажность приобретаемого топлива потребует его сушки.



◆ **Рис. 3.** УП «Минскомунтеплосеть», котельная по адресу г. Минск, ул. Лынькова, 123



◆ **Рис. 4.** Государственное предприятие «Ремонтно-строительный трест Управления делами Президента Республики Беларусь»



◆ **Рис. 5.** ЗАО «АДВИН Сمارт Фэктори»

Во-вторых, обеспечить входной контроль качества приобретаемого топлива. Приказом Минжилкомхоза от 29.06.2017 № 49 утверждены Методика выполнения измерений «Определение влажности партий древесного топлива» и понижающие коэффициенты пересчета цены на древесное топливо в зависимости от его влажности. В договорах, заключаемых между организациями ЖКХ и поставщиками топлива, устанавливается ответственность за нарушение договорных обязательств, в том числе за несоответствие теплофизических характеристик поставляемого топлива требованиям НПА. Однако здесь есть существенный барьер.

До настоящего времени указанная Методика не согласована с Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь, что не позволяет внедрить механизм расчетов за поставляемое древесное топливо с учетом его калорийности и влажности. Минлесхоз увязывает проблему введения понижающих коэффициентов пересчета цены на древесное топливо в зависимости от его влажности с отсутствием у подведомственных организаций технической базы для выполнения измерений влажности древесного топлива, а также складов для хранения и сушки древесного топлива с целью доведения показателя влажности топлива до требуемого значения.

В-третьих, принять надлежащие меры по хранению МТЭР. Здесь прежде всего следует исходить из требования к орга-

низациям оснастить теплоисточники, использующие МТЭР, площадками и навесами (крытыми складами) для сушки и хранения твердого топлива с созданием его семидневного запаса (пункт 10 Правил подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.05.2020 №286).

В постановлении коллегии Минжилкомхоза от 20.04.2022 № 6/2 «Об итогах работы системы жилищно-коммунального хозяйства в прошедшем отопительном периоде и задачах по подготовке жилищно-коммунального хозяйства к ОЗП 2022/23 года» указано, что в прошедшем отопительном периоде имели место факты нарушения хранения МТЭР.

Во исполнение поручения Главы государства, озвученного 19 августа 2016 года на совещании по вопросам эффективности использования МТЭР, проблема обеспечения субъектами хозяйствования надлежащих условий хранения МТЭР находится на строгом контроле.

Так, согласно поручению Правительства от 13.05.2022 № 04/111-238/4878р территориальным управлениям Департамента по энергоэффективности Госстандарта в рамках проведения мониторингов объектов теплоснабжения, в том числе при рассмотрении готовности таких объектов к отопительному периоду, поставлена задача уделять особое внимание вопросам хранения древесного топлива с принятием мер

Справочно

Пунктом 87 Плана мероприятий по реализации Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.04.2016 № 336, поставлена задача внедрения расчетов за поставляемое древесное топливо с учетом его калорийности и влажности (исполнители: Минлесхоз, Минэнерго, Минжилкомхоз, облисполкомы, Минский горисполком; сроки исполнения: 2016, 2017 годы), которая фактически не решена.



воздействия к владельцам теплоисточников для оперативно-го устранения выявленных нарушений.

Обозначенное направление находится на постоянном контроле в Минском городском управлении по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов. Так, в июне-июле 2022 года уже проведено 12 мониторингов организаций г. Минска, в ходе которых обследованы 16 теплоисточников, использующих МТЭР, в том числе – 4 в системе ЖКХ. На всех объектах подтверждены должные условия хранения МТЭР, исключаящие увлажнение топлива при небла-

гоприятных погодных условиях. Для примера показана организация хранения МТЭР на отдельных объектах: УП «Минскомунтеплосеть», котельная по адресу г. Минск, ул. Лынькова, 123 (рисунок 3), государственное предприятие «Ремонтно-строительный трест Управления делами Президента Республики Беларусь» (рисунок 4), ЗАО «АДВИН Смарт Фэктори» (рисунок 5). ■

А.В. Горбач, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Минского городского управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

ВЛАДИМИР БЕЛОУС: «ПО ОБЪЕМАМ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭНЕРГОСИСТЕМА ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ЗАНИМАЕТ ПЕРВОЕ МЕСТО В РЕСПУБЛИКЕ»

Назвать Витебскую область лидером есть много причин. Здесь было создано старейшее на территории Беларуси Полоцкое княжество, построен первый православный храм – Благовещенская церковь в Витебске, по одной из версий заложенный еще до официального принятия христианства в регионе. Здесь проводится самый известный на территории СНГ фестиваль искусств «Славянский базар в Витебске» и расположены две астрономические обсерватории, имеющие код Центра малых планет (единственные во всей республике). Именно в Витебской области живет больше всего долгожителей (по данным Министерства здравоохранения, 2020 г.). Область занимает первое место в Беларуси по плотности речной сети, количеству и общей площади озер. Предприятия области производят более 90 % льняных тканей и более половины обуви в стране. Также здесь расположено единственное в стране предприятие – производитель доломита. Можно перечислять много отраслей, в которых Витебщина удерживает лидерство. Но наиболее интересна для нас – передовая позиция в обеспечении энергоресурсами Беларуси. Об этом и о развитии энергосбережения в регионе – в интервью заместителя председателя Витебского областного исполнительного комитета Владимира Белоуса.



– Владимир Николаевич, как вы оцениваете результаты работы по энергосбережению на предприятиях и в организациях области, а также в жилищно-коммунальном хозяйстве за предыдущие годы? Какие заделы и планы есть на будущее?

– В сфере энергосбережения область решает несколько стратегических задач, таких как снижение энергоемкости выпускаемой продукции, что повышает ее конкурентоспособность, а также уменьшение энергозависимости республики от импортируемых энергоресурсов за счет максимально возможного вовлечения в топливный баланс местных энергоресурсов, в том числе отходов производства, вторичных энергоресурсов и использования энергии от возобновляемых источников.

За прошедшие годы проделана значительная работа по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и вовлечению в топливный баланс области местных ТЭР.

Основной объем экономии ТЭР получен за счет внедрения в производство совре-



◆ Полоцкая ГЭС

менных энергоэффективных и повышения эффективности действующих технологий, оборудования и материалов. Перечислю крупные энергоэффективные проекты, которые были реализованы в Витебской области с 2018 года:

- реконструкция установки Гидроочистка-2 на ОАО «Нафтан» (замена технологических печей на более энергоэффективные) – фактический годовой экономический эффект составил 10,8 тыс. тонн условного топлива (т у.т.);

- использование тепла процессов на установке «Производство водорода» для выработки пара среднего давления на ОАО «Нафтан» – 22,4 тыс. т у.т.;

- использование тепла процессов на установке «Производство элементарной серы» ОАО «Нафтан» – 15,6 тыс. т у.т.

За последние несколько лет РУП «Витебскэнерго» реализован ряд масштабных проектов с использованием передовых технологий, которые позволили существенно снизить расход топлива на производство электрической и тепловой энергии и повысить надежность энергоснабжения народно-хозяйственного комплекса республики и области.

Это в первую очередь ввод парогазовой установки мощностью 427 МВт на Лукомльской ГРЭС; замена паровой турбины (с увеличением мощности до 12,8 МВт) на Оршанской ТЭЦ; установка котлоагрегата, использующего местные виды топлива (торф и щепу), на Белорусской ГРЭС; ввод в эксплуатацию мини-ТЭЦ на местных видах топлива установленной электрической мощностью 3,25 МВт в городе Барань.

Экономия топливно-энергетических ресурсов от мероприятий программы «Энергосбережение», внедренных за период с 2011 по 2021 год, составила 615 тыс. т у.т., а удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии снизился на 10 г у.т./кВт·ч. Это достойный результат.

Одним из важных мероприятий по энергосбережению и снижению тепловых потерь в системе жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Витебской области является плановая замена тепловых сетей в объеме не менее 4% от общей протяженности в год с преимущественным использованием предварительно изолированных труб (ПИ-труб).

В текущем году организациями ЖКХ области планируется заменить сети общей протяженностью 44,1 км, в том числе с использованием предварительно изолированных труб – 41,7 км. На сегодняшний день в целом по области показатель замены на ПИ-трубы от общей протяженности тепловых сетей составляет 80,1%. Выполнение плана по замене тепловых сетей в текущем году позволит достигнуть уровня 82,7 %.

На энергоисточниках РУП «Витебскэнерго» на постоянной основе проводят-



◆ Витебская ГЭС



◆ ОАО «Нафтан»: общий вид установки замедленного коксования

ся энергетические обследования, позволяющие выявить потенциал энергосбережения на ближайшие пять лет. Тем самым формируются планы мероприятий по энергосбережению, позволяющие и дальше повышать эффективность производства электрической и тепловой энергии. На период до 2025 года уже определены и планируются к внедрению мероприятия с эффектом более 17 тыс. т у.т.

– В системе «Белэнерго» работает 26 гидроэлектростанций. Около 1/3 из них расположены в Витебской области. Как вы оцениваете потенциал области в использовании ВИЭ (воз-

обновляемые источники энергии) для получения электроэнергии? Какие есть планы по развитию?

– Использование энергии воды для выработки электрической энергии в республике имеет давние традиции. Так, в 50-60 годах прошлого века на реках Витебской области был построен ряд малых гидроэлектростанций, которые обеспечивали электрической энергией близлежащие объекты и небольшие производства в сельской местности. После развития и расширения сетей электроснабжения в стране малые ГЭС потеряли свою актуальность, и их работа была приостановлена. ▶



◆ ОАО «Нафтан»: этажерка резки кокса (118 м от уровня земли)



◆ ОАО «Нафтан»: установка производства элементарной серы методом Клауса



◆ ОАО «Нафтан»: установка замедленного коксования

Однако в 90-е годы в связи с ростом цен на энергоносители интерес к возобновляемой энергии снова возрос. В период с 1993 года по 2005 год в Витебской области были восстановлены и прошли реконструкцию семь гидроэлектростанций мощностью от 0,25 до 0,93 МВт. Это – Гомельская, Клястицкая, Лепельская, Лукомльская, Добромыслянская, Браславская и Богинская ГЭС суммарной мощностью 2,86 МВт. Они работают и сейчас, обеспечивая выработку порядка 5,5 млн кВт·ч возобновляемой электрической энергии в год, что позволяет экономить около 1,7 тыс. т. у. т.

В настоящее время в Витебской области на реке Западная Двина эксплуатируются самые мощные в республике гидроэлектростанции: Полоцкая ГЭС мощностью 21,66 МВт и Витебская ГЭС мощностью 40 МВт. Строительство этих электростанций положило начало «промышленному» использованию возобновляемой энергии в нашей области. Объемы выработки двух гидроэлектростанций, а это – 240-285 млн кВт·ч в год, сопоставимы с объемами производства электроэнергии Витебской ТЭЦ. При этом для выработки этой энергии не используется природный газ, а экономия топлива составляет до 87,5 тыс. т. у. т. в год. Электроэнергия, вырабатываемая гидроэлектростанциями Витебской области, позволяет заместить в республике 77 млн м³ природного газа.

Нужно отметить, что Витебская и Полоцкая ГЭС являются только частью каскада гидроэлектростанций на реке Западная Двина. В целях дальнейшего увеличения выработки электроэнергии ГЭС на реке прорабатывается возможность строительства еще двух гидроэлектростанций в районе населенных пунктов Бешенковичи и Верхнедвинск, мощностью 29 МВт и 13 МВт соответственно. В настоящее время определены предполагаемые места размещения створов и технико-экономические показатели этих гидроэлектростанций.

Кроме ГЭС, находящихся на балансе РУП «Витебскэнерго», еще 3 мини-ГЭС принадлежат частным структурам – ООО «Гидроспектр», ИООО «ГидроЭнергоИнвест» (на водосбросе в карьере «Гралево» ОАО «Доломит») и ООО «Гидропарк». За 2021 год суммарная выработка электроэнергии всех ГЭС области составила более 251,5 тыс. МВт·ч, что вполне обеспечивает годовую потребность в электроэнергии такого района, как Полоцкий или десяти таких, как Верхнедвинский.

– В Витебской области расположена Лукомльская ГРЭС, а также здесь работает старейшая в стране Белорусская ГРЭС. Как вы оцениваете вклад энергосистемы Витебской области в общий баланс страны?

– РУП электроэнергетики «Витебскэнерго» – одно из самых крупных подразделений ГПО «Белэнерго». Установленная электри-

ческая мощность энергоисточников предприятия составляет практически 3400 МВт, или более 33% мощности всех электростанций, входящих в состав ГПО «Белэнерго» (с учетом первого блока Белорусской АЭС). По объемам выработки электроэнергии энергосистема Витебской области на сегодняшний день занимает первое место в республике. За прошедший год более 31% всей выработанной в стране электрической энергии произведены ее энергоисточниками.

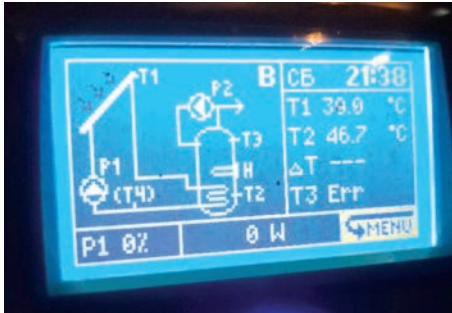
Энергосистема Витебской области является лидером в отрасли по установленной электрической мощности. Это обусловлено наличием в ее составе Лукомльской ГРЭС – флагмана белорусской энергетики. В настоящее время каждый четвертый киловатт электроэнергии в республике вырабатывается на этой станции. Доля выработки Лукомльской ГРЭС в электроэнергетическом балансе страны до включения в работу первого блока Белорусской АЭС составляла более 30%.

В 2020 году в рамках реализации Комплексного плана развития электроэнергетики до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции на Лукомльской ГРЭС начато строительство пиково-резервного энергоисточника (ПРЭИ) на базе газотурбинных установок мощностью 150 МВт. Аналогичный источник мощностью 100 МВт строится также и на Новополоцкой ТЭЦ. Строительство новых ПРЭИ является масштабной работой и осуществляется в рамках интеграции Белорусской АЭС в энергосистему страны.

Наличие на станции высокоэффективного оборудования (парогазовая установка мощностью 427 МВт и модернизированные блоки 300 МВт первой очереди), а также выполненный комплекс работ по расширению регулируемого диапазона энергоблоков для обеспечения работы в условиях функционирования Белорусской АЭС позволяет говорить о том, что роль и значение Лукомльской ГРЭС для энергосистемы страны и Витебской области будут и дальше оставаться значимыми.

Говоря о самых мощных станциях РУП «Витебскэнерго», конечно же, нельзя не сказать и про Белорусскую ГРЭС. Именно с ее пуска в далеком 1930 году началось развитие большой энергетики в Витебской области. За время эксплуатации станция прошла несколько этапов модернизации. В качестве топлива использовался торф, топочный мазут, природный газ. С 2006 года БелГРЭС снова вернулась к использованию торфа, но уже на совершенно новом технологическом уровне.

В рамках выполнения программы обеспечения энергетической безопасности нашей страны и государственной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергосистемы разработан и в 2006 году успешно реализован



◆ Комбинированный энергоисточник ГУО «Ясли-сад №9 г.Орши» (гелиоколлекторная установка и пеллетные котлоагрегаты, работающие в автоматизированном режиме загрузки топлива)

проект строительства на Белорусской ГРЭС энергоблока на местных видах топлива (котел мощностью 20 тонн пара в час и турбина 1,5 МВт). Это был первый в Республике Беларусь котлоагрегат, работающий на основе современной технологии сжигания топлива в «кипящем слое», позволяющий работать как полностью на торфе, так и в смеси его с древесным топливом. В 2011 году на ГРЭС введен в эксплуатацию второй котел на местных видах топлива, но уже отечественного производства – ОАО «Белоозерский энергомеханический завод».

– Витебщина занимает первое место в Беларуси по плотности речной сети. Кроме того, область находится на 2 месте (после Гомельской) по количеству лесов. Как данный фактор сказывается на вовлечении в топливно-энергетический баланс страны местных видов топлива? Какие крупные проекты были реализованы в этом направлении?

– Наличие лесов в достаточном количестве позволяет вовлекать в топливный баланс области древесное топливо. Это повышает энергетическую безопасность и энергетическую независимость страны. На протяжении ряда лет реализуются мероприятия по замещению импортируемого топлива на местное. Проводится реконструкция котельных с установкой дополнительных котлов на местных ТЭР.

Основной прирост генерирующих мощностей на местных ТЭР произошел в жилищно-коммунальном хозяйстве области. Для решения этой задачи постоянно проводится реконструкция энергоисточников с переводом на использование местных ТЭР, вывод из эксплуатации неэффективного котельного оборудования с установ-

кой более эффективного, в том числе работающего на древесных гранулах – пеллетах. Так, за период с 2016 по 2021 годы в организациях ЖКХ области дополнительно установлено 38 котлоагрегатов с механизированной загрузкой топлива, работающих на щепе и торфе, с суммарной тепловой мощностью 93 МВт. В результате чего за период с 2005 по 2021 год доля местных ТЭР в общем балансе котельно-печного топлива организаций ЖКХ Витебской области увеличилась с 18,5% до 70,2%.

По итогам первого полугодия 2022 года доля использования местных ТЭР возросла и составляет 72,5%.

– Добыча и переработка торфа в Витебской области также поставлена на высокий уровень. Готовые продукты переработки торфа пользуются спросом не только в сельском хозяйстве, но и в энергетике. Каким образом происходит замещение традиционных видов топлива на торф на предприятиях области?

– Актуальность использования местных видов топлива (МВТ) заключается в том, что себестоимость производства электрической и тепловой энергии на источниках, использующих МВТ, существенно ниже, чем работающих на природном газе. Это обусловлено, как более низкой стоимостью самого топлива, особенно торфа, так и применением на теплоисточниках специально разработанного оборудования. Стоит отметить, что РУП «Витебскэнерго» обладает собственной топливной базой. Это два торфодобывающих цеха (Осинторф и ЦДиТ «Усвиж-Бук»), на которых реализован полный цикл добычи торфа, от разработки новых месторождений, добычи и хранения, до поставки топлива на энергоисточники. ▶



◆ Котельная «5-ый Полк» г. Витебск. Теплоутилизатор и склад загрузки топлива



◆ Ветропарк в Лиозненском районе

Ежегодно использование местных видов топлива РУП «Витебскэнерго» составляет около 19-20 тыс. т у.т., что составляет более 14% объема использования местных видов топлива всей Белорусской энергосистемой

Также при проектировании и строительстве энергисточников закладывались самые передовые технологии сжигания и преобразования полученной тепловой энергии. Так на Белорусской ГРЭС используются котлоагрегаты с «кипящим слоем», в т.ч. котел отечественного производства, на мини-ТЭЦ «Барань» – энергоблок на основе передовой технологии ORC-процесса с использованием термомасляного котла.

Нужно также отметить, что кроме полного обеспечения топливом собственных энергоисточников, РУП «Витебскэнерго» поставляет торф и на котельные других организаций (в основном ЖКХ).

Ежегодно использование местных видов топлива РУП «Витебскэнерго» составляет около 19-20 тыс. т у.т., что составляет более 14% объема использования местных видов топлива всей Белорусской энергосистемой.

В системе ЖКХ введены в эксплуатацию в 2017 году 2 котла по 3 МВт на котельной Центральная КУП ЖКХ «Коханово-ЖКХ» и в 2020 году 2 котла по 3 МВт на котельной Центральная КУП ЖКХ «Браслав-коммунальник», которые работают на торфяном топливе.

– Какие крупные проекты, реализуемые в области, связанные с вводом энергоисточников на ВИЭ вы могли бы выделить? Каковы перспективы дальнейшего развития?

– Ярким примером использования ВИЭ являются две гидроэлектростанции: Ви-

тебская и Полоцкая ГЭС. На Витебской ГЭС установлены четыре агрегата по 10 МВт каждый. Благодаря такой мощности Витебская ГЭС способна обеспечить электроэнергией весь Витебский район при помощи ВИЭ. На Полоцкой ГЭС установлено пять агрегатов мощностью по 4,5 МВт. Хочется отметить, что все ГЭС работают круглый год.

В настоящее время компания ООО «ВетроВатт» ввела в эксплуатацию две ветроустановки в Лиозненском районе Витебской области вблизи деревень Симоново и Емельяново суммарной мощностью 5,965 МВт. В конце 2019 года на реке Мнюта в Шарковщинском районе вблизи деревни Городец введена в эксплуатацию мини-ГЭС с установленной мощностью 160 кВт. В 2020 году в Сенненском районе введена в эксплуатацию гелиоэнергетическая установка «Пламя» суммарной мощностью 1,6 МВт.

В Витебской области в течение 2021 года установками, использующими энергию воды, ветра, солнца и геотермальных источников энергии, разработано:

- гидроэлектростанциями – 251,6 млн кВт·ч;
- биогазовыми комплексами – 10,2 млн кВт·ч;
- ветроэнергетическими установками – 16,4 млн. кВт·ч;
- фотоэлектрическими комплексами – 1,8 млн кВт·ч;
- гелиоводонагревателями – 488 Гкал;
- тепловыми насосами – 465 Гкал.

Использование энергии воды, ветра, солнца и геотермальных источников энергии в 2021 году составило 34,6 тыс. т у.т. и увеличилось по сравнению с 2016 годом в 5,8 раза.

В настоящее время на территории Витебской области, согласно выделенным квотам, реализуются следующие инвестиционные проекты:

- компанией ООО «ВЭС Велешковичи» реализуется объект «Строительство ветропарка мощностью 25 МВт в Витебской области Лиозненском районе вблизи д. Велешковичи»;
- турецкая компания УПП «Гюриш» приступила к строительству ветропарка мощностью 6 МВт в Лиозненском районе;
- компания ООО «Рамтекс» приступила к строительству двух ветрогенераторных установок мощностью 3 МВт каждая вблизи д. Андрейчики Сенненского района Витебской области.

Перспективы дальнейшего развития видятся в окончании реализации указанных проектов и привлечении внимания к использованию энергии, производимой нетрадиционными источниками энергии, реального сектора экономики и частного бизнеса.

– Совсем скоро начнется очередной отопительный сезон. Какие мероприятия в преддверии этого периода проводятся в области с целью повышения уровня энергосбережения?

– Надежность и экономичность работы всего энергетического комплекса Витебской области, особенно в период осенне-зимнего максимума, в значительной степени зависят от своевременного и качественного проведения ремонтных работ при подготовке к отопительному сезону. Нужно отметить, что данная работа ведется ежегодно на системной основе. В соответствии с разработанными планами и графиками ежегодно выполняются ремонты основного теплотехнического оборудования, тепловых и электрических сетей, подстанционного оборудования. Основные силы и средства направлены на ремонтную кампанию в летнее время.

Подготовка к осенне-зимнему периоду осуществляется в соответствии с Правилами подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 мая 2020 г. № 286, и постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 8 июня 2022 г. № 368 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2022/2023 года».

По состоянию на 29 июля 2022 г. в целом по Витебской области уже зарегистрировано 662 паспорта готовности потребителей тепловой энергии, или 20,2% от их общего количества, а также 221 паспорт готовности ведомственных теплоисточников – 16,8% от их общего числа. Регистрация проводится в соответствии со сроками, утвержденными местными исполнительными и распорядительными органами.

Оформление паспортов готовности к отопительному сезону должно завер-

шиться до 30 сентября. К этому сроку необходимо выполнить все запланированные организационно-технические мероприятия, которые обеспечат надежную и безопасную работу энергооборудования в период холодов.

В настоящее время производится модернизация котельных на местных видах топлива с установкой более эффективного котельного оборудования, в том числе работающего на пеллетах. Проводится так же замена базовых элементов, что приводит к улучшению технико-экономических показателей работы оборудования в целом.

Так, предприятиями ЖКХ в 2022 году предусмотрен ввод 4 котлов на МВТ с механизированной загрузкой топлива общей мощностью 5,3 МВт в двух котельных (в ко-

тельной «ПТЛ», г.Поставы, УП ЖКХ Поставского района 2 котла по 1 МВт и в котельной «Центральная», г.Толочин, ГП «Коханово-ЖКХ» 2 котла мощностью 2,5 МВт и 0,8 МВт).

Примечательно, что на предприятиях ЖКХ внедряются автоматизированные системы диспетчеризации, контроля и управления на котельных, ЦТП, которые позволяют получать информацию о функционировании объектов на рабочем месте в реальном времени. Специалисты постоянно отслеживают процесс в режиме онлайн, анализируют ситуацию и оперативно реагируют на любые внештатные изменения.

В целом, можно сказать, что мероприятия, выполняемые в рамках подготовки энергосистемы области к предстоящему отопительному сезону, обеспечивают не только надеж-

ность энергоснабжения потребителей, но и решают задачи экономии топливно-энергетических ресурсов, внося свой существенный вклад в выполнение показателей энергосбережения Витебской области.

– Спасибо за интервью! Дальнейших успехов в области повышения энергоэффективности в регионе. ■

Подготовила Наталья Ивченко

Благодарим за помощь в подготовке материала Витебский областной исполнительный комитет и Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

Энергосмесь

Участники коллегии Госстандарта посетили учебно-практический центр по энергосбережению в Гомеле

За 15 лет в Гомельской области сформирована информационно-методическая база и создан учебно-практический центр по энергосбережению. Данный комплекс разместился на 3 этажах исторической постройки 1905 года. На площади более 100 м² представлено 400 экспонатов. Каждый, уникален по-своему и передает историю Гомельской земли через призму времени: освоение огня человеком, электрификацию, индустриализацию, цифровизацию... Более 100 экспонатов – идеи для будущего энергопотребления без ущерба для цивилизации. Это работы учащихся, победителей республиканского конкурса «Энергомарафон».

Образовательная платформа Центра включает технологическую лабораторию, интерактивное оборудование и позволяет в доступной форме, через игру и практику, обучаться основам энергосбережения, жизни в гармонии с природой.

В течение пяти лет ведется цифровой учет посетителей, которые ежедневно по графикам посещают учебный центр, чтобы постичь «азбуку энергосбережения» и убедиться, что элементарные навыки рационального использования природных ресурсов доступны и могут быть применены фактически повсеместно. Гомельчане гор-

дятся своим уникальным объектом, способствующим комплексному подходу к популяризации вопросов энергоэффективности и энергосбережения для широкой аудитории.

28 июля 2022 года учебно-практический центр по энергосбережению посетили участники коллегии Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь. 65 человек (специалисты центрального аппарата, руководители подведомственных институтов и организаций) из всех регионов республики смогли увидеть, как в Гомельской области ведется работа по привлечению общественного внимания к вопросам энергосбережения, повышению энергетической эффективности через популяризацию лучших обучающих практик и методических разработок по данной теме.

Специалисты Гомельской области поделились опытом работы, чтобы развивать данное направление и в других регионах страны. Сегодня, как никогда, актуальна необходимость системного подхода к решению проблемы энергосбережения и экологии. Важность раскрытия сути государственной политики, вектор которой – комплексный подход к созданию и развитию ресурсосберегающего образования.

В сообщении пресс-службы Госстандарта по итогам посещения Центра отмечено, что «разнообразие представленных в нем экспонатов, полет мысли и творчества ребят в реализации энергосберегающих проектов никого не оставили равнодушным».

Мы можем замедлить процессы разрушения и загрязнения планеты, если будем экономно использовать энергию, бережно относиться к природе. А начинать надо с малого, с себя, вспомнить наказ предков

«Знай меру во всем!» и объединить наши стремления и усилия на благо будущего. ■

А.В. Смирнов, заместитель начальника Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР, начальник ПТО
Н.И. Захаренко, заведующий лабораторией по энергосбережению
ГУО «Гомельский областной центр технического творчества детей и молодежи»

Расчетно-сервисная организация ЧПУП «Эльфгран-Техно»

220076, г. Минск, ул. Ф.Скорины д.8, офис 33
тел/ф. 278 74 48, (29)147 12 45

- Расчет услуги «Отопление для населения» по индивидуальным теплосчетчикам
- Производство систем дистанционного считывания и передачи данных с приборов
- Программный комплекс «Эльф-Расчет» на сервере ООО «Белорусские облачные технологии»

**Решения,
которые
действительно
работают!**



www.elf-techno.by

УНП 192049826

НА ЧЕМ ЭКОНОМИТЬ? СТОИМОСТЬ 1 М² ПРОТИВ ЗАТРАТ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Проблемы строительства и модернизации жилого фонда в Республике Беларусь касается не только строительной отрасли, а также сферы рационального использования топливно-энергетических ресурсов. Вопросом повышения энергоэффективности, снижения уровня потребления тепловой энергии жилфондом уже не одно десятилетие занимается научное сообщество, представители строительного комплекса, эксплуатирующие организации, структур, отвечающих за рациональное использование ТЭР. Редакция журнала «Энергоэффективность» встретила с главным научным сотрудником Института жилища – НИПТИС им. Атаева С.С., д. т. н., профессором Владимиром Митрофановичем Пилипенко, чтобы узнать, какие пути решения вопроса существуют на сегодняшний день.

Энергоэффективное строительство в Беларуси берет свое начало с середины 2000-х годов. Как рассказывает Владимир Пилипенко, идея родилась не случайно. «Лет 20 назад мы познакомились с немецким опытом энергоэффективного строительства. В Институте (Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С. – прим. ред.) была сформирована группа специалистов, включая представителей Академии наук РБ и ведущих белорусских технических ВУЗов, которая определила, что из себя должен представлять энергоэффективный дом».

– Жилой дом не только потребляет энергию, он ее и вырабатывает в следствие жизнедеятельности человека. Но эта энергия в обычном жилье выбрасывается в атмосферу через систему вентиляции и оболочку здания. Мы поставили задачу: использовать данную энергию, чтобы снизить энергопотребление на отопление и вентиляцию в процессе эксплуатации жилья, – говорит Владимир Митрофанович.

Были определены направления движения по созданию энергоэффективных зданий, это: снижение потерь теплоты через ограждающие конструкции здания путем использования архитектурных решений, минимизирующих площадь ограждающих конструкций при сохранении строительного объема здания; снижение потерь теплоты через непрозрачные ограждающие конструкции за счет повышения сопротивления теплопередаче наружных стен, перекрытий, чердаков, подвалов; снижение потерь теплоты через оконные конструкции, применяя энергоэффективные окна; снижение потерь теплоты при воздухообмене, используя управляемые системы приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией теплоты вентиляционных выбросов; снижение затрат теплоты на ГВС с использованием систе-

зовал впервые в странах СНГ комплексный эксперимент по проектированию и строительству энергоэффективного дома на базе типовой серии 90 ОАО «МАПИД». Такой дом был построен на Каменной горке в Минске. Годом позднее с участием института «Гродногражданпроект» аналогичный жилой дом был запроектирован и построен в Гродно, – продолжает Владимир Пилипенко. – В этих проектах были реализованы два энергосберегающих технических решения – принудительная система вентиляции поквартирного типа и изменяемое сопротивление теплопередаче оболочки здания, которое позволило снизить и уравнивать теплотери квартир, находящихся как в торцевых частях зданий, так и в центральной части. В этих проектах впервые в республике и в странах СНГ достигнуто снижение энергопотребления на отопление до уровня 45 кВт·ч/м² в год, т.е. более чем в 2 раза в сравнении с действующими на тот период нормативами.

На диаграмме «Суммарные удельные (на 1 м²) годовые расходы тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение жилых зданий в Республике Беларусь» показано поэтапное снижение энергопотребления строящихся жилых домов. Снижение энергопотребления достигалось за счет повышения сопротивления теплопередаче элементов оболочки здания, при этом поэтапно устанавливались и более жесткие нормы сопротивления теплопередаче наружных стен, перекрытий, окон. До 1993 года нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен здания равнялось 1, а окон – 0,4 °С·м²/Вт, энергопотребление таких домов достигало до 230 кВт·ч/м² в год.

Досье

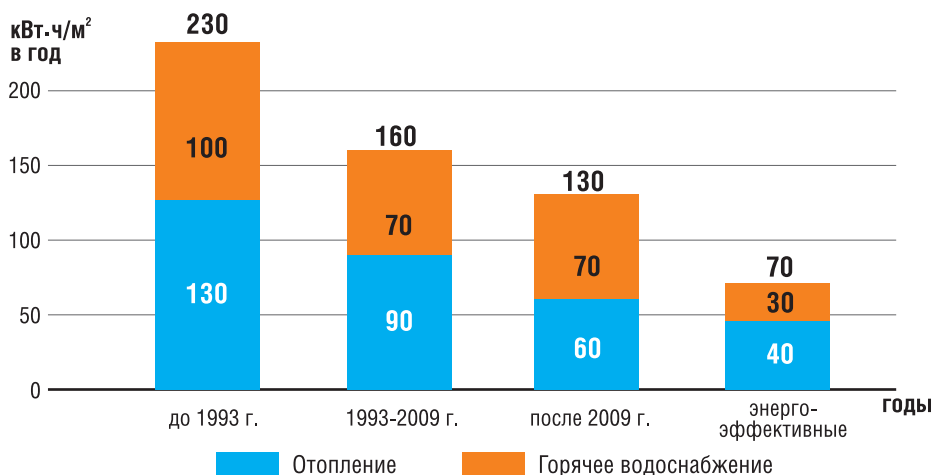
Пилипенко Владимир Митрофанович – главный научный сотрудник Института жилища – НИПТИС им. Атаева С.С., доктор технических наук, профессор, иностранный член Российской академии архитектуры и строительных наук, член-корреспондент Международной инженерной академии, заместитель Председателя Союза Строителей Республики Беларусь. Стоял у истоков энергоэффективного строительства в Республике Беларусь.



мы утилизации тепла сточных вод; использование возобновляемых источников энергии.

– В 2005 году благодаря поддержке Министерства архитектуры и строительства, а также руководства ОАО «МАПИД» институт реали-

Удельные (на 1 м²) годовые расходы тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение жилых зданий в Республике Беларусь



В 1993 году нормативы были пересмотрены, сопротивление теплопередаче наружных стен увеличили до 2,5 см²/Вт, окон до 0,6 °С·м²/Вт, что обеспечило суммарное снижение энергопотребления жилья более чем на 100 кВт·ч/м² в год. В энергоэффективных домах второго поколения в Гродно и Могилеве – с солнечными батареями, солнечными коллекторами, тепловыми насосами, с утилизаторами тепла бытовых стоков и с утилизаторами тепловой энергии вентиляционных выбросов суммарное энергопотребление снижено до 30 кВт·ч/м² в год. В доме в Гродно, где было применено максимальное количество энергосберегающих решений энергопотребление составляет 15-18 кВт·ч/м² в год. Дом в Гродно приблизился по показателю энергопотребления к так называемым домам с нулевым энергопотреблением.

В стране в последние годы наработан достаточно большой опыт строительства энергоэффективного жилья. Но массового строительства энергоэффективных жилых домов в стране мы не видим.

Основной причиной, сдерживающей переход на массовое строительство энергоэффективных жилых домов является удорожание стоимости такого жилья. В таблице 1 представлены данные, характеризующие удорожание 1 м² площади жилья при реализации энергосберегающих мероприятий.

Представленные данные свидетельствуют вместе с тем, что отмеченное удорожание 1 м² жилья не столь существенно.

– Видимо настало время на общегосударственном уровне разработать и реализовать комплекс мер, стимулирующих строительство энергоэффективного жилья, – отметил Владимир Пилипенко.

– Какие основные критерии энергоэффективности жилых зданий можно сформулировать на базе наработанного в стране опыта?

– Опыт проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов позволяет сформулировать следующие требования, это: эксплуатационная надежность; экономичность; возможность модернизации; включение в структуру систем жизнеобеспечения элементов «умного дома»; безопасность; простота в управлении и обслуживании; экологичность, отсутствие вредных выбросов.

Необходимо отметить и то, что переход на энергоэффективное жилищное строительство – это и улучшение экологической обстановки в стране, снижение импорта энергоресурсов. Приведу следующие данные, которые характеризуют важность проблемы. Жилищный фонд и здания социального назначения потребляют более 30% энергоресурсов Республики Беларусь (аналогичная ситуация в большинстве стран), а при выработке 1 кВт·ч энергии в атмосферу выбрасывается в среднем около 1 кг CO₂.

Таблица 1. Дополнительные единовременные затраты и годовая экономия энергии при реализации проектов по строительству энергоэффективных зданий в Республике Беларусь

№ п/п	Направление дополнительных затрат	Удельные на 1 м ² площади дополнительные единовременные затраты в USD/м ²	Величина приведенной на 1 м ² площади значений годовой экономии энергии по «топливному паритету»			
			кВт·ч/м ²	Или ТУТ/м ²	Или Тонны нефти/м ²	Или Баррель нефти/м ²
1	Утепление наружных ограждающих конструкций	4	10	0,0014	0,00205	0,0128
2	Создание поквартирных систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией вентиляционных выбросов	50	35	0,005	0,00717	0,0448
3	Применение окон нового поколения	4	11	0,0016	0,00225	0,0141
4	Монтаж системы утилизации тепла сточных вод и солнечного коллектора	6,5	42	0,006	0,00860	0,0537
5	Суммарные приведенные затраты	64,5				
6	Суммарная приведенная экономия		98	0,0140	0,02007	0,1254

Справочно

Энергоэффективное здание – это здание с оптимальным для существующих технико-экономических условий уровнем потребления тепловой энергии на отопление и ГВС. В современных энергоэффективных зданиях на стадии эксплуатации достигается сокращение в 1,5 – 2 раза энергетических затрат по сравнению с установленными в настоящее время нормами и 3-4-кратное сокращение энергопотребления по сравнению со зданиями массовой жилой застройки второй половины прошлого века.

– Что необходимо обеспечить для активизации внедрения энергоэффективных технологий в жилищное строительство?

– Для этого необходимо соблюдение следующих условий:

- создание повторяющегося и достоверно определяемого результата;
- сохранение обычного или близкого к обычному уровня инвестиционных затрат;
- ориентированность на существующую нормативную базу строительства и соответствие сложившимся логикам проектирования;
- обобщение лучших методов и мирового опыта проектно-строительной практики;
- понимание внедряемых мероприятий широкими кругами профессиональной ответственности и населением.

По словам Владимира Пилипенко, среди предпосылок успешной реализации концепции энергоэффективного жилищного строительства можно выделить следующее: четкое определение стандартов, прав и обязанностей собственников, инвесторов; внедрение механизмов, стимулирующих развитие энергосберегающих технологий; эффективный контроль за реализацией концепции энергоэффективного строительства; санкции за нарушения, финансовая ответственность собственников; баланс интересов участников, реализующих концепцию; разработка долгосрочных цепочек

и их пошаговое решение; разработка корректирующих мероприятий при пошаговом достижении целей.

В качестве модернизации имеющегося жилфонда Владимир Митрофанович предлагает использовать опыт Германии, России, Литвы и других стран с привлечением средств частных застройщиков.

– У нас в стране около 20 млн м² пятиэтажек, в которых живут в основном люди пожилого возраста. Для многих из них проведение надлежащего капитального ремонта, даже с учетом частичного софинансирования не по карману. Есть положительный опыт соседних стран по привлечению внебюджетных средств для финансирования ремонта жилья. Частные компании могут взять на себя затраты на проведение полноценного капитального ремонта с тепловой модернизацией жилья – привести жилье к современному уровню по теплотехнике, заменить инженерии, выполнить ремонт квартир с заменой инженерных систем при условии, что эти компании получат возможность надстройки 2-3 этажей и продажи нового жилья на коммерческой основе.

Необходима соответствующая государственная программа комплексной реконструкции эксплуатируемого, построенного во второй половине XX века жилищного фонда, где должен быть определен порядок привлечения для этих целей внебюджетных средств частных компаний.

– Какие выгоды можно получить от внедрения такой программы?

– Во-первых, привлечение внебюджетных средств. Во-вторых, полнокровный ремонт жилья. В-третьих, снижение выбросов CO₂ в атмосферу и улучшение экологической обстановки в жилых массивах. Четвертое – улучшение среды обитания людей (улучшение архитектурного облика зданий и микрорайонов, создание и модернизация объектов соцкультбыта и т.д.). Пятое – экономия энергоресурсов. ■

Беседовала Наталья Ивченко

ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКВАЖИНАМИ НА ВОДОЗАБОРЕ №1 «ПЕСКОВАТИК» В Г. ВИТЕБСКЕ В 2021 ГОДУ

Применение асинхронных двигателей, не смотря на простоту их использования, является энергетически неэффективным в системах, где требуется регулирование количества перекачиваемой воды. Самое эффективное решение – оснащение нерегулируемых электродвигателей преобразователями частоты. По разным оценкам применение ЧРП позволяет сэкономить 20-50 % электроэнергии, снизить непроизводительный расход воды – на 10-15 %.

Преобразователи частоты позволяют избежать повреждения двигателей, так как за их счет осуществляется плавный пуск, таким образом отсутствуют прямые пуски с 6-7 кратными пусковыми токами.

Частотный привод увеличивает срок службы труб и арматуры. Это достигается за счет плавного пуска и останова насосов, режима заполнения пустой трубы, эти функции позволяют избежать гидравлического удара в системе. Помимо этого, значительно увеличивается надежность работы всей системы в целом.

Имея многолетний положительный опыт применения ЧРП в системах управления несколькими насосами с подачей воды в одну магистраль, руководством филиала «Витебскводоканал» УП «Витебскоблводоканал» было принято решение построить подобную систему для управления двенадцатью скважинными насосами без основательной реконструкции и с использованием минимального количества средств КИПиА (датчиков давления, счетчиков воды).

Объект управления – двенадцать артезианских скважин, расположенных вдоль трубопровода, примерно на одном расстоянии одна от одной и с одинаковыми гидравлическими характеристиками, работающие на одну магистраль. Магистральный трубопровод заканчивается в зале безнапорных фильтров в приемном кармане. После очистки вода поступает в резервуар чистой воды (РЧВ), откуда станцией второго подъема подается в город.

До внедрения системы выбор скважин и их количество для работы определял начальник водозабора, а оператор станции, круглосуточно наблюдая за оперативной обстановкой на первом и втором подъемах водозабора, используя систему дистанционного управления скважинами, включал или отключал ту или иную скважину.

Для снижения энергозатрат на производство воды первым подъемом, и, если не включения, то минимизации человеческого фактора в управлении, требовалось создать такую систему автоматического управления скважинами, где обратной связью является уровень воды в РЧВ, а главным условием выбора количества и номера скважины является удельная норма (УН).

Были определены:

1. Исходные данные для решения поставленной задачи:

- мощность электродвигателя насоса;
- номинальная производительность насоса;
- время утреннего и вечернего пиков потребления электроэнергии, в течение которого запрещено превышать суммарную потребляемую мощность;
- время максимального простоя скважины;
- минимальное время работы скважины;
- диапазон уровня автоподдержания воды в РЧВ.

2. Обратная связь:

- текущий уровень воды в РЧВ.

3. Внешние воздействия:

- уровень воды в приемном кармане зала фильтров;
- текущая производительность всех работающих скважин;
- текущий расход воды на город.

Предполагалось, что система, располагая предоставленной информацией в реальном режиме времени, будет сама выбирать в работу скважины с наименьшим показанием УН, а также стремиться, путем изменения частоты вращения насоса, уменьшить взаимное влияние скважин одна на одну и, тем самым, уменьшить УН.

По результатам проведенного тендера был определен победитель, который наиболее полно отвечал предъявленным требова-

ниям, обозначенным на основании лишь теоретических знаний без опыта построения подобных систем ранее.

Первый этап внедрения системы состоял из подключения обратной связи (уровень воды в РЧВ) и сигналов внешних воздействий (уровень воды в приемном кармане данные с расходомеров), заполнения таблицы исходных данных по скважинам, задания приоритета, времен простоя и минимальной работы.

Включение системы в работу началось сразу же после модернизации первой скважины. А уже к середине процесса модернизации, когда под управлением старой и новой систем находилось поровну скважин, отпала необходимость в ручном управлении скважинами. На завершающем этапе не было сомнений в бесспорном преимуществе новой системы – полностью автоматическом управлении скважинами – над старой, автоматизированной.

Как и предполагалось, система сразу выделила те скважины, у которых УН была минимальной, используя остальные лишь в часы максимального водопотребления, или для набора воды в РЧВ к началу утреннего и вечернего пиков энергопотребления.

Скважины с наихудшими УН система включала на прокачку согласно заданным параметрам. После полугода эксплуатации системы с минимальным вмешательством человека можно смело утверждать, что развитие автоматизации идет в верном направлении. Если считать показателем оценки эффективности системы потребление электроэнергии, то, сравнивая значения потребленной энергии за соответствующие месяцы, видна экономия в 21-23 % (таблица 1).

Выводы и рекомендации

Часто до внедрения подобных систем проводится анализ сетей в виде гидравлического расчета, изучение статического и динамического уровней воды в скважинах, изучаются архивные данные параметров технологического процесса, собранные старой системой телемеханики. Прогнозируется поведение системы для каких-то, заранее известных внештатных ситуаций. На проведение таких мани-

пуляций тратится немалый процент времени и средств. А в конечном итоге на выходе получается, безусловно, красивый и объемный, но никому не нужный, нигде не применимый результат.

Рекомендуем задать один вопрос – справлялась ли старая система с поставленной задачей? Если «да!», то и новая система тоже справится.

При проектировании системы управления водозаборными скважинами следует особое внимание уделять не проведению предпроектных исследований, не выбору преобразователей частоты (они будут использоваться большую часть времени как инструмент управления и защита двигателей), а программному обеспечению, как задающему алгоритм работы системы в целом, учитывающему как все существующие в данный конкретный момент внешние воздействия на систему, так и при накоплении информации, просчитывающему поведение системы в будущем и оперативно изменяющему алгоритм работы. При выборе исполнителя необходимо поинтересоваться у него о существовании некой модели или симулятора системы, где можно было бы определиться с внешними воздействиями и обратными связями, оценить скорость и точность просчета алгоритма различных ситуаций, косвенно просчитать экономию электроэнергии.

Программно-аппаратный комплекс системы управления скважинами должен состоять из двух частей:

1. Обязательная часть:

- средства связи;
- банк данных;
- интерфейс пользователя;
- механизм расчета (алгоритм);
- измерительные и исполнительные средства.

Таблица 1. Сравнительные данные по потреблению электроэнергии за два периода

День Марта	Март 2021	Март 2022	День Мая	Май 2021	Май 2022
1	9039,48	6531,12	1	7385,94	5298,15
2	8671,28	6921,4	2	7068,04	5705,45
3	8718,92	6698,28	3	7550,47	5070,97
4	8795,81	6795,08	4	7648,04	6297,51
5	8772,2	6124,06	5	7893,82	6570,95
6	8189,96	5885,49	6	7676,97	6351,97
7	8612,67	6147,15	7	7879,8	5579,72
8	8097,24	5859,39	8	7399,24	5275,82
9	8538,68	6671,85	9	6968,45	5675,21
10	9135,54	6550,4	10	7340	6151,11
11	8957,17	7011,82	11	6983,27	6562,61
12	8933,59	6803,63	12	8002,53	5811,48
13	8787,6	6628,82	13	7563,26	6355,12
14	8848,89	7146,22	14	8011,9	6508,04
15	9015,83	6560,32	15	7567,03	5714,85
16	8528,74	7064,69	16	7624,28	6252,04
17	9028,7	6591,59	17	8351,79	5872,03
18	9003,37	7017,1	18	7477,44	5931,11
19	8911,62	6459,62	19	7835,27	5942,91
20	8289,91	6555,98	20	7653,87	6056,7
21	8749,28	7161,97	21	7503,07	5437,72
22	9000,09	6513,96	22	6844,31	5442,79
23	8606,68	6933,84	23	7014	6372,37
24	8907,05	6718,06	24	7535,65	6108,57
25	8498,84	6946,09	25	7854,5	7002,72
26	8605,32	6155,87	26	7714,56	6054,38
27	8252,82	6360,28	27	7863,02	6605,99
28	8442,73	7270,32	28	8437,57	5682,61
29	8826,64	6516,63	29	7093,27	5563,35
30	8498,31	6916,27	30	7524,61	6125,62
31	8492,12	6217,1	31	7478,17	5927,11
среднее	8701,84	6636,59	среднее	7572,39	5977,64
разница		-2065,25	разница		-1594,75
%		-23,73	%		-21,06

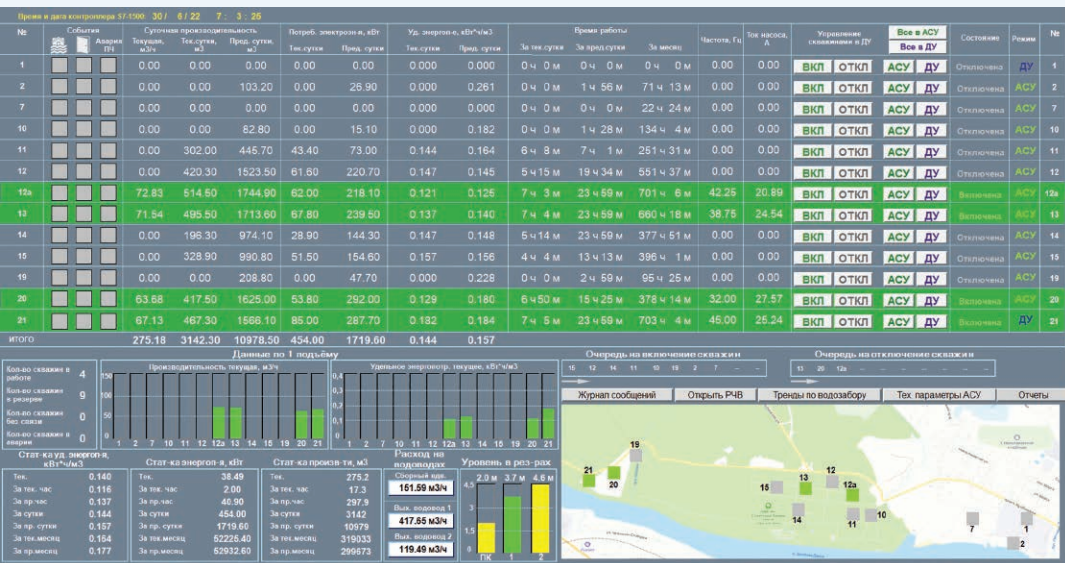


Рис. 1. Пользовательский интерфейс системы управления

2. Не обязательная часть:
- ЧРП известного производителя;
 - проведение предпроектного гидравлического расчета сети.

При таком построении системы, задав первоначальные данные, комплекс способен работать месяцами без влияния человека и с гарантированной экономией электроэнергии.

Планово-предупредительное обслуживание комплекса сводит риски выхода из строя какой-либо части комплекса к нулю.

А.Л. Зайцев, ведущий инженер-программист филиала «Витебскводоканал» УП «Витебскоблводоканал»
Ж.В.Сверчкова, заведующий сектором ПТО Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

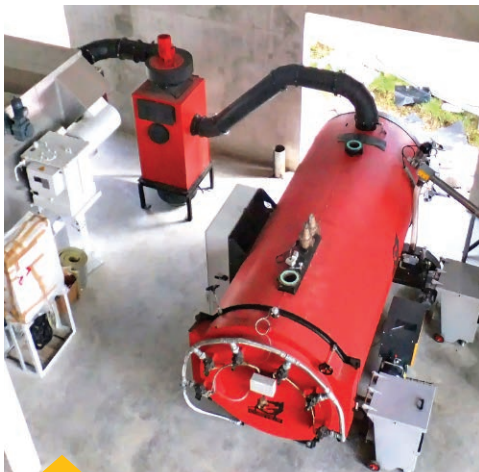
ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ БИОМАССЫ И ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Предприятие СООО «Комконт» – первый в Республике Беларусь специализированный производитель промышленных котлов, работающих на биомассе. Комконт производит водогрейное и паровое котельное оборудование единичной мощностью от 0,1 до 12 МВт, которое использует в качестве топлива опилки, щепу, кору, стружку, отходы мебельного производства (МДФ, ДВП, ДСП), пеллеты, а также солому, костру льна, лигнин, торф, шишки, лузгу, зерноотходы и т.д. За время работы СООО «КОМКОНТ» произведено более 1600 котельных установок, успешно эксплуатирующихся в различных странах мира, что является весомым доказательством эффективности и надежности производимого оборудования.

Постоянное движение инновационным путем позволяет предприятию удерживать лидирующие позиции среди других производителей. Так за последние годы были внедрены:



• **Водогрейные котлы с трехходовым движением газов в теплообменнике**, позволяющие достичь общего КПД котла 91% без установки дополнительных экономайзеров, а также обеспечить низкий уровень выбросов в атмосферу вредных веществ даже при использовании в качестве топлива специфических отходов.

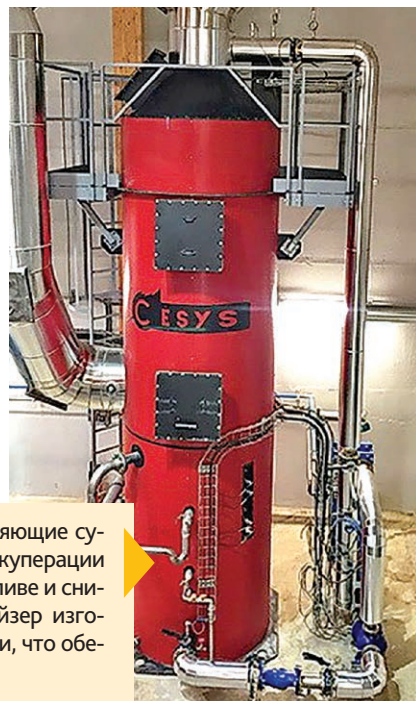


• **Пеллетные котлы**. В целях выполнения задач по энергосбережению, импортозамещению и использованию местных видов топлива СООО «Комконт» освоило производство специализированных котлов для сжигания древесных пеллет (гранул). Это современные водогрейные пеллетные котлы белорусского производства, единичной тепловой мощностью от 0,3 до 10 МВт. Все оборудование работает полностью в автоматическом режиме и может быть выполнено в блочно-модульном исполнении.

• **Конденсационные экономайзеры**, позволяющие существенно повысить КПД установки путем рекуперации энергии испаренной воды, содержащейся в топливе и снижения температуры уходящих газов. Экономайзер изготавливается из специальной нержавеющей стали, что обеспечивает надежную и долговечную работу.



• **Рукавные фильтры**, позволяющие обеспечить соблюдения требований ЭкоНП 17.01.06-001-2017, и снизить выброс твердых частиц до 30 мг/м³ вне зависимости от условий работы котла и типа топлива. Фильтры полностью интегрируются в существующее или новое котельное оборудование, как с точки зрения автоматизации управления, так и в части компоновочных решений. Особое внимание уделяется системам взрыво- и пожаробезопасности обеспечивающим высокую надежность.



- Продвинутая **система автоматического управления котлами**, обеспечивающая стабильную работу котельного оборудования и осуществляющая управление всеми процессами без вмешательства обслуживающего персонала при изменении режимов и калорийности топлива. Управление может осуществляться как с панели оператора, так и удаленно – с компьютера расположенного в диспетчерском пункте по средствам SCADA.

Из множества успешно реализованных СООО «Комконт» объектов в качестве примеров можно выделить следующие.

- В рамках реализации Государственной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в Республике Беларусь собственных топливно-энергетических ресурсов в Брестской области (г. Кобрин) было завершено строительство модульной водогрейной котельной на МВт. Поставленное СООО «Комконт» оборудование (общая мощность 12 МВт) включает три энергоэффективных водогрейных котла (КПД 91%) мощностью по 4 МВт каждый. Эксплуатация данного оборудования позволяет надежно осуществлять теплоснабжение города и ежегодно экономить до 8% сжигаемого топлива.



- В 2020 г. на территории одного из промышленных предприятий г. Гомеля специалистами СООО «Комконт» был введен в эксплуатацию водогрейный котел мощностью 4 МВт с комплектом оборудования, предназначенного для утилизации (сжигания) образующихся в процессе производства сухих отходов мебельного производства, таких как ОСБ, ДВП, ДСП, МДФ, а также прочих отходов. Реализованные технические решения позволяют не только экономить денежные средства, но соответствовать высоким экологическим требованиям, предъявляемым к предприятиям, расположенным в черте города.

- В 2021 году в Мядельском районе был завершен проект строительства новой водогрейной котельной общей мощностью



10 МВт, предназначенной для теплоснабжения города, с двумя котлами мощностью по 4 МВт каждый, одним котлом мощностью 2 МВт и комплектом вспомогательного оборудования производства СООО «Комконт». Реализация данного проекта позволила использовать в качестве топлива древесные отходы взамен природного газа и значительно снизить себестоимость производимой тепловой энергии.

- В рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» СООО «Комконт» за период 2019-2021 гг. в Мозыре, Житковичах, Сморгони и Борисове были введены в эксплуатацию **теплогенераторы** мощностью от 3,5 до 7 МВт со вспомогательным оборудованием, позволяющие получать энергию из биомассы для производства пеллет. Оборудование обеспечивает надежную работу и соответствие всем требованиям безопасности и экологии.



- На предприятии ОАО «Фандок» (г. Бобруйск) был установлен паровой котел с комплектом вспомогательного оборудования номинальной паропроизводительностью 10 т/ч. Уникальность проекта в том, что это



первый паровой котел такой мощности, произведенный и установленный на территории республики, использующий в качестве топлива древесные отходы. Использование местных топливно-энергетических ресурсов взамен природного газа способствует снижению себестоимости выпускаемой на предприятии продукции.

- В последние несколько лет были введены в эксплуатацию множество водогрейных котлов мощностью от 1 до 7,5 МВт в Российской Федерации (Ленинградская, Иркутская область, Пермский и Красноярский край). Предприятия, занимающиеся деревообработкой и мебельным производством, широко используют эффективное и надежное оборудование СООО «Комконт», отвечающее самым высоким стандартам качества.



Значительный производственный опыт, постоянное развитие и внедрение передовых технологий позволяет СООО «Комконт» достойно отвечать вызовам времени. Работа с клиентами на каждом этапе реализации проекта, начиная с предпроектного обследования до ввода в эксплуатацию и гарантийного обслуживания, позволяет учитывать любые индивидуальные предпочтения каждого заказчика. Реализуемые технические решения соответствуют самым высоким стандартам качества, строгим экологическим нормам и требованиям к надежности и эффективности. ■

Мониторинг подготовки к работе в осенне-зимний период 2022/2023 года в Гомельской области

Котельная в д. Полесье Чечерского района Гомельской области входит в перечень теплоисточников, имеющих повышенный расход топлива и электрической энергии на отпуск тепловой энергии. Мероприятия по повышению эффективности работы таких объектов проводятся ежегодно, на системной основе. В текущем году запланировано проведение работ по оптимизации режимов, работы основного и вспомогательного оборудования этой котельной (Приложение 6 к постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 08.06.2022 № 368).



◆ Котельная и тепловые сети филиала ОАО «Гомсельмаш» санаторий «Машиностроитель»

Гомельским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР проведен мониторинг хода выполнения работ по оптимизации работы теплоисточника.

В ходе мониторинга установлено, что работы выполняются в соответствии с графиком. В рамках реализации проекта в котельной демонтирован один котел КВС-0,63 и установлены 2 электродкотла ЭВАН 100 Universal, ведется монтаж электроцистовой и вспомогательного оборудования. Учитывая социальную значимость котельной, все работы будут завершены в срок – до начала отопительного сезона.

Еще одним «проблемным» объектом в Гомельской области являлась котельная филиала ОАО «Гомсельмаш» санаторий «Машиностроитель». От этого объекта осуществляется теплоснабжение санатория, детского сада, школы, жилых домов, расположенных в н.п. Чёнки Гомельского района. Эффективность эксплуатации котельной в осенне-зимний период периодически контролировалась государственными инспекторами по надзору за рациональным использованием ТЭР, выдавались рекомендации по устранению нарушений. Результатом проведенной работы стала выполненная в 2021 – 2022 годах реконструкция котельной с заменой котлов КВГ-7,56-150 (2 шт.) на более экономичные КБН-Г-21,5 и замена тепловых сетей, что позволило снизить удельную норму расхода природного газа на отпуск тепла на 5,7 кг у.т./Гкал. Мониторинг, проведенный в первой декаде августа 2022 года, показал высокую степень готовности теплоисточника к работе в предстоящий осенне-зимний период. ■

С. Е. Зохарев,
заместитель начальника
ИЭО Гомельского областного
управления по надзору за
рациональным использованием
топливно-энергетических
ресурсов

Паспорта готовности

26 мая 2022 года на заседании Мингорисполкома рассматривался вопрос «О работе организаций жилищно-коммунального хозяйства в осенне-зимний период 2021/2022 годов». Были подведены итоги прошедшего отопительного периода и поставлен ряд задач на следующий. Одна из них: паспорта готовности потребителей тепловой энергии и теплоисточников организаций г.Минска к предстоящему отопительному сезону должны быть оформлены в срок до 01.09.2022.

Минским городским управлением по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов (Управление), в рамках пункта 12 постановления Совета Министров Республики Беларусь от 08.06.2022 № 368 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2022/2023 года», в июле месяце текущего года начата плановая работа по контролю хода подготовки субъектами хозяйствования г. Минска к работе в предстоящий отопительный период.

В плановом порядке проведено 13 мониторингов учреждений здравоохранения, подведомственных Комитету по здравоохранению Мингорисполкома (УЗ «Минский клинический центр фтизиопульмонологии», УЗ «3-я городская детская клиническая больница г.Минска», УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи», УЗ «6-я городская клиническая больница г.Минска», УЗ «Городская детская инфекционная клиническая больница», УЗ «Минский городской клинический центр дерматовенерологии», УЗ «Городская клиническая инфекционная больница», УЗ «Минский клинический консультативно-диагностический центр», УЗ «10-я городская клиническая больница», УЗ «Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии», УЗ «3-я городская клиническая больница имени Е.В.Клумова», УЗ «1-я городская клиническая больница, УЗ «5-я городская клиническая больница»). В ходе мониторингов обследовано 77 объектов теплоснабжения, в т.ч. 1 теплоисточник.

В рамках мониторинга уделялось особое внимание следующим вопросам:

- ход выполнения организационно-технических мероприятий;
- состояние приборного учета и автоматики теплоснабжения (в том числе своевременность метрологической поверки);
- проведение гидродневматической промывки и гидравлических испытаний;
- состояние инженерных сетей и коммуникаций;
- полнота регламентных работ согласно Правилам подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.05.2020 № 286.

По итогам проведенных мониторингов выдано 9 рекомендаций на устранение выявленных нарушений (характерные: не соответствие тепловой изоляции нормативным требованиям). Все рекомендации выполнены в минимально предложенные сроки. Работа по своевременной и качественной подготовке объектов здравоохранения к очередному осенне-зимнему периоду продолжается.

Стоит отметить, что проводимая системная работа Управления в данном направлении помогает субъектам хозяйствования г.Минска справиться с поставленными задачами в установленные сроки. ■

О.Полякова, заместитель начальника управления, начальник инспекционно-энергетического отдела Минского городского управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

Подготовка субъектов хозяйствования Могилевской области к осенне-зимнему периоду (ОЗП) 2022 – 2023 гг.

Порядок подготовки субъектов хозяйствования к работе в течение ОЗП определен постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.05.2020 №286 «Об утверждении Правил подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения» и относится к одной из важнейших задач их деятельности. Для организации безаварийного прохождения ОЗП распоряжением председателя Могилевского облисполкома создана областная комиссия по координации проведения подготовительных и ремонтных работ, создания необходимых запасов топлива на ОЗП 2022/2023 года. В соответствии с разработанным графиком представители областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР в июле и первой декаде августа месяца 2022 года осуществили 20 мониторингов в составе рабочей группы.

Основной упор в подготовке уделяется созданию запасов топлива, гидравлическим и температурным испытаниям тепловых сетей, проверке приборов учета тепловой энергии, приведению к нормативным требованиям состояния тепловой изоляции тепловых сетей, трубопроводов теплоносителя и теплоиспользующего оборудования

центральных и индивидуальных тепловых пунктов, а также теплоисточников для получения паспортов готовности к ОЗП.

Так, 02.08.2022 рабочая группа провела мониторинг подготовки к ОЗП субъектов хозяйствования, расположенных в г. Бобруйске. Всего по городу по состоянию на день проведения мониторинга зарегистрировано в филиале ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор» по Могилевской области 465 паспортов готовности потребителей из 732 шт. (63,5%) и 47 паспортов готовности теплоисточников из 65 шт. (72,3%).

В части подготовки жилищного фонда города Бобруйска к предстоящей зиме рабочая группа выборочно посетила ИТП жилых домов. По результатам посещения отмечено, что подготовка проводится должным образом, создан аварийный запас необходимых материалов и оборудования.

Проведена оптимизация схемы теплоснабжения города, в результате которой ликвидированы два пароводяных центральных тепловых пункта и длинные неэффективные паро- и конденсатопроводы к ним (по 690 м.п. в однотрубном исчислении каждый) от котельной ОАО «Бобруйский мясокомбинат». Жилые дома, ранее подключенные к ликвидируемому ЦТП, подключаются



к новому теплоисточнику, установленному в центре нагрузок. Годовой экономический эффект от реализации мероприятия составит 179,7 т у.т. В новой котельной проводятся пуско-наладочные работы, ввод в эксплуатацию запланирован до 31.08.2022. ■

А. Маслов, начальник ИЭО, заместитель начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

О проведении мониторингов по вопросу подготовки к отопительному периоду 2022/2023 года в Минской области

В соответствии с Планом работы Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР на июль 2022 года проведены 9 мониторингов по вопросам организации и выполнения энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии работ по подготовке к отопительному периоду и его проведению, соблюдения режимов работы теплоисточников и тепловых сетей, а также соблюдения законодательства в сфере рационального использования топливно-энергетических ресурсов в ООО «Красненский консервный комбинат», ЧУП «Молодечненский пищевой завод», Минское областное потребительское общество, КУП «Смолевичское ЖКХ», РУП «Воложинский жилкомхоз», отдел идеологической работы, культуры и по делам молодежи Борисовского

райисполкома, УП «Жилье», РУП «Любанское ЖКХ» и КУП «Стародорожское ЖКХ».

В ходе мониторингов обследовано 118 объектов, из них 93 жилых дома и прочие объекты (мастерские, магазины, объекты учреждения образования), 3 ЦТП и 22 теплоисточника.

При обследовании объектов выявлены следующие нарушения (недостатки):

- отсутствие и необходимость ремонта тепловой изоляции на теплоиспользующем оборудовании, трубопроводах систем ГВС, отопления на 26-ти объектах суммарной протяженностью до 489 м в однотрубном исчислении – нарушение требований п.10.36, п.11.31, п.16.7 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей»;

- неисправность систем регулирования подачи тепло-

вой энергии системы ГВС на 4-х ЦТП – нарушение требований п. 11.14, п. 11.15, п. 11.45 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей»;

- неисправность и отсутствие приборов учета расхода тепловой энергии системы отопления, ГВС на 13-ти объектах – нарушение требований п.9.7.20 ТКП 45-1.04-305-2016 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации», п.8.1 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей»;

- отсутствие приборов визуального контроля (термометров, манометров) в ИТП многоквартирных жилых домов на 13-ти объектах – нарушение

требований п.11.48, п.11.49 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей», п. 9.7.2 ТКП 45-1.04-305-2016 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации».

По результатам надзорной деятельности выдано 9 рекомендаций по устранению нерационального расходования топлива, электрической и тепловой энергии. Выполнение выданных рекомендаций находится на контроле Управления. ■

В.Д. Иванов, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Минского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

Обследования организаций социальной сферы в Гомельской области с целью выявления резервов экономии ТЭР

В июле 2022 года в целях оказания методической помощи при формировании планов мероприятий по экономии и эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов проводилось энергетическое обследование в двух учреждениях дошкольного образования: ГУО «Ясли-сад №16 г. Гомеля» и «Ясли-сад №7 г. Гомеля».

Учреждения дошкольного образования представляют собой типовые двухэтажные здания с необходимыми условиями для обеспечения оптимального двигательного режима детей. Ясли-сады ориентированы на максимальное использование возможностей физической культуры для сохранения и укрепления здоровья воспитанников, развития их физических способностей.

Обследование учреждений дошкольного образования показало, что в организациях проводится работа по экономии и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов. По инициативе руководства учреждений образования реализованы такие направления энергосбережения как:

- модернизация оконных блоков с установкой энергоэффективных стеклопакетов;
- установка энергоэффективного оборудования в пищеблоке (электросковорода, кипятильник, овощерезка, холодильник) и т.д.

Обследование показало, что в ГУО «Ясли-сад №7 г. Гомеля», не смотря на частично проделанную работу по энергосбережению, имеются резервы экономии энергоресурсов, реализация которых позволит снизить энергопотребление:



◆ ГУО «Ясли-сад №7 г. Гомеля»



◆ ГУО «Ясли-сад №16 г. Гомеля»

- замена существующих оконных блоков на энергоэффективные оконные блоки из ПВХ (62 м²);
- замена электрической плиты на энергоэффективную;
- установка теплоотражающих экранов за радиаторами отопления.

В целом, в ходе обследования ГУО «Ясли-сад №7 г. Гомеля», выявлены резервы экономии ТЭР, на величину 14,6% от суммарного потребления энергоресурсов.

Обследование показало, что в ГУО «Ясли-сад №16 г. Гомеля», не смотря на частично

проделанную работу по энергосбережению, имеются резервы экономии энергоресурсов, реализация которых позволит снизить энергопотребление:

- замена существующих оконных блоков на энергоэффективные оконные блоки из ПВХ (83 м²);
- модернизация системы освещения замена люминесцентных ламп (0,036 Вт) светильниками повышенной светоотдачи с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ЭПРА) (0,018 Вт) – 20 шт.

В целом, в ходе обследования ГУО «Ясли-сад №16 г. Гомеля», выявлены резервы экономии ТЭР, на величину 8,3% от суммарного потребления энергоресурсов.

Расчеты экономии топливно-энергетических ресурсов произведены на основании Методических рекомендаций по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий, утвержденных Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 2020 г.

По состоянию учреждений дошкольного образования мы видим, что подготовка к ОЗП проводится на должном уровне. Специалистам учреждений даны исчерпывающие ответы на интересующие их вопросы по ОЗП и задействованию резервов экономии. Отчеты по результатам обследований сформированы и направлены руководству учреждений для использования в работе. ■

Т. Н. Прусенко, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

Подготовка к ОЗП и ввод энергоисточников

С июня месяца началась активная работа по подготовке к ОЗП 2022/23. Работники инспекционного отдела Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР проводят мониторинги и проверки готовности субъектов хозяйствования к отопительному периоду.

К основным замечаниям, при проверках и мониторинге потребителей тепловой энергии, стоит отнести такие как повреж-

дение участков тепловой изоляции, неисправное состояние САР ТС, течи, отсутствие температурных графиков и их соблюдение.

В ходе мониторинга хода работ по строительству энергоисточников на МТЭР по Минской области специалисты управления периодически посещают объекты, участвуют в совещаниях по строительству, штабах стройки.

Сегодня особое внимание уделено объектам строитель-

ства, запланированным к вводу в эксплуатацию в 2022 году, включенным в программу строительства энергоисточников по Минской области, предусмотренную Государственной программой «Энергосбережение» на 2021-2025 годы.

Следует отметить проблемы в организации работы по строительству энергоисточников, срывы сроков ввода в эксплуатацию, которые зачастую происходят как по вине заказчиков, так и по независимым причи-

нам и факторам, которые крайне сложно предусмотреть на самой ранней стадии принятия решения о строительстве и реализации проекта.

Напоминаем об ответственности за несвоевременную подготовку к ОЗП потребителей тепловой энергии в соответствии со ст. 21.7 КОАП РБ. ■

Минское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

Работы по утеплению и модернизации многоквартирных жилых домов в Брестской области по инициативе жильцов продолжаются

О проведенной в Брестской области работе по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 04.09.2019 № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов», сообщает заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Департамента по энергоэффективности Галина Луговкина.

Указ принят в целях снижения теплопотребления многоквартирных жилых домов и создания условий для участия граждан в реализации мероприятий, направленных на эффективное и рациональное использование тепловой энергии в местах проживания. Указом определены условия и механизмы участия собственников жилья в финансировании энергоэффективных мероприятий, сокращения затрат на отопление и повышение потребительских характеристик таких домов.

Уполномоченными организациями, ответственными за реализацию энергоэффективных мероприятий в многоквартирных жилых домах, расположенных на территории Брестской области, являются предприятия жилищно-коммунального хозяйства.

В соответствии с Указом №327 в 2021 году в Брестской области выполнены энергоэффективные мероприятия в 6 многоквартирных жилых домах: в Барановичах по ул. Кирова, 56; в Каменце по ул. Брестской, 87; в Пружанах по ул. Парковой, 8; в Лунинце по ул. Лисовича, 1 и ул. Красной, 119А; в агрогородке Большие Чучевичи Лунинецкого района по ул. Советской, 51. В этих домах выполнены работы по утеплению стен, цоколя, кровли и перекрытий подвальных помещений.

В жилых домах по ул. Лисовича, 1 и Красной, 119А в г. Лунинце возмещение затрат по



◆ Лунинец, ул. Лисовича, 1 – жилой дом до и после проведения энергосберегающих мероприятий

реализации энергоэффективных мероприятий в двухкомнатных квартирах с общей жилой площадью 50,0 м² составило 20 рублей в месяц. Потребление тепловой энергии на отопление в отопительный период 2021/2022 года по данным многоквартирными жилыми домами снизилось в среднем на 28%. По предварительным расчетам срок окупаемости энергоэффективных мероприятий составляет 10 – 11 лет.

В 2022 году по Брестской области запланировано выполнение энергоэффективных мероприятий в 10 многоквартирных жилых домах: в Бресте по ул. Жукова, 17; в Барановичах по ул. Текстильной, 9 и 11; в Жабинке по ул. Советской, 11; в Брестском районе в агрогородках Мухавец по ул. 60 лет Октября, 23/1, Знаменка по ул. Юбилейной, 5 и в деревне Тельмы-1 по ул. Солейко, 9; в агрогородке Мотоль Ивановского района по ул. Энергетиков, 8; в деревне Могилевцы Пружанского района по ул. Ружанской, 17 и в Микашевичах Лунинецкого района по ул. Ленинской, 43.



◆ Лунинец, ул. Красная, 119А – жилой дом до и после проведения энергосберегающих мероприятий

На сегодняшний день работы по реализации энергоэффективных мероприятий завершены в Жабинке, Микашевичах и в деревне Тельмы-1 Брестского района. По остальным адресам работы продолжают.

Главная задача государства – поддержать граждан в желании снизить потребление тепла, повысить комфортность проживания, создать реальные возможности для уменьшения затрат на отопление в жилых домах.

Преимущество нового механизма также и в том, что жильцам нет необходимости выплачивать большие суммы за проведенные работы по тепловой модернизации сразу, единовременно, при этом уже получив возможность проживания в обновленном, теплом с современным дизайном доме. ■

Г.М. Луговкина, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Энергоэффективный «зеленый» проект в Кобринском районе

Первые в стране плантации белой ивы на полтора миллиона саженцев заложат в Кобринском районе Брестской области. Быстрорастущая древесина – настоящая биотопливо, которое по калорийности не уступает топливу из березы. Из лозы ивы можно производить высококалорийную топливную щепу.

Плантации белой ивы собираются высаживать благодаря собственному маточнику, где рас-

тет порядка 100 тысяч растений. С каждого можно получить до 40 будущих деревьев. Под первые плантации в Кобринском ЖКХ выделили порядка 200 гектаров.

В этом году в Кобринском районе высадят порядка 1,5 миллиона саженцев на 200 гектарах. Плантация может продуктивно служить до 30 лет. Она не требует плодородных почв.

Уже непосредственно на плантациях, на которых будет заготавливаться топливная

щепка, процесс срезки осуществляется раз в три года. За сезон с одного гектара можно при хороших погодных условиях заготовить около 400 метров кубических древесного топлива.

Из 48 котельных в Кобринском районе 11 работают на местных видах топлива. Каждый год нужно не меньше 80 тысяч кубических метров щепы. Большую часть будут заготавливать своими силами благодаря плантациям белой ивы. По оценкам



специалистов, сырье собственного производства обойдется в три раза дешевле. ■

Брестское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

Усовершенствование технологии производства местных видов топлива (щепа) в ГЛХУ «Быховский лесхоз»

В рамках реализации Директивы Президента РБ №3 предприятиями и организациями Республики Беларусь активно развивается использование местных видов топлива, в частности щепы топливной. Для удовлетворения спроса на топливо, совершенствуется производство щепы субъектами, осуществляющими лесохозяйственную деятельность непосредственно на территории нашего государства.

Одной из организаций в Могилевской области, производящей щепу, является ГЛХУ «Быховский лесхоз». Щепа производится предприятием из отходов собственной деревообработки. Так, в 2021 году было произведено 16183 плотных м³ щепы.

Ранее в технологическом процессе по производству щепы использовалась стационарная установка дискового типа DM 1100 фирмы «Лармет» с мощностью основного электродвигателя 55 кВт. Однако, в качестве сырья для ее работы подходили не все отходы пиломатериалов. Мелкие обрезки и отходы пленочного типа, проходя через рабочий орган машины, не перерабатывались и выбрасывались в целом виде. Топливо такого качества не устраивало основного потребителя – предприятия жилищно-коммунального хозяйства.

Поэтому, когда установка «Лармет» работала свой ресурс, для ее замены в 2016 году была приобретена установка Skorpion T500 барабанного типа.

Установка Skorpion T500 имеет такую же мощность основного электродвигателя – 55 кВт, но оборудована частотно-регулируемым электроприводом. В связи с этим, суммарное потребление электроэнергии деревообрабатывающим цехом снизилось за год с 360 тыс. кВт·ч до 324 тыс. кВт·ч, экономия – 36 тыс. кВт·ч. На данном оборудовании можно перерабатывать любые виды древесных отходов в щепу, а качество производимого топлива значительно улучшилось.

Исходя из полученного опыта, в 2019 году в ГЛХУ «Быховский лесхоз» введен в эксплуатацию второй цех по изготовлению пиломатериалов. Для нового цеха была приобретена аналогичная стационарная установка Skorpion T650, но производительнее и мощнее (мощность двигателя составляет 110 кВт). Теперь принцип безотходного производства реализуется более полно – любое бревно, поступившее в цех, полностью перерабатывается на высококачественные пиломатериалы и востребованное топливо. Это



позволяет снизить себестоимость производимой продукции, насытить рынок востребованными конкурентноспособными строительными материалами из натуральной древесины и уменьшить зависимость от дорогостоящих покупных энергоносителей. ■

Евгений Медведник, заведующий группой технического обеспечения Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Устойчивое развитие и энергосбережение с использованием экологически безопасных технологий

Республика Беларусь – суверенное государство с высоким качеством жизни, конкурентным человеческим капиталом, развитой экономикой, сохраненными природными ландшафтами и естественными экологическими системами. Страна успешно развивается в полном соответствии с принятой Стратегией устойчивого долгосрочного развития, в реализацию которой вовлечены и горячо поддерживают широкие круги населения, бизнес-сообщество, государственные структуры.

В обозримом будущем все больше будет возрастать актуальность противостояния глобальным энергетическим и экологическим вызовам, в результате влияния угроз природного, техногенного, антропогенного характера, что в большей степени вызвано деятельностью развитых экономик.

Реализуемый в Костюковичском районе проект «Используй-

вание экологически безопасных альтернативных технологий на территории Костюковичского района (установка уличных светильников на солнечных батареях), как способ снижения выбросов углекислого газа» был внедрен с целью снижения энергезависимости и смягчения негативных последствий изменения климата за счет внедрения альтернативных источников энергии.

Автором проекта и ответственным координатором его осуществления выступило общественное объединение устойчивого развития «Гармония», которым были созданы условия для проведения всех мероприятий проекта, а также учреждение образования «Костюковичская районная государственная гимназия», сотрудники которой выступили основными консультантами и экспертами проекта, тренерами по обучению координаторов с целью наращивания их



потенциала в соответствии с принципами устойчивого развития региона.

Большой вклад в успех проекта внесли также и организации-партнеры: отдел по образованию, спорту и туризму Костюковичского райисполкома, оказавший практическую поддержку в проведении мероприятий проекта и в процессе его реализации, учреждение

образования «Могилевский государственный областной институт развития образования», сотрудники которого провели дистанционное обучение, направленное на внедрение идей и методов энергосбережения в быту.

Реализация проекта была начата еще в 2021 году, в июне 2022 года состоялось торжественное открытие объекта – аллеи, освещаемой уличными светодиодными светильниками MAG2 на солнечных батареях. Световая отдача светильников – 3500 Лм, а ресурс – не менее 50 000 ч. Всего в городском парке, прилегающем к ГУО «Костюковичская районная государственная гимназия» установлено 15 уличных фонарей с фотозлектрическими модулями (Поликристалл) GCL-300 Вт с антивандальным покрытием.

В ходе реализации Проекта ООУР «Гармония» проводился ряд обучающих и информационных мероприятий, таких

как урок-практикум по определению потенциала становления энергоэффективного образа жизни жителей Костюковичского района и повышения осведомленности о климатических изменениях для защиты окружающей среды.

Проект не оставил равнодушными никого из жителей

города Костюковичи, которые теперь с удовольствием гуляют по аллеям парка. Заняли активную позицию по проведению мероприятий в рамках рабочего плана проекта и выступили в роли партнеров по PR-сопровождению и поддержке также крупные предприятия Костюковичского

района: государственное лесохозяйственное учреждение «Костюковичский лесхоз», районная газета «Голас Касцюкоўшчыны», унитарное коммунальное производственное предприятие «Костюковичский жилкоммунхоз», совместное общество с ограниченной ответственностью

СООО «Завод Литейного Производства», частное транспортное унитарное предприятие «Сапсан удача».

Светлана Заграбенец,
заместитель начальника
Могилевского областного
управления по надзору
за рациональным
использованием ТЭР

Использование тепла вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) на ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат»

Для обеспечения горячего водоснабжения потребителей котельной ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» на предприятии реализованы мероприятия по использованию температурного потенциала ВЭР.

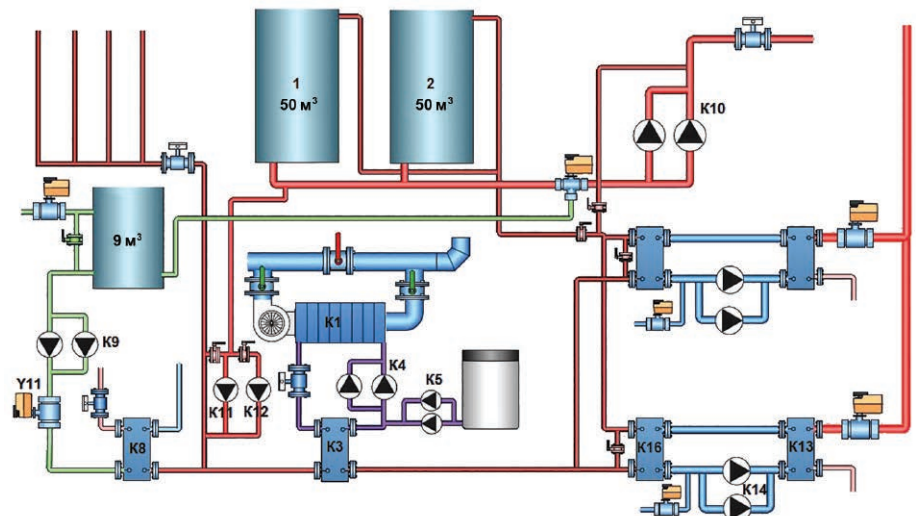
Нагрев воды осуществляется ступенчато, для этого установлено следующее оборудование:

- 28.12.2021 для первой ступени нагрева воды: пластинчатый теплообменник для утилизации вторичной тепловой энергии от системы охлаждения технологических процессов вакуум-выпарных установок (ВВУ) (поз. К8 на схеме) в котором вода нагревается до $+28^{\circ}\text{C}$;

- 28.02.2022 для второй ступени нагрева воды: конденсер дымовых газов (поз. К1 на схеме) с дымососом тепловой мощностью $Q=1,745$ кВт для утилизации тепла конденсации дымовых газов $+195^{\circ}\text{C}$ с котла ТТ-200, что снижает температуру уходящих газов до $+40^{\circ}\text{C}$, а воду подогревает до $+60^{\circ}\text{C}$. Конденсер установлен снаружи здания вместе с дымососом перед дымовой трубой. В качестве теплоносителя для конденсера используется 40% раствор этиленгликоля. Циркуляция теплоносителя в контуре осуществляется циркуляционными насосами поз. К4, предусмотрена система подпитки контура с емкостью запаса раствора этиленгликоля, подпиточными насосами (поз. К5.) Нагрев исходной воды теплоносителем осуществляется в теплообменнике конденсера (поз. К3.) Подключение конденсера к существующим газоходам котла ТТ-200 осуществлено утепленным газоходом из нержавеющей стали, с устройством байпаса дымовых газов и комплекта переключающих заслонок (для обеспечения работы существующего котла на случай его останова).

Для контроля и учета количества утилизируемой тепловой энергии на каждой ступени нагрева предусмотрен технический учет тепла теплосчетчиками ТЭМ-104М.

Третья ступень нагрева предусмотрена для подключения и догрева воды если первая и вторая ступень не справляется или не работают. Состоит из двух блоков



нагрева (рабочий и резервный) за счет пароводяных (поз. К13) и водоводяных (поз. К16) теплообменников нагрева воды на ГВС. Нагрев воды в теплообменниках (поз. К13) осуществляется промежуточным теплоносителем (умягченная вода температурным графиком $T=65/45^{\circ}\text{C}$). Для циркуляции теплоносителя промежуточного контура установлены циркуляционные насосы (поз. К14) (рабочий и резервный для каждого блока нагрева), компенсация температурного расширения теплоносителя осуществляется мембранными расширительными баками (по одному для каждого блока нагрева). Для обеспечения бесперебойной работы системы ГВС теплообменное оборудование на третьей ступени подогрева подобрано без учета работы первых двух ступеней нагрева.

Также установлено вспомогательное оборудование, состоящее из комплекта циркуляционных и повысительных насосов с частотно-регулируемыми приводами, станции нейтрализации конденсата, образовавшегося при охлаждении дымовых газов и другого.

Поддача исходной воды из хозяйственного водопровода для нагрева осуществляется через существующую емкость запаса исходной воды $V=9$ м³ из нержавеющей стали.

Для аккумулирования горячей воды используются существующие утепленные емкости $V=50$ м³ (2 шт.) из нержавеющей стали. Загрузка баков и поддержание уровня осуществляется включением/отключением насосов (поз. К9) и регулятора Y11 по датчикам уровня воды в баках. Подача горячей воды потребителям из баков-аккумуляторов предусмотрена насосами (поз. К10) через узел регулирования со смесительным клапаном.

Подача воды на нужды ГВС предусмотрена температурой $T=50-55^{\circ}\text{C}$ с возможностью регулирования температуры. Для циркуляции воды в системе ГВС предусмотрены циркуляционные насосы (поз. К11) – циркуляция через систему ГВС, и К12 – насос периодического действия, циркуляция через баки-аккумуляторы. Система оборудована приборами учета тепловой энергии, отпускаемой потребителям. Работа существующей котельной предусматривается круглосуточная круглогодичная.

Реализация данного проекта позволит достичь экономии 1043 т у.т. По итогам работы за январь-июнь 2022 года уже сэкономлено 417,9 т у.т. На реализацию мероприятия затрачено порядка 1,3 млн руб.

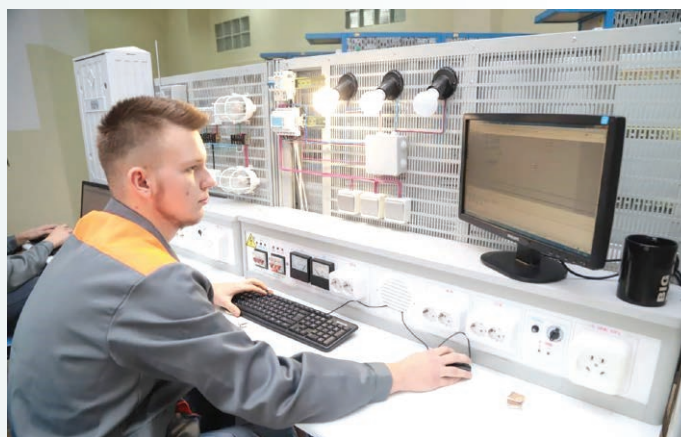
Гродненское областное управление
по надзору за рациональным
использованием ТЭР

ЭНЕРГИЮ ОБРАЗОВАНИЯ – В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ!

На протяжении 80-летней истории основной задачей УО «Гродненский государственный электротехнический колледж имени Ивана Счастливого» является кадровое обеспечение инновационного развития экономики региона и страны в целом. Цель работы колледжа в сфере энергосбережения – создание условий для развития у учащихся, преподавателей и работников колледжа необходимых качеств, знаний, умений и навыков для решения задач эффективного использования электрической энергии и экономии ресурсов, привлечения внимания всех субъектов колледжа к деятельности по сокращению потребления ТЭР.

Учащиеся колледжа приобретают профессии электросварщика ручной сварки, слесаря по ремонту автомобилей, а также профессии, связанные с потреблением, преобразованием и передачей электрической энергии (электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, электромонтажник по силовым и осветительным сетям). Приоритетной задачей является не только подготовка квалифицированных рабочих, но и специалистов, умеющих рационально использовать электрическую и тепловую энергию, топливные и другие ресурсы и в будущей профессии, и в быту.

В учреждении разработана и внедрена в процесс обучения программа по эффективному использованию ТЭР. В рамках реализации проекта практических мероприятий по энергосбережению было принято решение создать кабинет энергосбережения и объединить все стенды в единую систему. В учебной аудитории установлено современное энергоэффективное лабораторное оборудование: стенд для изучения ветрогенераторных установок, гелиоустановка, включающая в себя гелиоколлектор, теплоаккумулятор, устройство автоматики. Студентами в кружке технического творчества изготовлен стенд «Энергосбережение», который включает: солнечную панель, велогенератор и тренажер-генератор. Электроэнергия, вырабатываемая этими устройствами, аккумулируется и после преобразо-



Справочно

Учреждение образования «Гродненский государственный электротехнический колледж имени Ивана Счастливого» является одним из старейших учреждений профессионального образования Гродненской области. Учебное заведение основано в 1939 году. В основе учебно-воспитательного процесса колледжа лежит непрерывная двухуровневая система образования: I уровень – ПТО (профессионально-техническое образование); II уровень – ССО (среднее специальное образование).

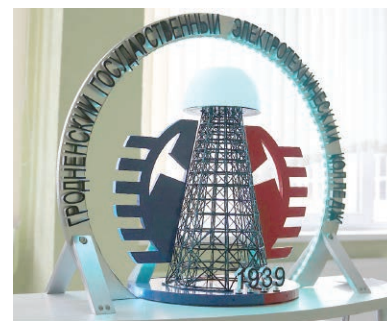
Колледж сегодня:

- 100 педагогических работников;
- более 1000 учащихся;
- 13 программ подготовки специалистов по 13 квалификациям электро- и автотехнического профилей;
- 54 учебных мастерских, кабинетов и лабораторий;
- ресурсный центр.

В ресурсном центре ежегодно обучается свыше 1000 учащихся учреждений профессионального образования Гродненской области, около 100 учащихся школ города Гродно, проходят стажировку мастера и преподаватели колледжей и лицеев Гродненской области, организуются областные семинары.

вания в инверторе используется для освещения и работы других электрических потребителей. Для экономии энергоресурсов применены энергосберегающие светильники, датчики освещенности и ряд другого энергосберегающего оборудования.

Благодаря данному проекту появилась возможность комбинированной выработки электрической и тепловой энергии для собственных нужд колледжа. Подогрев воды и освещение обеспечиваются в автономном режиме. Источниками энергии служат солнце и мускульная



сила учащихся, что способствует не только эффективному их использованию, но и наглядно демонстрирует возможные способы экономии и эффективного потребления энергоресурсов.

Наличие кабинета по энергосбережению способствует вовлечению учащихся колледжа в работу по энергосбережению и формированию активной социальной позиции. Полученные знания при выполнении практических работ помогут по окончании учреждения образования в решении производственных вопросов по рациональному использованию энергетических ресурсов.

Стенды по энергосбережению активно используются на различных профориентационных мероприятиях, выставках технического и инновационного творчества. Они вызывают интерес учащихся и взрослого населения, что способствует популяризации и более интенсивному использованию в промышленности и в быту различных видов возобновляемой энергии.

Проект кабинета по энергосбережению, разработанный преподавателями и учащимися колледжа, является оригинальной идеей.

Практическое энергосбережение

Кабинет энергосбережения УО «Гродненский государственный электротехнический колледж имени Ивана Счастлиного» предназначен для изучения альтернативных источников энергии и экономии энергоресурсов. Полученные при выполнении практических работ знания помогут по окончании учреждения образования в решении производственных вопросов по рациональному использованию энергетических ресурсов.



Основа проектной деятельности – решение вопросов практического применения современного энергоэффективного оборудования и сопровождение работы учащихся над созданием различных стендов по энергосбережению и их дальнейшему использованию в учебном процессе (стенд «Энергосбережение» разработан и изготовлен учащимися колледжа под руководством преподавателей колледжа).

Ресурсный центр на базе колледжа работает с 2016 года. Пополнять багаж знаний, в основном, по связанным с электрооборудованием специальностям сюда приезжают учащиеся со всей области, повышают квалификацию мастера производственного обучения.

Отличительной особенностью ресурсного центра является то, что помимо работы на современном электромонтажном оборудовании учащиеся изучают возможности применения различных систем автоматизированного управления освещением, электроприводом и комплексных систем автоматизации управления электрическими системами. Для проведения занятий производственного обучения созданы стенды по монтажу радиоаппаратуры, монтажу квартирных электропроводок, автоматизации освещения, автоматиза-

ции электропривода, монтажу силового электрооборудования. Созданы рабочие места для обработки знаний и навыков в компетенции «Электромонтажные работы».

Учащиеся и педагоги колледжа на регулярной основе принимают участие и являются призерами различных областных, республиканских, международных конкурсов. Областной конкурс на лучшую организацию работы учреждений профессионального образования среди учреждений специального образования, областной конкурс «IT-майстар»,

«Энергомарафон»

В 2019 году в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» на областном этапе XII республиканского конкурса «Энергомарафон» колледж занял 1 место с работой «Энергию образования – в энергосбережение!». В финале республиканского этапа конкурса данная работа удостоена специального приза жюри.

В 2020 году проект «Автоматизированный электропривод: изготовление и программирование» занял 2 место областного этапа XIII республиканского конкурса «Энергомарафон» в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению».



республиканский конкурс проектов учреждений образования по экономии и бережливости «Энергомарафон», республиканский слет изобретателей и рационализаторов – учащихся и работников учреждений образования, Евразийская инновационная олимпиада – малая часть достижений учащихся и педагогов учреждения образования. Успехи учащихся отмечались также премией Гродненского облисполкома имени Александра Дубко. Лауреатами специального фонда Президента Республики Беларусь при поддержке одаренных учащихся и студентов становились десятки учащихся колледжа.

Участие в республиканском конкурсе проектов учреждений образования по экономии и бережливости «Энергомарафон» показывает высокий уровень подготовки и качественный подход учащихся и педагогов при подготовке работ. Так, в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» на областном этапе XII республиканского конкурса «Энергомарафон» колледж занял 1 место. Работа «Энергию образования – в энергосбережение!» на заключительном этапе в финале республиканского этапа удостоена специального приза жюри. По итогам

Республиканский слет изобретателей и рационализаторов конкурс «Экономия энергетических и материальных ресурсов» (2019)



2 место – Схема автоматизации осветительного оборудования, предназначенная для обеспечения освещения закрытых помещений



3 место – Кабинет энергосбережения

областного этапа XIII республиканского конкурса «Энергомарафон» проект «Автоматизированный электропривод: изготовление и программирование» в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению» занял 2 место. Действующий стенд по программированию автоматизированного электропривода является уникальным и востребованным и позволяет наглядно демонстрировать работу частотных преобразователей, которые позволяют экономить электроэнергию и оптимизировать работу в различных сферах: электротранспорт, лифтовое оборудование, роботизированные комплексы и автоматизированные системы управления производством и микроклиматом на предприятиях. ■

Гродненское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

А. Н. Пехота,
кандидат технических наук

И. Л. Громыко,
аспирант

В. Н. Галушко,
кандидат технических наук

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

УДК 621.314

В данной статье рассмотрены методы диагностики различных дефектов трансформатора и способ их классификации с помощью сверточных нейронных сетей, приведены результаты экспериментов, связанные с расширением возможностей программно-аппаратного комплекса диагностики трансформаторов на основе применения уже разработанных сверточных нейронных сетей. В частности, определены наборы параметров, указывающие на определенный вид дефекта, и приведены примеры с фигурами Лиссажу для диагностики состояния увлажненной изоляции и дальнейшей оценки остаточного ресурса. Организованный таким образом диагностический контроль имеет своей целью предотвращение аварийного отказа оборудования, определение его состояния и прогнозирование остаточного ресурса. Использование сверточных нейронных сетей в режиме реального времени позволяет классифицировать различные отклонения, диагностировать виды предаварийного и аварийного состояния.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, диагностика, классификация, трансформатор, неплановый отказ, короткое замыкание обмоток, магнитопровод, планово-предупредительный ремонт, аварийное состояние

В современных условиях в последние годы в энергетике, в виду необходимости увеличения сроков эксплуатации различного электросетевого оборудования, особенно с высокой степенью износа, производится оценка его технического состояния, которая является обязательным и неотъемлемым требованием организации его надежной эксплуатации.

Решение задачи по оценке технического состояния электротехнического оборудования электрических сетей в значительной



◆ Рис. 1. Структурная схема, обеспечивающая достоверную оценку технического состояния и раннее обнаружение неисправностей и отказов

мере связано с внедрением эффективных методов оценки и контроля при осуществлении технической диагностики. Алгоритм обеспечивающий достоверную оценку технического состояния и раннее обнаружение неисправностей и отказов представлен на рисунке 1.

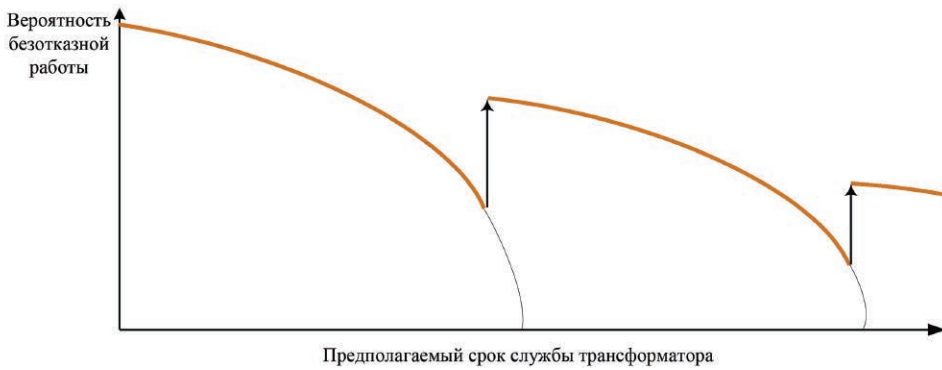
При этом зачастую ремонты силовых трансформаторов по результатам технического диагностирования в необходимой мере в Республике Беларусь не организованы [1]. Это можно объяснить следующими причинами:

- используемая на практике нормативная документация по эксплуатации трансформаторов не учитывает в полной мере современные методы по технической диагностике;
- отсутствие современных знаний по технической диагностике у выпускников высших учебных заведений и низкая квалификация в этой области у лиц, принимающих решения;

- отсутствие инициативы и недоверие при совершенствовании системы организации ремонта из-за значительных денежных средств на проведение ремонтных работ по старой схеме;
- недостаточное количество, высокая стоимость современных и эффективных приборов технического диагностирования;
- плохая организация повышения квалификации специалистов всех уровней по проблемам технической диагностики оборудования;
- низкая достоверность проводимых диагностических работ.

При этом современное плановое техническое диагностирование позволяет решить следующие задачи:

- повысить надежность работающих трансформаторов;
- сократить время ремонтов;
- уменьшить количество запасных изделий на предприятиях;
- увеличить срок службы трансформаторов;



◆ **Рис. 2.** Влияние диагностических испытаний и корректировочные меры для увеличения срока службы трансформатора

- значительно сократить стоимость ремонтных работ;
- исключить повторные дефекты (рисунок 2).

Несмотря на то, что последние годы широко используются компьютерные системы при сборе и анализе диагностических параметров, роль человеческого фактора по-прежнему велика при возникновении отказов в процессе проектирования, изготовления и эксплуатации трансформаторов. Следует отметить, что в 2002 г. в ОАО «Белгорхимпром» по заданию Концерна «Белнефтехим» была разработана компьютерная экспертная система после возгорания вводов трансформаторов ГПП ОАО «Беларуськалий». В автоматическом режиме измерялись вибрация бака и $\text{tg}\delta$ вводов 110 кВ. Несмотря на то, что в России применяется компьютерная информационная система «ЭДИС Альбатрос» в 113 организациях более 15 лет, до сих пор не решена проблема прогнозирования отказов и вычисления остаточного ресурса. Многие авторы не видят разницы между многопараметрическим и комплексным дифференциальным диагностированием объектов.

При многопараметрическом диагностировании трансформаторов все факторы и параметры анализируются по отдельности. При комплексном тестировании некоторые факторы и параметры следует рассматривать при взаимном влиянии на возникновение отказов трансформаторов. В этом случае повышается достоверность диагностирования, и изменяется численное значение браковочных характеристик. Подобные задачи решаются системой TPAS (США), системой компании Siemens (ФРГ) и системой ABB Secheron (Швейцария) [2]. Перспективным средством выявления и прогнозирования ресурса являются автоматизированные методы диагностики силовых трансформаторов, которые благодаря расширенному комплексу датчиков, охватывающему все его узлы и системы, позволяют на ранней стадии зафиксировать начало негативных процессов. Применение автоматизированных методов диагностики сило-

вых трансформаторов позволит продлить ресурс силовых трансформаторов и поможет оперативному персоналу своевременно принимать решения на основе полноты получаемой информации.

Повышение достоверности технического диагностирования дефектов трансформаторов – достаточно сложная задача. Ошибки первого и второго рода обусловлены следующими факторами:

- низкой квалификацией специалистов;
- несовершенством нормативно-технической документации;
- отсутствием необходимых диагностических приборов [3, 4].

Повреждение трансформатора может привести не только к финансовым потерям равным стоимости трансформатора, но и значительно большим из-за простоя оборудования предприятий и упущенной экономической прибыли. Сложившаяся система технического обслуживания и ремонта трансформаторов в Белорусской энергосистеме не отвечает современным научным разработкам в области технического диагностирования трансформаторов.

Учитывая, что порядка 75% силовых трансформаторов энергосистемы РБ имеют срок службы 35 лет, а некоторые уже достигли срока эксплуатации в 60 лет, то через 8–10 лет в Республике может сложиться тяжелая ситуация в системе электроснабжения потребителей. Например, для Гомельской области в последние годы нашли отражение в печати следующие аварийные ситуации: возгорание маслонаполненного ввода 330 кВ и трансформатора на ОАО «БМЗ» в июне 2018 г.; повреждение трансформатора 110 кВ на ПС «Фестивальная – 110 кВ» г. Гомеля в декабре 2019 г. Поэтому современной и своевременной актуальной задачей становится управление состоянием эксплуатируемого оборудования и прогнозирование его состояния на относительно длительный период.

Авторы разработали сверточную нейронную сеть, описанную в работах [5, 6]. Выбор нейронных сетей обоснован слабой

чувствительностью к искажениям, а также возможностью классифицировать результаты, обеспечивая скорость и точность решения по сравнению с остальными методами [7, 8, 9], указывающими на то, что применение классических нейросетевых архитектур в задачах распознавания и идентификации изображений, получаемых в качестве первичной обработки исходных данных датчиков (энергометры, датчики вибрации, температуры и т.д.), неэффективно по следующим причинам:

- изображения имеют большую размерность, что значительно увеличивает размер нейронной сети;
- большое количество параметров увеличивает вместимость сложной системы и требует большей обучающей выборки, увеличивает время и программную сложность процесса обучения;
- для повышения эффективности работы системы необходимо задействовать несколько нейронных сетей, но это увеличивает вычислительную сложность решения задачи и время выполнения;
- отсутствует инвариантность к изменениям масштаба изображения и других геометрических искажений входного сигнала.

Определение фактического состояния трансформаторов основано на измерении значений контролируемых параметров, которые либо сравниваются с аварийными уровнями, либо нейронная сеть сигнализирует о предаварийном состоянии. Организованный таким образом диагностический контроль имеет своей целью предотвращение аварийного отказа оборудования, определение его состояния и прогнозирование остаточного ресурса.

С целью ускорения внедрения программно-аппаратного комплекса диагностики и минимизации расходов для обучения сверточных нейронных сетей с помощью программы Simulink на основе дифференциальных уравнений и T-образной схемы замещения трансформатора апробирован и верифицирован инструментальный анализ дефектов обмоток и магнитопровода. Данные представляются в графической форме и позволяют по паспортным данным трансформатора без экспериментальных исследований обучить нейронную сеть для нового трансформатора.

В данной статье приведены результаты экспериментов, связанные с расширением возможностей программно-аппаратного комплекса диагностики трансформаторов на основе применения уже разработанных сверточных нейронных сетей. В частности, определены наборы параметров, указывающие на определенный вид дефекта, и приведены примеры с фигурами Лиссажу для диагностики состояния увлажненной изоляции и дальнейшей оценки остаточного ресурса. ▶

Применение сверточных нейронных сетей позволит в некоторых случаях контролировать состояние трансформаторов в режиме реального времени, не выводя их из работы, что предоставляет дополнительные возможности в обеспечении низкого уровня безаварийности и соблюдения режимов бесперебойного электроснабжения сопровождающимся, как правило, значительными экономическими издержками или реальным ущербом для потребителей.

Данная технология распространяется на однофазные трансформаторы с воздушным охлаждением, использующиеся в цепях автоматической блокировки и продольного железнодорожного электроснабжения. Оборудование наиболее целесообразно подключать в систему электроснабжения, содержащую большое количество таких трансформаторов, сосредоточенных на небольшой площади (горка, станция, горловина и т.д.). Особенно актуально применять данную диагностическую систему при наличии трансформаторов, у которых срок службы составляет более 15 лет.

С течением времени изоляция обмоток трансформатора может загрязняться, увлажняться, а также подвергаться воздействию высоких температур и перепадов напряжения, что приводит к старению изоляции и, как следствие, ее пробое, а в результате – выходу трансформатора из строя. Существуют различные методы оценки состояния изоляции электродвигателей, однако выбор того или иного метода зависит от конкретно решаемой задачи.

Применяемый на практике способ оценки технического состояния изоляции электрических машин и трансформаторов на основе высоковольтных испытаний является разрушающим. В результате таких неоднократных испытаний можно повредить изоляцию, что приводит к сокращению ресурса, аварийным остановкам и необоснованным затратам на ремонт. В настоящее время ученые разработали неразрушающие методы контроля степени износа изоляции обмоток, основанные на измерении следующих параметров:

- абсорбционной емкости изоляции AC (пФ);
- геометрической емкости изоляции C_{50} (пФ);
- коэффициента поляризации (коэффициента микропористости);
- тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ (%);
- частичных разрядов (пКл);
- температурного поля ($^{\circ}\text{C}$).

Для измерения указанных параметров применяются приборы ПКВ-7, MIC-2500, мост переменного тока P5026, зонд частичных разрядов, томограф ИРТИС-2000 и др.

Исследования показали, что с увеличением влажности изоляции возрастает угол диэлектрических потерь, с другой стороны – сопротивление изоляции начинает резко падать при влажности 70 – 80% [10].



◆ Рис. 3. Внешний вид микропроцессорного устройства

Основное оборудование, применяемое в исследованиях

Для идентификации неисправностей в трансформаторе было разработано микропроцессорное устройство (рисунок 3).

Данное устройство с включает следующие оборудование: датчики; часы реального времени; модернизированный под микропроцессорное устройство пробник Паздникова; платы Z7-Lite 7010.

В качестве датчиков применяются следующие:

1. Датчик температуры MLX90614ESF (более трех). Это инфракрасный термометр для бесконтактных измерений температуры. Датчик измеряет температуру объекта бесконтактным способом и температуру окружающей среды на кристалле датчика. Термометр поставляется с заводской калибровкой и цифровым выходом SMBus с разрешением 0,02 $^{\circ}\text{C}$. Можно настроить цифровой выход на режим широтно-импульсной модуляции (PWM) для непрерывной передачи измеренной температуры в диапазоне от -20 до +120 $^{\circ}\text{C}$ с выходным разрешением 0,14 $^{\circ}\text{C}$.

2. Датчик температуры, давления и влажности BME280.

3. Энергометр PZEM-004t-100A (шесть). Данный энергометр позволяет измерять переменные ток, напряжение, активную мощность, электроэнергию, частоту.

4. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) ADS1115. Это 16-ти разрядный аналого-цифровой преобразователь с четырьмя выходами для преобразования аналогового сигнала в цифровой. АЦП используется для подключения к микропроцессорному устройству газовых датчиков.

Часы реального времени DS3231 отсчитывают точное время и могут сохранять его даже при отключении основного питания при использовании резервного питания (батарея CR2032 или литий-ионный аккумулятор LIR2032).

Пробник Паздникова [11] предназначен для проверки обмоток трансформаторов, дросселей, электродвигателей, реле, магнитных пускателей, контакторов и других катушек. Пробником удастся определить не только целостность обмотки, но и наличие в ней короткозамкнутых витков. Кроме

того, пробник может быть использован для проверки проводимости полупроводников и исправности переходов кремниевых диодов и транзисторов.

В качестве основы микропроцессорного устройства использовалась плата Z7-Lite 7010. Это программно-аппаратная платформа, предназначенная для приема, анализа, хранения и передачи информации. На данной программно-аппаратной платформе был разработан одноплатный компьютер, который принимает информацию с датчиков, обрабатывает и анализирует ее, а затем выводит на экран и через локальную сеть получившиеся результаты.

Основой данной платы служит программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) XCZCLG400-1. Для данной интегральной схемы, в САПР Vivado 2018.3 был разработан блок-дизайн программной части микропроцессорного устройства.

На базе получившегося блок-дизайна была разработана операционная система, использующая ядро Linux 5.15. Также дополнительно проводилось осциллографирование и разложение по гармоникам кривых тока и напряжения. На основе RLC-метра определялись параметры обмоток трансформатора. Видеокамерой отслеживалась в режиме реального времени ситуация в трансформаторной подстанции на наличие посторонних – отправляя сигнал при обнаружении на территории ТП и РП людей, грызунов и птиц.

В таблице 1 представлены измеряемые параметры процессов в компонентах трансформаторов для определения их неисправностей в процессе экспериментальных исследований [12], которые затем передаются на входы нейронных сетей и аналитической системы. Данный материал позволяет без отключения трансформатора не только однозначно указать развивающийся процесс развития неисправности, но и классифицировать ее.

Рассмотрим результаты испытаний для сухих трансформаторов по каждому из повреждений, которые позволяют выявить наиболее значимо изменяющиеся параметры экспериментально. Это позволит соз-

Таблица 1. Измеряемые параметры процессов в компонентах трансформаторов

Компонент	Неисправности	Возможные методы измерений и (или) измеряемые параметры	Необходимость отключения
1. Выводы	1.1 Проблемы с контактами	Измерение сопротивления, анализ гармоник	+
	1.2 Механическая деформация		+
2. Изоляция обмоток	2.1 Наличие влаги в твердой изоляции	Измерение емкости, тангенса угла потерь на разной частоте с помощью RLC-метра	+
	2.2 Старение, повышенная влажность		+
	2.3 Частичные разряды	Измерение емкости, тангенса угла потерь и использование «умного носа»	+
3. Обмотки	3.1 КЗ между обмотками или витками	Измерение коэффициента трансформации, температуры, отношений токов и напряжений	При включении
	3.2 КЗ на землю	Измерение емкости, тангенса угла потерь, z и тока намагничивания	
	3.3 Механическая деформация	Измерение емкости, тангенса угла потерь, z и реактивного тока намагничивания, анализ гармоник	+
4 Сердечник	4.1 Механическая деформация	Измерение емкости, тангенса угла потерь, контроль уровня вибрации	+
	4.2 КЗ пластин сердечника	Ток холостого хода, потери холостого хода, анализ гармоник	
	4.3 Остаточная намагниченность	Ток холостого хода, потери холостого хода, анализ гармоник, размагничивание	+
	4.4 Ослабление креплений магнитопровода	Ток холостого хода, потери холостого хода и уровня вибрации	
5 Наличие посторонних объектов	Появление грызунов или птиц	Видеофиксация	

дать технологию с применением диагностического оборудования для однозначной классификации дефекта по существующим признакам.

1. Деформация магнитопровода. Это связано со следующими причинами:

- перегревами вихревыми токами или токами в короткозамкнутых контурах из-за повреждения изоляции, соприкосновения со стальными крепежными болтами и шпильками, нарушения схемы заземления;
- влаги в виде водомасляной эмульсии между пластинами, вызывающей коррозию стали;
- наличия посторонних токопроводящих частиц, замыкающих пластины, повреждение изоляции крепежных пластин и шпилек.

Для каждого из повреждений по данным RLC-метра и опытов холостого хода и короткого замыкания проверялась разработанная на основе дифференциальных уравнений модель однофазного трансформатора для оценки ее дальнейшего применения при прогнозировании результатов по другим трансформаторам (рисунки 4 и 5).

Признаками повреждения являются: увеличение потерь холостого хода и уменьшение активного сопротивления Т-образной схемы замещения на холостом ходу.

Также в качестве способов выявления повреждения магнитопровода выделяют:

- внешний осмотр при вынудной активной части;
- увеличение потерь в опыте холостого хода;

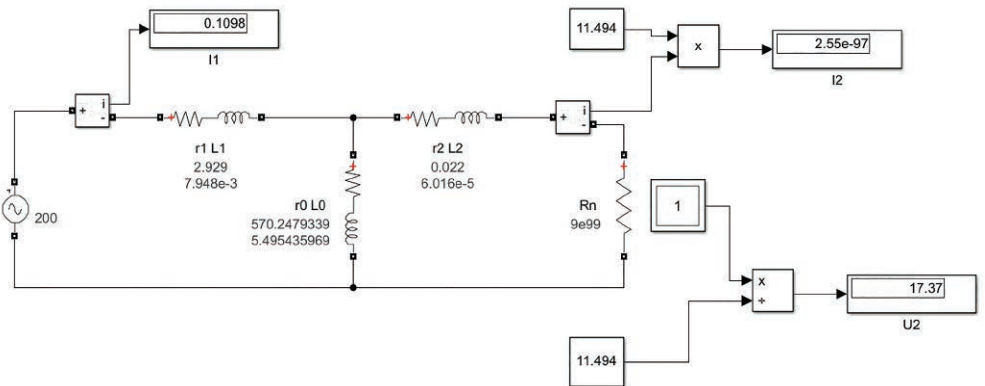


Рис. 4. Пример схемы замещения трансформатора при холостом ходе без дефектов

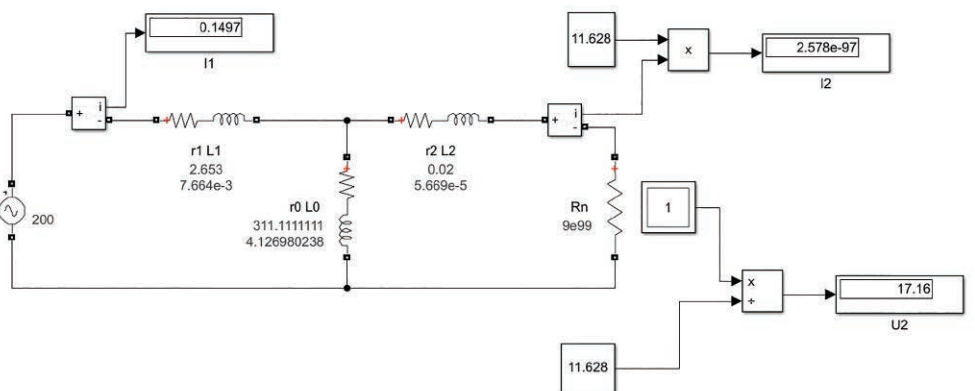


Рис. 5. Пример схемы замещения трансформатора с деформированным сердечником при холостом ходе без дефектов

- измерение напряжений между крайними пластинами возбужденного магнитопровода;

- проверка изоляции стяжных болтов, шпилек или бандажей мегаомметром.

Величина сопротивления магнитной цепи R_μ сильно влияет на величину тока холостого хода I_0 , который по существу является намагничивающим током:

$$I_0 = \frac{\Phi_m R_\mu}{w_1}$$

Магнитное сопротивление R_μ зависит от геометрических размеров магнитопровода и значения величины магнитной проницаемости μ . Его можно определить из выражения:

$$R_\mu = l / (\mu_0 \mu s),$$

где l – длина однородного участка магнитной цепи;

s – площадь его поперечного сечения.

На основании указанных формул увеличение тока холостого хода можно связать с увеличением R_μ из-за появления неплотностей в магнитопроводе (небольших воздушных зазоров), что в свою очередь уменьшает эквивалентную магнитную проницаемость.

2. Механическая деформация обмоток.

В ходе экспериментов было определено, что данный вид дефекта приводит к значимому увеличению индуктивности и активного сопротивления обмоток при одновременном уменьшении собственной емкости схемы замещения реальной катушки индуктивности. Измерение проводится с помощью RLC-метра при частоте 100 Гц на выводах первичной обмотки при закороченной вторичной, затем на выводах вторичной обмотки при закороченной первичной. Результаты сравниваются с показаниями исправного трансформатора.

Для проведения опыта короткого замыкания с помощью RLC-метра, представим трансформатор с короткозамкнутой вторичной обмоткой в виде реальной катушки индуктивности, схема замещения которой представлена на рисунке 6. Здесь L – индуктивность; C – собственная емкость схемы замещения реальной катушки индуктивности; R_L – активное сопротивление, связывающее активные потери в проводниках; R_C – активное сопротивление, отображающее потери в емкости (диэлектрические потери).

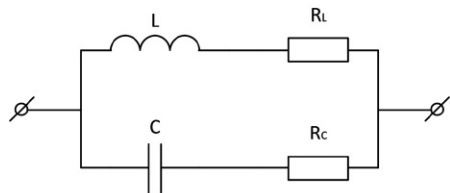


Рис. 6. Схема замещения реальной катушки индуктивности

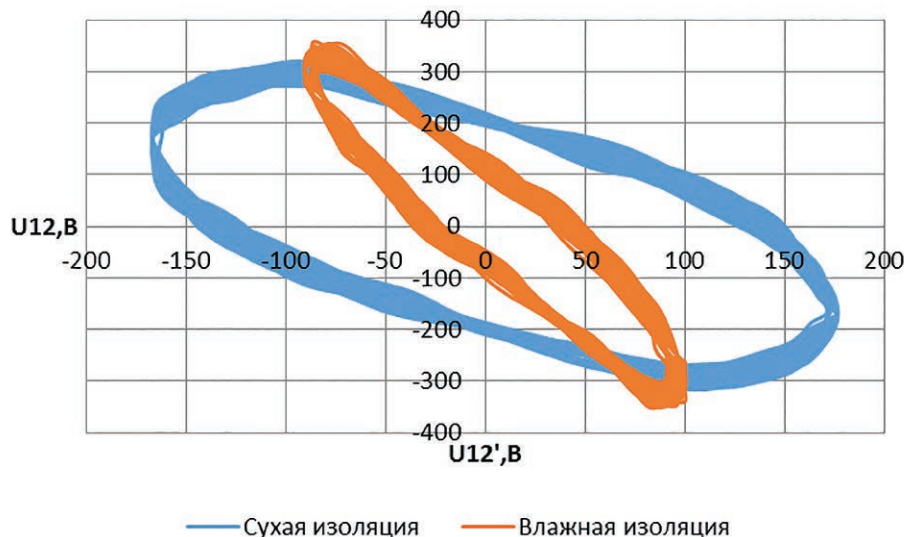


Рис. 7. Фигуры Лиссажу межобмоточных напряжений трансформатора ПОБС-5АУЗ

Для определения параметров первичной обмотки, необходимо рассчитать эквивалентное сопротивление:

$$Z_{кз} = \frac{(R_L + j2\pi fL)(R_C - j/2\pi fC)}{R_L + R_C + j(2\pi fL - 1/2\pi fC)}$$

Активное сопротивление рассчитывается по формуле:

$$r_1 = Re[Z_{кз}],$$

а индуктивность:

$$L_1 = \frac{Im[Z_{кз}]}{2\pi f}.$$

Так как индуктивность обмотки определяется по формуле

$$L = \frac{\mu_0 \mu s N^2}{l},$$

то увеличение индуктивности можно связать с изменением эквивалентной магнитной проницаемости.

3. Межвитковые короткие замыкания. При экспериментах с межвитковыми короткими замыканиями припаивались между собой два соседних или несколько (до трех) витков первичной и вторичной обмоток. Параметры, измеренные RLC-метром (эквивалентные L , R_L , C , R_C) изменялись незначительно. Наибольшие изменения касались увеличения активного сопротивления намагничивающей ветви и активной мощности в опыте холостого хода, а также менее значимого уменьшения индуктивности намагничивающей ветви.

4. Междофазное замыкание обмоток трансформатора характеризуется значительным увеличением активного сопротивления обмоток и уменьшением собственной емкости схемы замещения реальной катушки индуктивности.

Снижение емкости связано с уменьшением числа изоляционных витковых промежутков, а увеличение активных потерь обусловлено повышенным тепловыделением в зоне замыкания фаз.

5. Короткие замыкания обмоток через магнитопровод на землю характеризуется уменьшением собственной емкости схемы замещения реальной катушки индуктивности и увеличением диэлектрических потерь.

6. Наличие влаги в твердой изоляции, старение, повышенная влажность.

Для получения фигур Лиссажу на вход осциллографа через делители подается напряжения одной из клемм первичной и вторичной обмоток трансформатора, а оставшиеся две клеммы на второй вход электронного осциллографа.

На осциллограмме с помощью фигур Лиссажу строятся графики для нормальной и увлажненной изоляции. Сверточная нейронная сеть реагирует на изменения форм фигур. Оценку остаточного ресурса осуществляем по критическому значению для сопротивления изоляции и емкости изоляции (рисунок 7).

При этом фигуры Лиссажу, полученные при сложении колебаний различных частот, которые друг относительно друга перпендикулярны, в зависимости от соотношения частот и от соотношения фаз образуют типовые фигуры, а по числу пересечений фигур с осями можно узнать соотношение частот с учетом частоты одного колебания. У осциллографа есть режим XY. Он как раз это и делает – поворачивает один сигнал и складывает его с другим.

Таким образом по каждому из поврежденных экспериментально были выявлены наиболее значимо изменяющиеся параметры для классификации дефектов (таблица 2).

Таблица 2. Наборы существенно изменяющихся параметров трансформаторов, характерные различным неисправностям

Неисправность	Опыт холостого хода	Измерения с помощью RLC-метра
1. Деформация магнитопровода	$L_0 \downarrow, r_0 \downarrow$	
2. Механическая деформация обмоток	$L_0 \downarrow, r_0 \downarrow$	$R_c \uparrow, C \downarrow$
3. Межвитковые короткие замыкания	$L_0 \downarrow, r_0 \uparrow$	
4. Междупазное замыкание обмоток		$R_c \uparrow, R_L \uparrow, C \downarrow$
5. Влажная изоляция		$R_{и} \downarrow, C_{12} \uparrow, \operatorname{tg}\delta_{12} \uparrow$

где: $R_{и}$ – сопротивление изоляции; C_{12} – межобмоточная емкость; $\operatorname{tg}\delta_{12}$ – тангенс угла диэлектрических потерь.

Определение фактического состояния трансформаторов основано на измерении значений контролируемых параметров, которые либо сравниваются с аварийными уровнями, либо нейронная сеть сигнализирует о предаварийном состоянии. Организованный таким образом диагностический контроль имеет своей целью предотвращение аварийного отказа оборудования, определение его состояния и прогнозирование остаточного ресурса. Использование сверточных нейронных сетей в режиме реального времени позволяет классифицировать различные отклонения, диагностировать виды предаварийного и аварийного состояния. Результаты испытаний для сухих трансформаторов по каждому из повреждений позволили выявить наиболее значимо изменяющиеся параметры экспериментально и создать технологию с применением диагностического оборудования для однозначной классификации дефекта по существующим признакам.

Заключение

В современных условиях в виду высокого износа электросетевого оборудования и при эксплуатации трансформаторов необходимо

контролировать и оперативно производить оценку технического состояния, что является обязательным и неотъемлемым требованием организации надежной эксплуатации электрооборудования. Контролеспособность разработанных средств и методов, позволили определять существенно изменяющиеся параметры трансформаторов, характерные различным неисправностям, которые необходимо подавать в графическом виде на вход нейронной сети, что существенно увеличивает возможности в обработке диагностической информации. Также применение фигур Лиссажу для случая наличия влаги в твердой изоляции, позволяет рекомендовать эту сверточную нейронную сеть в качестве диагностической для контроля состояния увлажнения изоляции и дальнейшей оценки остаточного ресурса.

Таким образом, применение современных информационных технологий, работающих с использованием сверточных нейронных сетей в режиме реального времени, позволяет не только повысить надежность электроснабжения и получить дополнительный экономический эффект за счет экономии энергоресурсов, а также реализовать рациональное ресурсосбережение, за счет продления срока службы трансформаторного оборудования.

Список литературы

1. Грунтович Н.В., Давыдько Э.А. Системы комплексного диагностирования силовых трансформаторов. «Энергетика в нефте-, газодобыче». – 2004. – № 2. – С. 10-14.
2. Климов, А.Г. Диагностическое оборудование и средства неразрушающего контроля для объектов энергетики/ А.Г.Климов, В.Р. Козлов // Энергетик. – 2013. – №1. – С. 42.
3. Черкасова, Н.И. Основы управления техногенными рисками и эффективностью функционирования систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей: дис. На соискание степени доктора. техн. наук: 05.20.02. – Барнаул, 2017. – 402 с.
4. Черкасова, Н.И. Принципы интегральной оценки безопасности электроустановок

/ Н.И. Черкасова, О.К. Никольский, А.Ф. Костюков // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 62. – С. 103–111.

5. Пехота, А. Н. Диагностирование межвитковых коротких замыканий трансформаторов с помощью комплексного анализа данных приборного учета / А. Н. Пехота, В. Н. Галушко, И. Л. Громыко // Энергоэффективность. – 2020. – № 2. – С. 24 – 28.

6. Пехота, А. Н. Диагностика трансформаторов с помощью сверточных нейронных сетей / А. Н. Пехота, В. Н. Галушко, И. Л. Громыко // Энергоэффективность. – 2021. – № 2. – С. 30 – 36.

7. Гонсалес, Р.С. Цифровая обработка изображений / Р.С.Гонсалес, Р.Е. Вудс [Издание 3-е, исправленное и дополненное] // М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

8. Результаты анализа работ [Bundzel M., Hashimoto S. Object identification in dynamic images based on the memory-prediction theory of brain function // Journal of Intelligent Learning Systems and Applications. – 2010. – V. 2. – № 4. – P. 212–220.

9. Тхи,Т.Ч. Алгоритмическое и программное обеспечение для классификации цифровых изображений с помощью вейвлет-преобразования Хаара и нейронных сетей / Т.Ч. Тхи, Н.Х.Фан, В.Г. Спицын // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 5. – С. 103–106.

10. Саргсян С.В, Оценка состояния изоляции обмотки двигателя приводействию влаги. – ВестникНПУА. Электротехника, Энергетика. _2019. №2 – С. 52–59.

11. Паздников, И.Л. Для проверки катушек индуктивности / И.Л. Паздников // Радио – 1990. – №7 – с.68 – 69.

12. Omicron [Электронный ресурс] / Диагностические испытания и мониторинг силовых трансформаторов – Гомель, 2022. – Режим доступа: <https://www.omicronenergy.com> – Дата доступа: 03.05.2022. ■

Статья поступила в редакцию 11.06.2022 г.

НАШ ДОМ
МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

21-23 СЕНТЯБРЯ 2022
г. Минск, пр-т Победителей, 14

УНП 100055235

СТРАТЕГИЯ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ ДО 1,5 °С

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) является основной платформой для международного сотрудничества, центром передового опыта, а также политики, технологий, ресурсов и финансовой информации, а также движущей силой действий на местах, направленных на продвижение преобразования мировой энергетической системы. В своем Прогнозе преобразования мировой энергетической системы (Стратегия по ограничению глобального потепления до 1,5 °С) агентство обращает внимание на то, что научные данные ясно показывают, что к 2030 г. необходимо сократить глобальные выбросы парниковых газов на 45% по сравнению с 2010 годом.

миру, предлагается убедительный способ декарбонизации во всех областях энергопотребления, при котором электрификация и энергоэффективность должны стать главными движущими факторами, основанными на возобновляемых источниках энергии, «зеленом» водороде и устойчивой современной биоэнергии. Однако сценарий и допущения, какими бы точными и полными они ни были, являются лишь инструментом информационного обеспечения лиц, принимающих стратегические решения. Для воплощения такого видения энергетического будущего в реальность нужно выйти за пределы существующей инфраструктуры, созданной для видов топлива прошлого. И такие решения не принимаются в вакууме. Согласования требуют как цели в области экономики и развития человеческого потенциала, так и способы решения экологических проблем и финансовые подходы.

«К сожалению, последние тенденции свидетельствуют о том, что разрыв между реальным положением дел и желаемым результатом увеличивается. Мы на неправильном пути, и нам необходимо изменить курс прямо сейчас, – отметил Франческо Ла Камера, генеральный директор IRENA. – Выбор, который мы сделаем в ближайшие годы, будет иметь далеко идущие последствия. Он может приблизить нас к достижению целей, поставленных в 2015 году, когда мы заключили крайне

важные международные соглашения об устойчивом развитии и борьбе с изменением климата. Либо наш выбор может привести нас к противоположному результату – дальнейшему потеплению с тяжелыми и необратимыми экономическими и гуманитарными последствиями».

В подготовленном IRENA Прогнозе преобразования мировой энергетической системы рассматриваются способы выхода из климатического кризиса и перехода к устойчивому и более справедливому



Об агентстве IRENA

Агентство IRENA, созданное в 2011 году, представляет собой межправительственную организацию, которая способствует повсеместному внедрению и устойчивому использованию всех видов возобновляемой энергии, включая биоэнергию, геотермальную энергию, гидроэнергию, энергию океана, солнечную энергию и энергию ветра, в целях обеспечения устойчивого развития, доступа к энергии, энергетической безопасности, а также низкоуглеродного экономического роста и процветания. www.irena.org



◆ **Рис. 1.** Доля в установленных мощностях, 2001-2020 гг. На основании статистических данных агентства IRENA по возобновляемой энергетике

На каком этапе энергетического преобразования мы находимся?

Энергетический сектор, известный своим медленным темпом преобразований, находится в процессе динамичного перехода на новый уровень. Острая необходимость в том, чтобы положить решение таких проблем, как изменение климата, энергетическая бедность и энергетическая безопасность, в основу развития и промышленной стратегии, привела к тому, что повсеместное принятие возобновляемых источников энергии и сопутствующих технологий стало ключевым решением. Благодаря политическим факторам, технологическим разработкам и международному сотрудничеству эти технологии перестали занимать узкую нишу и получили широкое применение, особенно в течение последних десяти лет. Даже в условиях кризиса, вызванного пандемией COVID-19, системы на основе возобновляемых источников энергии продемонстрировали замечательную устойчивость: электроэнергетические системы, в которых используется большая доля солнечной и ветровой энергии, подтвердили свою техническую надежность.

Сформировался консенсус, что энергетический переход, основанный на возобновляемых источниках энергии и технологиях и повышающий эффективность и экономное использование ресурсов, – это наш единственный шанс ограничить глобальное потепление к 2050 году до 1,5 °C. Всего лишь несколько лет назад активно продвигаемый IRENA подход, ориентированный на возобновляемые источники энергии, считался идеалистичным. Сегодня даже некоторые наиболее консервативные участники энергетического рынка приняли такой подход в качестве единственного реалистичного варианта для достижения мира с безопасным климатом. Такие кардинальные и глубокие изменения во взглядах обусловлены неопровержимыми фактами – не только серьезными мировыми проблемами, но также тен-



Источник: IRENA, 2020а.

Рис. 2. Занятость в отрасли возобновляемых источников энергии по всему миру в зависимости от технологии, 2012-2019 гг.

денциями в сфере технологий, политики и рынков, благодаря которым уже более десяти лет идет трансформация энергетического сектора.

За последние семь лет в энергосеть было включено больше мощностей, работающих на возобновляемой энергии, чем объектов, использующих ископаемое и атомное топливо вместе взятых. Технологии использования возобновляемых источников энергии сейчас занимают доминирующее положение на мировом рынке новых мощностей по выработке электроэнергии, так как они стали самым дешевым источником электроэнергии на многих рынках. В 2020 году по всему миру в эксплуатацию было введено 260 гигаватт (ГВт) генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников энергии – рекордный уровень, более чем в четыре раза превышающий добавленные мощности, работающие на

других источниках. Эта траектория обещает быструю декарбонизацию электроэнергетического сектора.

Инновационные решения преобразуют энергетическую систему и открывают новые возможности для декарбонизованного будущего гораздо быстрее, чем ожидалось. По всему миру реализуются инновационные решения в сфере технологий, политики и рынков. Серьезные успехи были достигнуты, например, в таких областях, как электрические транспортные средства, аккумуляторное хранение, цифровые технологии и искусственный интеллект. Кроме того, такие изменения побуждают обратить более пристальное внимание на необходимость рациональной добычи и подхода к редкоземельным и другим минералам, а также инвестиций в безотходную экономику. Благодаря содействующей политике и рынкам новые и интеллектуальные энергоси-

стемы – от минисетей до электрических сетей сверхвысокого напряжения – укрепляют способность электроэнергетического сектора справляться с переменным характером возобновляемых источников энергии. Благодаря прямому использованию возобновляемых источников энергии, включая биоэнергию и «зеленый» водород, крайне востребованные решения реализуются на транспорте, в зданиях и промышленности.

В 2019 году из 58 миллионов рабочих мест в мировом энергетическом секторе около 20% приходилось на возобновляемую энергетику. Изменение глобальной структуры занятости отражает новые тенденции в развитии энергетического сектора. Количество работников, занятых в секторе возобновляемой энергетики, выросло с 7,3 млн человек в 2012 году, когда агентство IRENA начало отслеживать занятость ▶

в этой сфере, до 11,5 млн человек в 2019 году. В течение этого же периода количество рабочих мест в энергетическом секторе уменьшалось вследствие растущей автоматизации, неконкурентоспособности некоторых видов топлива и меняющейся динамики рынка. Кроме того, мы наблюдаем все более масштабные последствия перехода к возобновляемым источникам энергии. В частности, рост возобновляемых источников энергии улучшил гендерный баланс в энергетическом секторе: сейчас в сфере возобновляемой энергетики 32% рабочих мест приходится на женщин, по сравнению с 22% в нефтегазовой отрасли.

Не менее 80% людей в мире живут в странах, которые являются чистыми импортерами ископаемых видов топлива. Напротив, у каждой страны есть определенный потенциал возобновляемых источников энергии, который можно использовать для повышения энергетической безопасности и независимости,

при этом все чаще с минимальными затратами. Трансформация мировой энергетической системы, согласованная целью ограничения потепления климата до 1,5°C, может стать мощным уравнивающим фактором в мире, который должен стать более устойчивым, справедливым и инклюзивным. Такая энергетическая система требует интенсивной разработки и внедрения устойчивых технологий, а также инвестирования в кадровые ресурсы и институциональные структуры.

В этом плане был достигнут значительный прогресс, однако в разных регионах и сообществах результаты варьируются. Самые большие успехи были достигнуты лишь в нескольких странах и регионах. В других регионах широко распространенная энергетическая бедность продолжает препятствовать экономическому прогрессу и социальному благополучию. В 2020 году на Европу, США и Китай пришлось наибольшая доля новых мощностей на ос-

IRENA прокладывает курс к резкому и неуклонному снижению выбросов углекислого газа (CO₂) к 2030 г. – на 45% от уровня 2010 г. – и достижению нулевых выбросов к 2050 г.

нове возобновляемых источников энергии, в то время как на Африку – только 1% таких общих новых мировых мощностей. И это несмотря на то, что этот континент больше других нуждается в расширенном доступе к современным видам энергии и обладает потенциалом возобновляемых источников энергии, который намного превышает прогнозируемые потребности. С 2008 по 2019 г. в автономные системы на основе возобновляемой энергии был инвестирован лишь 1 млрд долл. США, несмотря на то, что они представляют собой крупнейшую возможность расширения доступа. Неравномерное распространение

также ведет к концентрации рабочих мест и отраслей, что приводит к отставанию многих регионов мира.

Время быстро уходит, и стремительное сокращение выбросов должно начаться уже сейчас, чтобы сохранить шанс удержаться на отметке «1,5°C». Согласно отчету Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) об ограничении глобального потепления до 1,5 °C к 2050 году, уголь и нефть уже должны были достичь пикового уровня выбросов, а природный газ должен достичь своего пика в 2025 году. Ресурсы и технологии, необходимые для ускорения энергетического перехода, доступны уже сейчас. IRENA прокладывает курс к резкому и неуклонному снижению выбросов углекислого газа (CO₂) к 2030 г. – на 45% от уровня 2010 г. – и достижению нулевых выбросов к 2050 г. в соответствии с графиком МГЭИК. ■

Продолжение читайте в следующем номере www.irena.org

К слову

В Китае разработали технологию «зеленого» H₂, которая может стать прорывом для отрасли

Китайская компания разработала пористый кремниевый материал под названием Si+, который при необходимости может генерировать «сверхчистый водород» из источника воды и может действовать как твердотельный материал, генерирующий водород. Сырьем для Si+ может быть металлургический кремний или переработанный кремний из непригодных солнечных панелей.

Технология может стать прорывом в сфере экологического водорода, ведь Si+ компактен, прочен и его легко транспортировать. Генеральный директор EPRO Альберт Лау отметил, что Si+ обеспечивает постоянную энергию по сравнению с возобновляемой энергией, которая часто является периодической. Такой многофазовый продукт будет: способствовать постепенному выводу из эксплуатации дорогостоящих и загрязняющих резервных дизель-генераторных установок; служить заменой судовому топливному мазуту; решать вопрос хранения тепловой энергии за счет экзотермического тепла, выделяемого при реакции генерации водорода Si+; поддерживать массовое развертывание электромобилей на водородных топливных элементах и самолетов на водородных двигателях.

Кроме того, водородные заправочные станции Si+, производящие водород по требованию на местном уровне, могут разделить площадь существующих заправочных станций, уменьшая капитальные и эксплуатационные расходы.

ecopolitic.com.ua

УП «Центр испытаний и сертификации ТООТ»



Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь
БЦ ПАРУС, г. Минск, ул. Мележа, 1,
офис 701, 709,
тел. +375 (17) 293 30 36, факс 293 30 97
www.toot.by info@toot.by

ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

**СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА,
МЕНЕДЖМЕНТА ЗДОРОВЬЯ И БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Более 30 лет успешной работы

СТБ ISO 9001

СТБ ISO 45001

НАШИ ГАРАНТИИ:

**ОРИЕНТАЦИЯ НА ПОТРЕБИТЕЛЯ
ПРЕДОСТАВЛЯЕМ НЕОБХОДИМУЮ ИНФОРМАЦИЮ,
ОКАЗЫВАЕМ МЕТОДИЧЕСКУЮ ПОМОЩЬ,
ПРОВОДИМ СЕМИНАРЫ ДЛЯ РАЗЪЯСНЕНИЯ
ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ**

**КАЧЕСТВО И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ
НАШИ ЭКСПЕРТЫ-АУДИТОРЫ ИМЕЮТ БОЛЬШОЙ ОПЫТ
И ТОЛЬКО ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ОТЗЫВЫ
О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ**

**ПРИЕМЛЕМЫЕ ЦЕНЫ
 ГИБКАЯ СИСТЕМА СКИДОК
ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ ДВУХ СИСТЕМ ПРИМЕНЯЕТСЯ
ПОНИЖАЮЩИЙ КОЭФФИЦИЕНТ**

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ



1. Абрамович, Р. Ч. Технологии XXI века для отопления различных объектов – автономные источники теплоснабжения / Р. Ч. Абрамович // Гл. энергетик. – 2022. – № 6. – С. 16–28. – (Теплоснабжение).

Приведены сравнительные характеристики централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения. Предложены классификация автономных источников теплоснабжения, их комплектация и предъявляемые к ним требования. Рассмотрены виды основного и резервного топлива для автономных источников теплоснабжения, способы складирования и нормы расхода. Определены особенности проектирования, монтажа и эксплуатации мини-котельных и блочно-модульных котельных.



2. Анализ фактических электрических нагрузок многоквартирных жилых домов Московской области / Ю. И. Солюянов [и др.] // Пром. энергетика. – 2022. – № 4. – С. 20–28. – (Проекты и исследования). – Библиогр.: 20 назв.

Представлен анализ электрических нагрузок многоквартирных жилых домов Московской области для определения возможности снижения потерь электроэнергии и стоимости технологического присоединения к электрическим сетям путем актуализации удельных электрических нагрузок, используемых при проектировании многоквартирных жилых домов. Проведен сравнительный анализ полученных фактических удельных электрических нагрузок с действующими федеральными и региональными нормативами. Результаты получены на основе получасовых графиков электрической нагрузки вводно-распределительных устройств многоквартирных жилых домов, фиксированных интеллектуальными приборами учета электроэнергии, входящими в состав автоматизированной информационно-измерительной системы.



3. Васильев, Н. И. Мероприятия по повышению энергоэффективности многоквартирных жилых домов при капитальном ремонте / Н. И. Васильев // Энергосбережение. Практикум. – 2022. – № 2. – С. 4–18. – (Энергоэффективное строительство).

Рассмотрена терминология в области зеленого и энергоэффективного строительства. Раскрыты нормативные энергетические показатели, характеризующие энергоэффективность многоквартирных жилых домов. Приведена общая классификация зданий по показателям энергоэффективности. Показаны направления повышения энергоэффективности эксплуатируемых многоквартирных жилых домов при выполнении их капитальных ремонтов с учетом рекомендаций энергоаудита.



4. Гагарин, В. Г. Влияние противостоящих зданий на энергосбережение здания с низкоэмиссионным остеклением / В. Г. Гагарин, Е. В. Коркина, М. Д. Тюленев // Жилищ. стр-во. – 2022. – № 3. – С. 30–35. – (Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование, газоснабжение и освещение). – Библиогр.: 16 назв.

Определено влияние противостоящего здания на значение критерия и выбор энергосберегающего остекления при изменении ряда параметров: расстояния между зданиями, средневзвешенного альbedo фасада противостоящего здания и др. Проведен расчет согласно предлагаемому критерию для двух городов РФ, находящихся на одной географической широте, но имеющих различный климат. Показано, что рассматриваемые параметры, относящиеся к противостоящему зданию, влияют на выбор низкоэмиссионного остекления.



5. Осипов, С. Н. Основы энергоэффективного кондиционирования воздуха в ограниченных зонах помещений / С. Н. Осипов, А. В. Захаренко // Аква-Терм. – 2022. – № 2. – С. 62–63. – (Вентиляция и кондиционирование).

Рассмотрена разработка нового способа существенного роста энергоэффективности процесса кондиционирования воздуха в помещениях. Предложено использование ламинарных или близких к ним подвижных слоев кондиционирования воздуха в ограниченной зоне работы или отдыха людей. Установлено, что использование ламинарных или близких к ним воздушных потоков благодаря существенно пониженному теплообмену с окружающими нагретыми по-

верхностями позволяет уменьшать расход электроэнергии в два и более раз.



6. Пестрикова, А. Визуальное проектирование систем теплоснабжения / А. Пестрикова, Л. Шилова // Энергет. политика. – 2022. – № 6. – С. 78–87. – (Тепло). – Библиогр.: 4 назв.

Рассмотрены потенциал и возможности визуального проектирования энергоэффективных систем отопления в зданиях жилищно-гражданского назначения. Дана оценка перспектив использования визуального программирования для создания системы автоматизированного подбора оборудования. Разработана цифровая информационная модель здания жилищно-гражданского назначения на примере модели многоэтажного жилого дома с техническим этажом и машинным помещением, который расположен в Северном административном округе города Москвы на территории муниципального района Аэропорт. Отмечено, что представленный подход может быть использован относительно любого другого здания, расположенного в других климатических условиях.



7. Сидоренко, О. А. Способы рационализации энергопотребления осветительными установками в административных и жилых зданиях / О. А. Сидоренко // Энергосбережение. Практикум. – 2022. – № 2. – С. 34–48. – (Освещение).

Рассмотрены энергоэффективные лампы и автоматизированные осветительные установки для административных и жилых зданий. Описаны основные типы и характеристики ламп, используемых в осветительных установках. Раскрыты назначение, устройство, классификация, основные светотехнические характеристики и типы светильников. Показана их энергетическая эффективность. Указаны преимущества и недостатки светодиодных ламп. Рассмотрены модернизированные люминесцентные источники света – индукционные лампы. Представлены примеры составления технико-экономического обоснования внедрения энергоэффективного освещения с автоматической регулировкой осветительных установок. ■

**XXVI БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

energyexpo.by

ENERGY EXPO

ЭНЕРГЕТИКА
ЭКОЛОГИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭЛЕКТРО

green
industry

ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

etrans

САЛОН
ИННОВАЦИОННОГО
ТРАНСПОРТА

11-14.10.2022

Минск, пр. Победителей, 20/2