

март 2022

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Компактные парогенераторы модульного исполнения



Clayton
INDUSTRIES

FILTER

T. +378 17 357 93 63 Ф. +375 17 357 93 64
filter@filter.by filter.by



Правовое
регулирование
будущего энергоперехода

Стр. 6

Новая
комбинированная
котельная в Щучине

Стр. 12

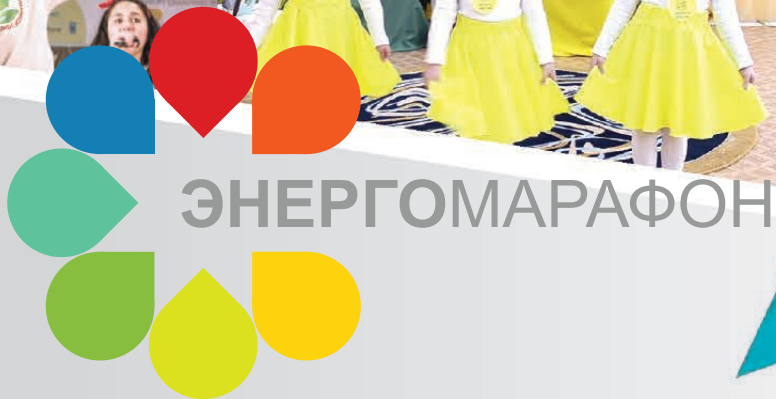
Производить пар
максимально
эффективно

Стр. 16

Местные ТЭР и ВИЭ
в малых городах
и агрогородках

Стр. 28

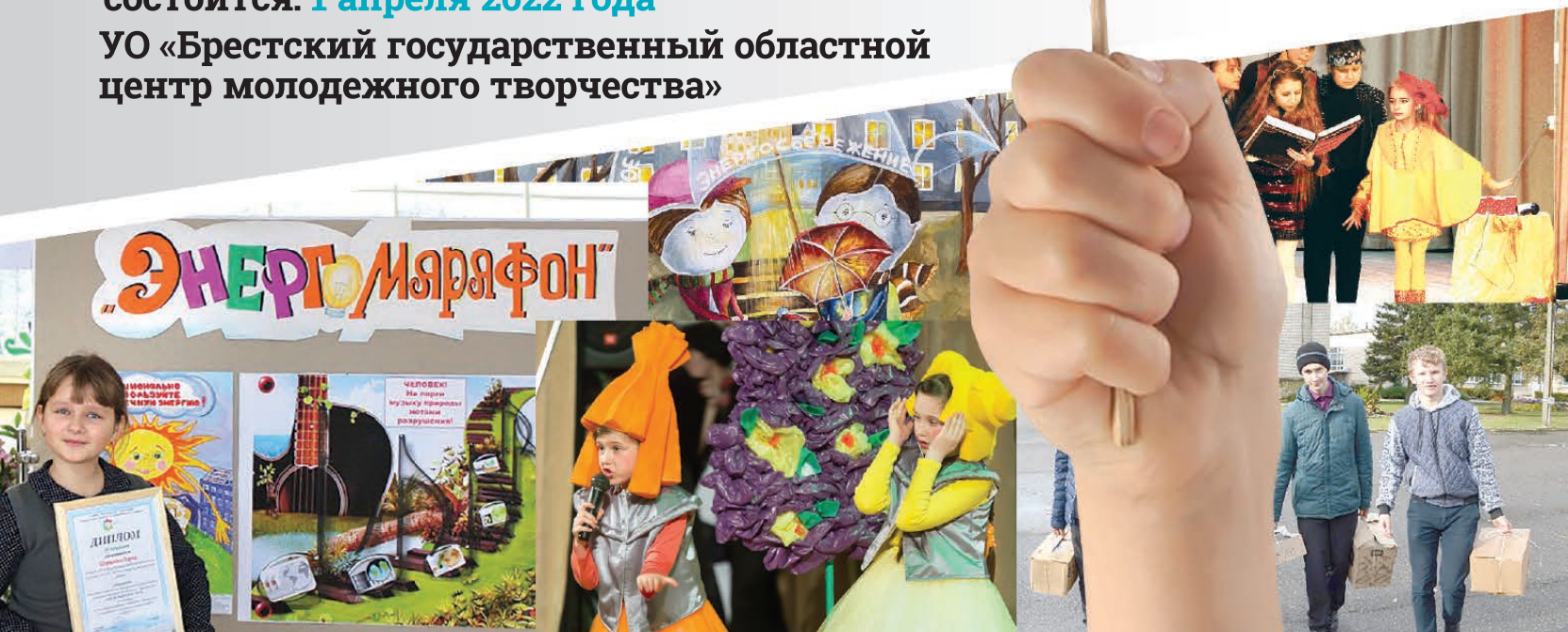
15 лет



ЭНЕРГОМАРАФОН

Торжественная церемония награждения победителей и призеров XV республиканского конкурса «Энергомарафон – 2021» состоится: **1 апреля 2022 года**

УО «Брестский государственный областной центр молодежного творчества»



ЭНЕРГОМАРАФОН





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

№3 (293) март 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 Д.А. Станюта
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.
Тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

Энергосбережение в действии

2 Итоги 2021 года и задачи
на текущий год рассмотрены
на коллегии
Д. Станюта

Энергоэффективное оборудование

4 Энергоисточник на базе
технологии тригенерации для
ОАО «Савушкин продукт»
ООО «Межрегиональная
энергетическая компания»

Энергетика и право

6 Правовое регулирование
будущего энергоперехода
В.С. Каменков

Расширение электропотребления

10 О путях повышения
энергоэффективности тепловозной
тяги
*В.М. Овчинников, В.В. Макеев,
Д.В. Мирош, БелГУТ*

Вести из регионов

12 Введена в действие
комбинированная котельная
в Щучине мощностью 24 МВт

12 Шкловская «Жемчужинка» –
полностью электрифицированный
детский сад
Андрей Гиль

13 В столбцовской котельной
побывали школьники
А.Э. Демидович-Бакленева

13 Очередной шаг к экономии ТЭР
в Оршанском государственном
механико-экономическом колледже
Д.А. Петровский

Энергомарафон

14 Минск: время учиться сберегать
Н.А. Ерчинская, Д.Н. Крутов

15 В Минской области также
определены «чемпионы по
энергосбережению»

Энергоэффективность в промышленности

16 Компактные парогенераторы
модульного исполнения Clayton
Steam Master
О.В. Губаревич, СЗАО «Филтер»

Местные ТЭР

18 О работе отопительных
котельных и ТЭЦ на загрязненном
радионуклидами биотопливе, торфе
и смесях в Гомельской и Могилевской
области

*В.Н. Соловьев, И.Г. Плещанков,
В.И. Корбут, ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»
НАН Беларуси*

Научные публикации

22 Технология применения
диагностического комплекса
трансформаторов
*А.Н. Пехота, В.Н. Галушко,
И.Л. Громыко, БелГУТ*

28 Анализ энергетических
и экономических предпосылок
использования местных ТЭР
и возобновляемых источников
энергии для теплоснабжения
жилищно-коммунального сектора
малых городов и агрогородков
Республики Беларусь
Ю.А. Башко, Н.В. Вратил, Д.Ю. Башко

Электротранспорт

25 Рекордные продажи
электромобилей в мире
зафиксированы в 2021 году
«Энергетические стратегии»
@energystrategyNataliaGrib

27 Стоит ли покупать электромобиль
с нашими зимами
Андрей Меркурьев, Neft.by

Энергосмесь

32 Разрабатывается научно-
техническая программа Союзного
государства в области солнечной
энергетики
Д. Станюта

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

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 84 журнал «Энергоэффективность» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь.

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 62х94 1/8. Печать офсетная.
Бумага мелованная.
Подписано в печать 22.03.2022. Заказ №489.
Тираж 868 экз.

ИТОГИ 2021 ГОДА И ЗАДАЧИ НА ТЕКУЩИЙ ГОД РАССМОТРЕНЫ НА КОЛЛЕГИИ

22 февраля текущего года состоялось расширенное заседание итоговой коллегии Департамента по энергоэффективности.



Слева направо: Председатель Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь В.Б. Татарицкий, заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности В.Т. Крецкий и заместитель директора департамента Л.Л. Полещук

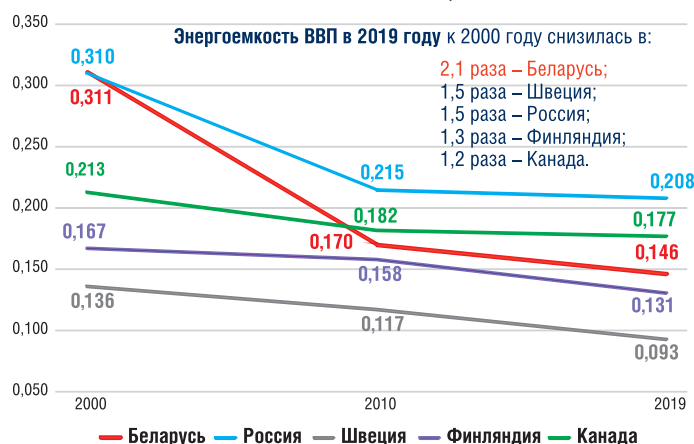
Энергоемкость ВВП и составляющие ее снижения

Результатам работы по повышению энергоэффективности экономики страны и реализации мероприятий по снижению зависимости от углеводородов, другим итогам деятельности Департамента по энергоэффективности Госстандарта за 2021 год и задачам на 2022 год был посвящен основной доклад заместителя Председателя Госстандарта – директора Департамента по энергоэффективности Виталия Крецкого.

В нынешнем году снижение энергоемкости ВВП запланировано на 0,6% к уровню 2021 года при темпах роста ВВП 102,9%, отметил докладчик.

Энергоемкость ВВП – это показатель, по которому можно оценить результаты проведения политики в сфере энергосбережения в любой стране, а также сравнить страны в международном масштабе. Эффективность работы по снижению энергоемкости отечественного ВВП подтверждается данными Международного энергетического агентства, согласно которым в 2019 году энергоемкость ВВП Беларуси снизилась в 2,1 раза к уровню 2000 года. Это намного интенсивнее, чем снижение энергоемкости такой экономически развитой страны, как Швеция, и в 2 раза интенсивнее, чем в Канаде – стране со схожими климатическими условиями. Фактический показатель энергоемкости ВВП Беларуси составил 0,146 тон-

Динамика снижения энергоемкости ВВП (тонна нефтяного эквивалента на тысячу долларов США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 года)



ны нефтяного эквивалента на 1 тыс. долларов США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 года. По сравнению с промышленно развитыми странами – членами ЕАЭС Беларусь занимает лидирующее положение.

Экономия топливно-энергетических ресурсов за 2021 год составила 685,8 тыс. т условного топлива при плане 550 тыс. т.

Наибольшую экономию ТЭР – 265,5 тыс. т условного топлива – удалось обеспечить благодаря внедрению в производство современных энергоэффективных и повышению энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов.

В планах на текущий год – обеспечение экономии ТЭР в размере не менее 0,6 млн т у.т.

«Повышение эффективности использования энергоресурсов на отдельном предприятии сказывается прежде всего на снижении энергоемкости выпускаемой продукции и, как следствие, повышении ее конкурентоспособности как на внутреннем, так и внешнем рынках», – подчеркнул Виталий Крецкий. Он отметил, что целевые показатели энергосбережения на 2021 год, установленные госпрограммой, выполнены большинством органов государственного управления и регионов.

Важнейшим направлением снижения зависимости Беларуси от углеводородов является увеличение использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии. Доля местных

ТЭР в валовом потреблении ТЭР в истекшем году составила 16,1%. Доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР – 7,4%.

Что касается финансирования энергосберегающих мероприятий, по итогам года на эти цели было направлено 944 млн рублей. Основными источниками финансирования были собственные средства организаций и средства местных бюджетов, доля которых составила более 60% в общем объеме инвестиций.

На коллегии были обозначены планы Департамента по энергоэффективности на текущий год. В частности, это строительство энергоисточников на местных ТЭР, реализация мероприятий по цифровизации деятельности в сфере энергосбережения, продолжение работы по совершенствованию нормативно-правовой базы энергосбережения, расширение профилактическо-предупредительной и разъяснительной работы при проведении контрольно-надзорных мероприятий и т.д. Большое внимание будет также уделено мероприятиям по тепловой модернизации многоквартирных жилых домов, в частности, в Гродненской и Могилевской областях.

По итогам пятилетия ожидается выполнение задания по снижению энергоемкости ВВП и достижения экономии 2,5–3 миллионов тонн условного топлива.

Анализ результатов реализации государственных программ энергосбережения показал, что в отношении экономического эф-

фекта, достигнутого от вложения инвестиций в энергосбережение, отмечается положительная динамика: коэффициент эффективности вложений стабильно растет: с 0,18 в период 2001–2005 гг., 0,2 в 2006–2010 гг., 0,25 в 2011–2015 гг. до 0,38 за 2016–2020 гг.

Ввод новых энергоисточников на местных ТЭР и ВИЭ

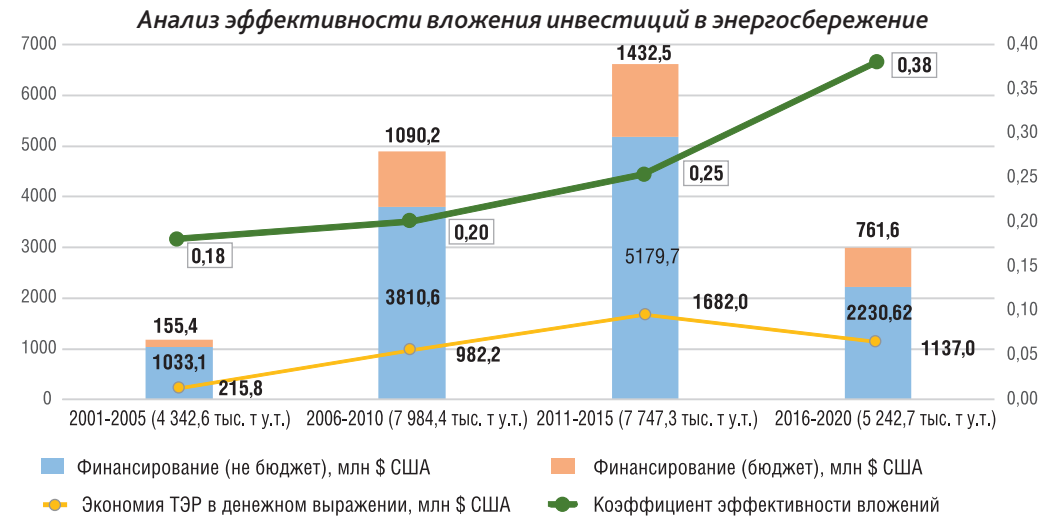
В Беларуси увеличивается число возобновляемых источников энергии. Речь идет о ГЭС, фотоэлектрических станциях, биогазовых комплексах, электроэнергетических установках и мини-ТЭЦ на древесном топливе. Например, в 2014 году в республике действовало 88 МВт таких источников, а на данный момент – 516 МВт.

В 2022 году запланирован ввод в эксплуатацию 22 энергоисточников на местных ТЭР суммарной тепловой мощностью 94,3 МВт. Это позволит заместить использование импортного природного газа на 24,2 млн куб. м. Из них 10 энергоисточников мощностью 25,3 МВт будут профинансированы за счет собственных средств предприятий, местного и республиканского бюджетов, 12 энергоисточников мощностью 69 МВт – за счет кредитных средств международных финансовых организаций.

В прошлом году были введены в эксплуатацию 14 энергоисточников на местных ТЭР суммарной тепловой мощностью 108,9 МВт, что позволило заместить потребление импортного природного газа на 27,4 млн куб. м ежегодно.

В качестве примера заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Виталий Крецкий привел строительство в 2021 году комбинированной котельной на местных ТЭР и природном газе в Щучине (Гродненская область) суммарной тепловой мощностью 12 МВт. В котельной установлены два современных автоматизированных водогрейных твердотопливных котла отечественного производства теплопроизводительностью 6 МВт каждый.

Строительство новой котельной позволило снизить эксплуатационные затраты на теплоснабжение города за счет замещения импортного природного газа местными видами топлива и вывода из эксплуатации неэффектив-



ного оборудования. Реализация проекта дала возможность заместить использование импортного вида топлива в эквиваленте 300 тыс. долларов США, снизить себестоимость 1 Гкал отпускаемой тепловой энергии с 105,6 до 75,2 рублей.

О контрольно-надзорной деятельности

В 2021 году областными и Минским городским управлениями по надзору за рациональным использованием ТЭР проведены 64 (в 2020 году – 49) проверки и 710 (в 2020 году – 484) мониторингов. Увеличение количества мониторингов происходило в целях улучшения профилактической и предупредительной работы во исполнение поручения руководства страны о снижении надзорной нагрузки на бизнес. Проверки проводились в соответствии с координационным планом.

Выявленное нерациональное использование и резерв экономии ТЭР составили 59,8 тыс. т у.т., или более 10% от установленного годового задания экономии ТЭР по республике. Выданы 64 (в 2020 году – 47) предписания и 592 (в 2020 году – 346) рекомендации по устранению нерационального расходования топлива, электрической, тепловой энергии и других нарушений действующего законодательства в сфере энергосбережения.

За нарушение законодательства в сфере энергосбережения составлено 580 (в 2020 году – 487) протоколов об административном правонарушении.

«Основные нарушения – отсутствие утвержденных норм расхода

ТЭР на выпуск продукции (работ, услуг), отсутствие либо неисправность приборов группового учета тепловой энергии, систем отопления и горячего водоснабжения, прямые потери теплоносителя по причине неисправности запорной арматуры и тепловых сетей, отсутствие тепловой изоляции или необходимость ее ремонта на теплотрассах», – рассказал руководитель.

По результатам контрольно-аналитических мероприятий руководителям организаций выдаются предписания и рекомендации на устранение нерационального расходования топлива, электрической, тепловой энергии и реализации энергосберегающих мероприятий. Выполнение предписаний и рекомендаций находится на постоянном контроле.

Также было отмечено, что инспекционно-энергетическими отделами на основании ходатайств республиканских органов государственного управления и иных госорганов, подчиненных Совету Министров, облисполкомов, Минского горисполкома проводится значительная работа по оказанию помощи в части экспресс-обследований бюджетных организаций здравоохранения, культуры, образования, спорта и туризма с годовым потреблением ТЭР до 1,5 тыс. т у.т. Так, в 2021 году было проведено более 230 обследований, результаты которых использованы в процессе формирования предложений по финансированию энергосберегающих мероприятий.

Заместитель Министра энергетической Республики Беларусь

О.Ф. Прудникова выступила на коллегии с информацией о результатах работы по повышению энергоэффективности в организациях Минэнерго. В частности, она отметила, что ГПО «Минэнерго» и ГПО «Белтопгаз» выполнили целевые показатели по энергосбережению, по доле местных ТЭР в котельно-печном топливе и возобновляемым источникам энергии, установленные на 2021 год.

Основными направлениями работы ГПО «Белэнерго» на ближайшую перспективу будут: снижение удельного расхода на выработку электроэнергии до 224 г/кВт·ч к 2025 году; сбалансированное развитие и модернизация генерирующих источников и вывод из эксплуатации устаревшего оборудования; оптимизация затрат на всех этапах энергопроизводства.

Выступая на коллегии, главный редактор журнала «Энергоэффективность» Л.В. Шенец провел сравнение того, как организована работа по энергосбережению в Беларуси и в других странах – участниках ЕАЭС. Он отметил, что в нашей стране эта работа проводится на более высоком профессиональном уровне, о чем говорят цифры, в т.ч. по снижению энергоемкости ВВП в Беларуси.

Подводя итоги коллегии, Председатель Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь В.Б. Татарицкий акцентировал задачи Департамента по энергоэффективности в сфере реализации соответствующей государственной политики на 2022 год, включая расширение использования местных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии. ■

Дмитрий Станюта

ЭНЕРГОИСТОЧНИК НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРИГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ ОАО «САВУШКИН ПРОДУКТ»



ОАО «Савушкин продукт» – лидер молочной отрасли Республики Беларусь, один из крупнейших производителей натуральной молочной продукции Восточноевропейского региона. Продукция компании получает признание на международном уровне и высшие награды в таких авторитетных конкурсах, как Superior Taste Award (Бельгия). Одно из важных крупнотоннажных производств группы компаний, специализирующееся на производстве сыра и переработке сыровотки, находится в г. Пинске.

Немецкая компания IEC Energy, будучи официальным торговым представителем и сервисным провайдером концерна **ROLLS ROYCE SOLUTIONS**, производящего в Германии когенерационные установки под брендом MTU, получила заказ от ОАО «Савушкин продукт» на разработку технологичного инжиниринга и поставку инновационного энергетического комплекса на базе технологии тригенерации для обеспечения электрической, тепловой энергии и холодом модернизируемого молочного комбината. IEC Energy была выбрана в качестве основного поставщика энергоцентра

благодаря высокому качеству предлагаемого оборудования и инжиниринга, инновационным подходам по автоматизации, опыту реализации подобных проектов, а также ввиду развитой инфраструктуры сервиса и технической поддержки.

Перед проектом были поставлены следующие цели:

- снижение энергетических издержек и себестоимости конечной продукции Пинского филиала ОАО «Савушкин продукт»;
- повышение энергетической эффективности процессов потребления всех видов энергии на предприятии;



- уменьшение энергетической зависимости от внешних снабжающих организаций, в частности отказ от покупки технологического пара от соседствующей ТЭЦ энергосистемы, а также снижение доли приобретаемой электрической энергии от внешней централизованной сети;

- повышение качества параметров промышленного пара (его давление, степень сухости), снижение волатильности отдельных показателей, критически важных для обеспечения качества продукции и стабильности производственных процессов;

- повышение надежности энергоснабжения благодаря созданию собственных децентрализованных дополнительных мощностей с возможностью оперирования в островной изолированной микросистеме, в том числе восстановления после полного блэкаута;

- уменьшение углеродного следа благодаря энергоэффективным решениям и глубокому использованию первичного топлива.

В результате сотрудничества и хорошо скоординированной работы представителей ОАО «Савушкин продукт» и команды инженеров IEC Energy был реализован инвестиционный проект по созданию энергетического комплекса электрической мощностью около 2,6 МВт на базе двух 12-цилиндровых когенерационных установок MTU серии 4000 V12 L33 концерна Rolls Royce мощностью по 1,3 МВт каждая. Применены установки серии L33 с высоким электрическим КПД и одновременно возможно-



стью работы в острове в качестве основного продолжительного режима.

Предприятие имеет комбинированный режим работы (параллель – остров), при этом переход между параллельным и островным режимом и обратная ресинхронизация осуществляются автоматически, без разрыва энергоснабжения. Управление потоками энергии, балансом импорта и экспорта, автоматическим делением неотвеченных потребителей осуществляется благодаря системе, разработанной IEC Energy на базе центрального гибридного контроллера Siemens, а также решениям, реализованным в панели MTU Master Control.

Собственные нужды энергоцентра обеспечиваются от двух трансформаторов мощностью по 400 кВА, а также от резервного внешнего ввода 0,4 кВ, при этом пускорезервные ДГУ не предусмотрены.

Запуск энергоцентра возможен как в режиме black out в острове, так и за счет «прикуривания» от внешней энергосистемы.

Энергоцентр оснащен генераторами 10,5 кВ, которые подключены к центральному распределительному устройству предприятия РУ-10 кВ, расположенному в здании энергоцентра и состоящему из 17 чеек с вакуумными выключате-

лями. РУ-10 кВ имеет 3 ввода для возможности синхронизации и подключения к внешней энергосистеме.

Топология системы энергоснабжения и автоматического управления, разработанная IEC Energy совместно с заказчиком, позволяет увеличить надежность и устойчивость системы энергоснабжения потребителей предприятия в островном режиме и параллельно с внешней сетью.

Когенерационные установки MTU поставляются с системой утилизации тепловой энергии в блочно-модульном исполнении IEC Energy Kit, специально разработанном компанией IEC Energy для упрощения и сокращения сроков рабочего проектирования и монтажа, минимизации ошибок на площадке, компактного и эстетически привлекательного исполнения.

Для производства технологического пара предусмотрены трехсекционный котел-утилизатор паропроизводительностью 8,4 т/ч, оснащенный горелочной секцией, а также традиционный паровой котел паропроизводительностью 12 т/ч. Общая производительность системы составляет таким образом чуть более 20 т/ч. Трехсекционный котел-утилизатор функционирует в комбинированном режиме: с возможностью утилизации дымовых газов одновременно от двух когенерационных установок, а также в режиме традиционного котла за счет горелочной секции. Котел-утилизатор оснащается двумя экономайзерами сетевой воды на потоках дымовых газов от когенерационных установок, а также экономайзером питательной воды горелочной секции для повышения общего КПД системы.

Водоподготовка котлов базируется на оборудовании датской компании Eurowater, состоит из фильтров механической фильтрации, станции умягчения производительностью 26 т/ч, а также установки обратного осмоса производительностью 22 т/ч. Установка обратного осмоса обеспечивает полную деминерализацию подпиточной воды и практически исключает необходимость в непрерывной продувке котлов, что является хорошим энерго-сберегающим мероприятием.

В составе энергоцентра предусмотрена абсорбционно-холодильная машина АБХМ производства Shuangliang Eco Energy, которая осуществляет преобразование горячей

воды от системы утилизации тепловой энергии КГУ в энергию холода в виде циркулирующего водного раствора пропиленгликоля с температурным графиком +5...+1°C. Посредством разделительного теплообменника АБХМ (иными словами, абсорбционный чиллер), благодаря эксклюзивному низкотемпературному графику, подключается к системе лед-воды холодильной компрессорной установки. АБХМ по сути своей является конвертором избыточной тепловой энергии в холод и, таким образом, представляет собой синергетическое дополнение когенерационных установок, преобразуя комбинированный цикл с двумя полезными продуктами в технологию тригенерации, отпускающую уже три полезных продукта из природного газа: электрическую энергию, тепловую энергию в виде пара и горячей воды и технологический холод.

Отдельное внимание заслуживают системы измерений и автоматизации технологических процессов КИП и АСУ ТП, а также мониторинга и визуализации SCADA, разрабатываемые инженерами и программистами компании IEC Energy.

Системы предусматривают сбор данных с первичных приборов, управление по определенным алгоритмам исполнительными механизмами, обмен информацией по полевым шинам с основным оборудованием, визуализацию процессов, архивацию параметров и трендов. Шкаф центрального управления ССС – Central Control Cabinet базируется на базе контроллера Siemens S7-1516-3 PN/DP и оснащен 21.5" TFT-панелью SIMATIC HMI TP2200. Две операторские станции с мониторами 27" имеют специальное программное обеспечение SCADA WinCC RUNTIME ADVANCED 2048 V13.

В части экологической ответственности в составе проекта предусмотрены решения по глубокому подавлению выбросов оксидов азота NOx благодаря внедрению селективных каталитических реакторов SCR (Depox System) на выхлопе когенерационных установок.

IEC Energy осуществляет комплексное сервисное обслуживание всего комплекта поставленного оборудования, включая услуги по удаленному мониторингу из центрального офиса сервис-провайдера. В состав сервисного центра IEC Energy входят специалисты по обслуживанию газопоршневых дви-



гателей, котельного и горелочного оборудования, абсорбционных чиллеров, оборудования водоподготовки и очистки сточных вод, насосного оборудования, силовой электроники и электротехнической продукции, систем автоматизации и диспетчеризации.

Компанию ОАО «Савушкин продукт» и IEC Energy имеют долгую и плодотворную историю сотрудничества по ряду проектов широкого спектра: водоподготовки, теплоснабжения, производства пара, энергосбережения, тепловых пунктов, децентрализованной генерации, очистки сточных вод и консалтинга. В рамках данной кооперации реализованы проекты по модернизации промышленных котельных на площадках в Бресте, Березе, Орше. В частности, на промышленной площадке филиала в Березе реализован инновационный проект по расширению паровой котельной с использованием конденсационных теплообменников производства Shuangliang Eco Energy для глубокой утилизации продуктов сгорания паровых котлов путем полезного использования скрытой теплоты парообразования влажных дымовых газов. Инженеры IEC Energy разработали систему интеграции низкотемпературных контуров котельной в гидравлическую сеть предприятия, а также внедрили комплексную систему автоматизации, мониторинга и визуализации технологических процессов.

Особого внимания заслуживает проект высокотехнологичных очистных сооружений по технологии мембранного биореактора MBR, реализуемый в настоящий момент в партнерстве IEC Energy и ОАО «Савушкин продукт» на площадке филиала в Иваново. Благодаря глу-

бойкой очистке сточных вод за счет технологии ультрафильтрации, качество обработки стока позволит осуществлять выпуск очищенных сточных вод непосредственно в водный объект без негативного воздействия на окружающую среду. Комбинирование технологии очистки сточных вод на основе мембран ультрафильтрации MBR с децентрализованной генерацией позволяет с одной стороны уменьшить себестоимость электрической энергии и обработки каждого кубического метра сточных вод (экономическая компонента), а с другой стороны обеспечить независимость предприятия от внешних инфраструктурных сервисов, предоставляемых организациями по энергоснабжению и водоотведению (компонента по устойчивости и независимости). Данный проект ярко и отчетливо свидетельствует о социальной ответственности, приверженности акционеров и менеджмента ОАО «Савушкин продукт» высочайшим стандартам заботы об окружающей среде, а также об активном движении компании в сторону энергетической устойчивости и декарбонизации. ■



ООО «Межрегиональная энергетическая компания»
220114, г. Минск,
пр-т Независимости, 117А,
этаж 15
Тел: +37517 3965113
Факс: +37517 3965112
E-mail: office@iec-energy.by
Сайт: www.iec-energy.by

В.С. Каменков, научный консультант, профессор кафедры финансового права и правового регулирования хозяйственной деятельности Белорусского государственного университета, директор Международного научно-образовательного центра медиации, примирения и третейских процедур, национальный корреспондент Беларуси в ЮНСИТРАЛ, доктор юридических наук, профессор



ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ БУДУЩЕГО ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

Материал подготовлен с использованием нормативных правовых актов по состоянию на 13 декабря 2021 г.

Статья посвящена изучению проблем правового регулирования нового epochального события: перевода энергетики от ископаемых источников на возобновляемые источники энергии, а также имеющихся научных исследований, положений действующего законодательства, сравнительному анализу норм права по этим вопросам в разных государствах, некоторым предложениям.

По мнению отдельных исследователей, в истории выделяются четыре энергоперехода, в настоящее время мир находится в начале четвертого [1]:

- первый энергопереход – от биотоплива (дрова, древесный уголь и т.п.) к углю (доля угля в первичной энергии в 1840 году – 5%, в 1900 году – 50%);
- второй энергопереход – увеличение доли нефти в первичной энергии (1915 год – 3%, 1975 год – 45%);
- третий энергопереход – расширение использования газа (1930 год – 3%, 2017 год – 23%);
- четвертый энергопереход – переход к возобновляемым источникам энергии: энергии ветра, солнца, приливов и т.д. (2017 год – 3%).

Введение

Энергетический переход, или энергопереход – существенная трансформация структуры источников энергии в энергетической системе (приумножение доли новейших источников с постепенной заменой прежних источников энергии в общем объеме энергопотребления).

Вспомним также, что неоиндустриализация представляет собой тандем науки, производства и новейших методов управления, включая цифровизацию.

Проанализируем энергопереход в качестве скорой и неминуемой реальности, беспристрастного подтверждения начавшейся неоиндустриализации, в которой не обойтись без его эффективного правового регулирования.

На примере энергопереходов мы имеем возможность наблюдать, как взаимосвязаны и объективно обусловлены процессы, происходящие не только в энергетике, но и в экономиках разных стран в достаточно короткие временные периоды. Менее чем за 200 лет мировая экономика переходит от дров к возобновляемым источникам производства энергии. Не менее объективна необходимость и в эффективном правовом регулировании. Отставание и субъективизм в этих процессах чреваты для экономик, для стран и народов.

Цель настоящей статьи – изучить современное состояние правового регулирования происходящего энергоперехода в Республике Беларусь в сравнении с иными государствами, а также разные точки зрения на эти вопросы.

Степень изученности проблемы: научные статьи, специально посвященные вопросам правового регулирования энергопереходов в Республике Беларусь, за последние пять–восемь лет отыскать не представилось возможным. Комплексных и системных научных исследований по этой проблеме тем более нет. Имеются только научные публикации о правовом регулировании проблем производства атомной энергии и некоторых видов возобновляемых источников энергии [2], а также кандидатская диссертация, близкая к теме настоящего исследования [3].

Для сравнения: в Российской Федерации научные диссертации, посвященные правовому регулированию энергетического перехода, обнаружить также не удалось, но имеется немалое количество научных статей [4].

Энергетический переход не просто известен, но и популярен в общественном дискурсе и политике для многих государств мира и Европы.

Постараемся узнать, имеет ли он значение для права, для правового регулирования в нашей стране и для наших соседних государств.

Основная часть

По мнению многих международных организаций, включая Всемирный экономический форум, энергетический переход – это не просто переход от одних источников энергии к другим, но еще и масштабная перестройка энергосистем. Она включает в себя несколько элементов: энергоэффективность, декарбонизацию (снижение выбросов углекислого газа), децентрализацию, цифровизацию (внедрение цифровых систем передачи, средств коммутации и управления, обеспечивающих передачу и распределение потоков информации в цифровом виде).

Ожидаемый и осуществляемый энергетический переход имеет своими целями:

- решение климатической проблемы через отказ от искомого топлива (угля, нефти, природного газа, горючих сланцев и т.п.);
- замену их возобновляемыми источниками энергии;
- сохранение баланса «энергетического треугольника», обеспечивающего безопасность и доступ, экологическую устойчивость, экономическое развитие и рост.

Как известно, предпосылки к энергетическому переходу сформированы Парижским соглашением, заключенным лидерами 180 мировых государств в 2015 году (Парижское климатическое соглашение) [5]. Одновременно стремления ускорить переход к возобновляемым источникам энергии связаны с рисками и энергетическим кризисом, которые мы наблюдаем в настоящее время.

Но парадокс заключается в том, что вызовы, риски и угрозы энергетической безопасности одновременно являются двигателями нашего стремления к объективной безопасности в этой сфере и обеспечения ее эффективного правового регулирования. Наш известный земляк и лауреат Нобелевской премии Жорес Алферов утверждал, что «... скоро любой возобновляемый источник энергии в качестве топлива станет рентабельнее нефти и газа».

А по прогнозам Международного энергетического агентства, в целом доля возобновляемых источников энергии в мировом энергобалансе вырастет с сегодняшних 26% до 30%, при этом почти 50% роста обеспечат солнечная и ветровая энергетика. Карантинные меры ускорят переход к «зеленой энергетике», включая энергию ветра, солнца, вод и «мирного атома». В 2020 году возобновляемые источники энергии обеспечат выработку 40% мирового производства электроэнергии [6].

На вышеописанном фоне уже трудно будет сказать, что данная проблема не актуальна для отечественного права и экономики, для субъектов хозяйствования.

Наоборот, своевременное правовое обеспечение и поддержка уже начавшегося энергоперехода экономики Республики Беларусь, ее отраслей и конкретных производств поможет избежать в будущем эскалации энергетических и экологических проблем, а также снижения темпов социально-экономического развития.

По мнению отдельных российских исследователей, «...роль государства в энергопереходе состоит в создании понятных и прозрачных механизмов реализации климатических проектов. Поскольку изменение климата неразрывно связано с комплексной трансформацией всей экономики, следует параллельно развивать лесные проекты, водородную энергетику, повышать энергоэффективность, модернизировать производство...» [7].

Другие авторы вполне обоснованно называют конкретные унифицированные методы и пути правового регулирования общественных отношений в исследуемой сфере. «... Это экономическое стимулирование, налого-

вые льготы, программы господдержки, госзаимы на приобретение оборудования, временное субсидирование потребления энергии из ВИЭ для населения и производств, установление скидок на приобретение оборудования для производства и потребления возобновляемой энергии, снятие административных барьеров и даже прямое регулирование цен через установление льготных тарифов приобретения электроэнергии электросетями от поставщиков из возобновляемых источников и др.» [8].

Иные правоведы говорят о «...правовом закреплении особой ответственности государства:

а) за обеспечение стабильного и благоприятного инвестиционного климата, включающего высокую правовую защищенность и ликвидность частных инвестиций;

б) по своим обязательствам (гарантийным и финансовым), включению проектов «зеленой» экономики в сферу проектов, реализуемых на основе концессионных соглашений и соглашений о ГЧП;

в) за бюджетное финансирование направлений стратегического развития, к примеру, таких, как нацпроекты, обеспечивающие господдержку, а также учет экологических приоритетов и требований при осуществлении государственных, муниципальных и корпоративных закупок компаний госсектора» [9]. ▶

Своевременное правовое обеспечение и поддержка уже начавшегося энергоперехода экономики Республики Беларусь, ее отраслей и конкретных производств поможет избежать в будущем эскалации энергетических и экологических проблем, а также снижения темпов социально-экономического развития.

Соглашаясь с необходимостью комплексного подхода к трансформации всей экономики, этот же комплексный принцип необходимо распространить и на правовое регулирование процессов, происходящих в энергетике при энергопереходе.

В правовой доктрине и системе, а также в законодательстве Республики Беларусь словосочетание «энергетический переход» в любых его интерпретациях пока не встречается.

Но в отдельных актах законодательства Республики Беларусь можно обнаружить положения, свидетельствующие об устремлении к участию в общемировой тенденции увеличения доли энергии с использованием возобновляемых источников энергии.

Так, еще в 2017 году на министерство природы возлагалась такая функция, как:

- разработка предложений по вопросам... в том числе снижения выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов посредством увеличения использования возобновляемых источников энергии, внедрения низкоуглеродных и безуглеродных технологий, перехода на низкоуглеродное развитие, исключаящее использование высокоуглеродных видов топлива для включения их в проекты прогнозов и программ социально-экономического развития Республики Беларусь (подп. 6.1) [10].

Для сравнения, в Российской Федерации, например, также еще нет законодательных актов с этим термином, но есть акты законодательства.

Так, в Распоряжении Правительства РФ [11] названа стратегическая цель: реализация национального потенциала в области производства, экспорта, применения водорода и промышленной продукции для водородной энергетики и вхождение Российской Федерации в число мировых лидеров по их производству и экспорту с обеспечением конкурентоспособности экономики страны в условиях глобального энергетического перехода (п. 27).

Имеются и иные правовые акты, утверждающие рабочие группы, дающие поручения заинтересованным министерствам по подготовке предложений по минимизации рисков, связанных с глобальным энергопереходом и адаптацией к нему российской экономики.

Такую же работу, по нашему мнению, предстоит выполнить и в нашей стране.

Кроме того, в Республике Беларусь имеется ряд законодательных актов, которые непосредственно или опосредованно регулируют вопросы предстоящего энергетического перехода. С целью их координации и возможного обновления стоит также предпринять необходимые усилия.

Так, в Законе «О возобновляемых источниках энергии» [12, ст. 4] среди принципов государственной политики стоит указать не только приоритетность, эффективность и рациональный характер использования возобновляемых источников энергии, но и постепенный переход экономики

на возобновляемые источники энергии. Такие правовые нормы послужили бы не только стимулом для развития возобновляемой энергетики, подчеркнув объективную неизбежность данного процесса, но и гарантией для самой энергетики и научных исследований в этой сфере общественных отношений.

Не менее важно, на наш взгляд, на законодательном уровне уточнить, что с помощью возобновляемых источников можно получать не только электрическую, но и тепловую, электромагнитную, химическую, атомную и иные виды энергии.

Кроме того, принцип государственной поддержки и стимулирования использования возобновляемых источников энергии [12, ст. 4] необходимо дополнить нормами о заинтересованности государства и в негосударственной поддержке производства возобновляемой энергии. Они, в свою очередь, открыли бы путь к совершенствованию правовых норм ст. 18 Закона [12], в частности к преференциям при кредитовании негосударственными банками такого производства.

Не будет лишней и более подробная расшифровка понятия «возобновляемые источники энергии». В действующей редакции Закона [12, ст. 1] это энергия солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, древесного топлива, иных видов биомассы, биогаза, а также иные источники энергии, не относящиеся к невозобновляемым.

В законе Российской Федерации об электроэнергетике [13, ст. 3] дана более подробная дефиниция возобновляемых источников. В нее включены энергия солнца, ветра, вод (в том числе энергия сточных вод), а также энергия приливов волн во-

дных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках.

В таком подробном перечислении возможных источников возобновляемой энергии, на наш взгляд, имеется большой смысл, поскольку дает хороший ориентир для их практического использования и для научных исследований по этой теме.

Нуждается в корректировке и Закон «Об энергосбережении» [14, ст.ст. 1, 14], в котором возобновляемые источники энергии отнесены почему-то к местным топливно-энергетическим ресурсам, независимо от природы, географии и объемов их происхождения.

Субъектами отношений в сфере энергосбережения в Законе [14, ст. 3] названы только Республика Беларусь, административно-территориальные единицы Республики Беларусь, юридические лица, физические лица, в том числе индивидуальные предприниматели, иностранные государства, иностранные и международные юридические лица (организации, не являющиеся юридическими лицами). Не названы в этом перечне общественные и иные негосударственные организации, которые могут быть пользователями энергии.

Если среди субъектов общественных отношений по энергосбережению являются юридические лица (надо понимать, несмотря на форму собственности), физические лица, в том числе индивидуальные предприниматели, то закономерно возникает вопрос, почему в Законе [14, ст. 5] речь идет только о государственном регулировании энергосбережения? Ведь каждый собственник является наиболее заинтересованным лицом в сбережении своего имущества, в том числе и энергии (произведенной или приобретенной). Следовательно, нужно сформулировать нормы о правилах этого регулирования. Даже функции контроля за энергосбережением не следует оставлять только в руках государства и его органов.

Перечень и содержание принципов государственного регулирования в энергосбережении также, по нашему мнению, стоит пересмотреть с учетом необходимости отражения энергоперехода, а также возможностей негосударственного регулирования данных правоотношений.

Удивительно, но потребуются изменения и в Закон «О газоснабжении» [15]. На первый взгляд, газ не относится к числу возобновляемых источников энергии. Но это касается только природного добываемого газа. Но ведь в российском законе [13, ст. 3] определение возобновляемых источников включает и газ (энергия воздуха, биомасса, включающая в себя специально для получения энергии растения, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках). Понятно также, что при наличии огромных запасов газа отказываться от него полностью и зачислять только в невозобновляемые источники энергии никто не собирается. Поэтому, включив газ в возобновляемые источники энергии, никто от этого не пострадает. Даже наоборот. Но корректировать Закон «О газоснабжении» [15] будет необходимо, в том числе расширив перечень газов возобновляемыми его видами, а также сформулировав принципы правового регулирования газоснабжения, упомянув и энергетический переход.

При этом объективно напрашивается мысль возвратиться к идее консолидированного нормативного правового акта в виде энергетического кодекса, то есть совокупности законов, взаимосвязанных едиными принципами и правилами правового регулирования энергетики.

Понятно, что перечисленные выше предложения в случае их реализации вызовут необходимость пересматривать и иные законодательные акты: налоговый кодекс, закон об объектах, находящихся только в собственности государства, и видах деятельности, на осуществление которых распространяется исключительное право государства, и другие. Но это находится уже за рамками настоящей исследуемой проблемы.

В ближайшее же время вопросы, поднятые в настоящей статье, придется решать в той или иной мере.

Список использованных источников

1. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН – Московская школа управления СКОЛКОВО. – Москва, 2019. – 210 с. – ISBN 978-5-91438-028-8 – С. 15 (электронная версия).

2. Каменков, В.С. Система источников энергетического права (части 1 и 2) // КонсультантПлюс, 2017 (электронная версия); Дубинский, Н.А. Техническое регулирование в Евразийском экономическом союзе // КонсультантПлюс, 2016 (электронная версия); Карпович, Н.А. Экологическая политика Республики Беларусь: теоретические и концептуальные основы совершенствования правового обеспечения // КонсультантПлюс, 2015 (электронная версия) и др.

3. Ванькович, Е.Э. Правовое обеспечение экологической безопасности при использовании возобновляемых источников энергии // <https://elib.bsu.by/handle/123456789/193864>.

4. Символоков, О.А. Правовое обеспечение развития технологий использования возобновляемых источников энергии // Журнал российского права. – 2020. – №9. – С. 53–67 (электронная версия); Лахно, П.Г. Об энергетическом праве и не только... // Предпринимательское право. – 2019. – №4. – С. 32–45 (электронная версия); Выпханова, Г.В., Жаворонкова, Н.Г. Инновации в энергетике: организационно-правовые аспекты // Актуальные проблемы российского права. – 2021. – №1. – С. 189–203 (электронная версия) и др.

5. Дубовик, О.Л., Аверина, К.Н. Значение Парижского соглашения для охраны климата: крупномасштабные планы и проблемы с их реализацией // Международное право и международные организации. – 2018. – №4. – С. 18–27 (электронная версия).

6. Символоков, О.А. Договоры в электроэнергетике: проблемы теории и практики: монография. – М.: Инфотропик Медиа, 2021. – 186 с. (электронная версия).

7. Спиридонова, Е.В. Предпосылки становления системы правового регулирования

лесоклиматических проектов в России // Экологическое право. – 2021. – №3. – С. 29–34 (электронная версия).

8. Краснова, И.О. Зарубежный опыт правового регулирования использования возобновляемых источников энергии // Экологическое право. – 2019. – №4. – С. 7. (электронная версия).

9. Новикова, Е.В. Концептуальные основы правового регулирования «зеленой» экономики в России // Экологическое право. – 2020. – №5. – С. 3–10. (электронная версия).

10. О некоторых вопросах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.06.2013 № 503 (ред. от 12.09.2019) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 17.09.2019, 5/47008.

11. Об утверждении Концепции развития водородной энергетики в Российской Федерации: Распоряжение Правительства РФ от 05.08.2021 № 2162-п // Собрание законодательства РФ, 16.08.2021, №33, ст. 6124.

12. О возобновляемых источниках энергии: Закон Республики Беларусь от 27.12.2010 № 204-З (ред. от 09.01.2018) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 18.01.2018, 2/2529.

13. Об электроэнергетике (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2021): Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ (ред. от 11.06.2021) // Собрание законодательства РФ, 14.06.2021, №24 (Часть I), ст. 4188.

14. Об энергосбережении: Закон Республики Беларусь от 08.01.2015 №239-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 11.01.2015, 2/2237.

15. О газоснабжении: Закон Республики Беларусь от 04.01.2003 №176-З (ред. от 17.07.2018) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 31.07.2018, 2/2572. ■

Материал предоставлен Национальным центром правовой информации Республики Беларусь <https://ncpi.gov.by/>

Энергосмесь

В Брестской области использование электроэнергии для отопления может вырасти в несколько раз

В Брестской области в ближайшие годы использование электроэнергии для отопления может вырасти в несколько раз. Об этом сообщил генеральный директор РУП «Брестэнерго» Сергей Шебеко.

«Брестэнерго» готовится к модернизации своих электросетей, подстанций. Пони-

маем, что у населения будет расти обоснованный спрос на использование электроэнергии в быту, в том числе для отопления. Наша задача – продолжать развивать сети, чтобы удовлетворить все потребности жителей региона. Уже сейчас видим, что в Брестской области в ближайшие годы электропотребление для це-

лей отопления может вырасти в несколько раз», – сказал Сергей Шебеко.

Также в регионе с учетом ввода Белорусской атомной электростанции модернизируют Березовскую ГРЭС. «Реконструкция проводится для повышения надежности работы БелАЭС. Там создаются высоконадежные электрические

мощности, которые позволяют развернуть быстрый электрический резерв», – пояснил гендиректор «Брестэнерго». Он добавил, что ранее в области построили четыре электростанции общей мощностью 140 МВт, чтобы использовать электроэнергию для отопления в промышленных масштабах. ■

БЕЛТА

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

В.В. Макеев,
к.т.н., начальник отдела «Экологическая
безопасность и энергосбережение на транспорте»

Д.В. Мирош,
магистрант

БелГУТ

О ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ

Объекты железнодорожного транспорта потребляют большое количество топлива, необходимого для обеспечения работы подвижного состава, выполнения технологических процессов на железнодорожном производстве, отопления зданий и сооружений.

Главным элементом железнодорожной инфраструктуры, определяющим ее эксплуатационные показатели, как известно, является локомотив-тепловоз либо электровоз. Следовательно, эффективность железнодорожной транспортной системы страны, доля транспортных затрат в себестоимости продукции, создаваемой в стране, удельные затраты энергоресурсов на перемещение грузов и транспортная безопасность определяются качеством находящегося в эксплуатации локомотивного парка.

В настоящее время доля расхода локомотивного хозяйства на электроэнергию составляет более 80%, а на топливо еще больше – свыше 90%. При этом наибольшие расходы энергоресурсов приходятся на грузовые перевозки. Поэтому в настоящей статье проведен анализ грузовых локомотивов, эксплуатируемых на Белорусской железной дороге.

На круговой диаграмме представлено количество грузовых тепловозов и электровозов, указано процентное соотношение определенной серии локомотивов в грузовом парке на Белорусской железной дороге.

Как видно из диаграммы, количество грузовых тепловозов почти в 3 раза превышает количество электровозов. Кроме того, анализ парка выявил их глубокое устаревание: 90% локомотивов построены более 30 лет назад.

Очевидно, что частичная модернизация в долгосрочной перспективе может лишь усугубить ситуацию. На это есть несколько причин.

Во-первых, модернизации подвержена лишь определенная часть тепловоза (например, силовая установка), непосредственно влияющая на основные экономические показатели (рас-

ход топлива, увеличение межремонтных пробегов и т.д.). Но при этом несущая часть (кузов, рама, тележки) обычно остается без изменений в конструкции в течение всего жизненного цикла, что приводит к усталостным напряжениям и иным дефектам, увеличивается риск опасных отказов и сбоев при работе, ухудшаются условия труда.

Во-вторых, проектирование используемых до настоящего времени локомотивов осуществлялось на рубеже 60–70-х годов прошлого века. Но за прошедший период накоплено множество наработок и опыта, имеется ряд достижений в областях научного и технического прогресса, что позволяет производить более экономичные и экологичные локомотивы, соответствующие требованиям XXI века.

И, наконец, в-третьих, чем больше будет откладывать-

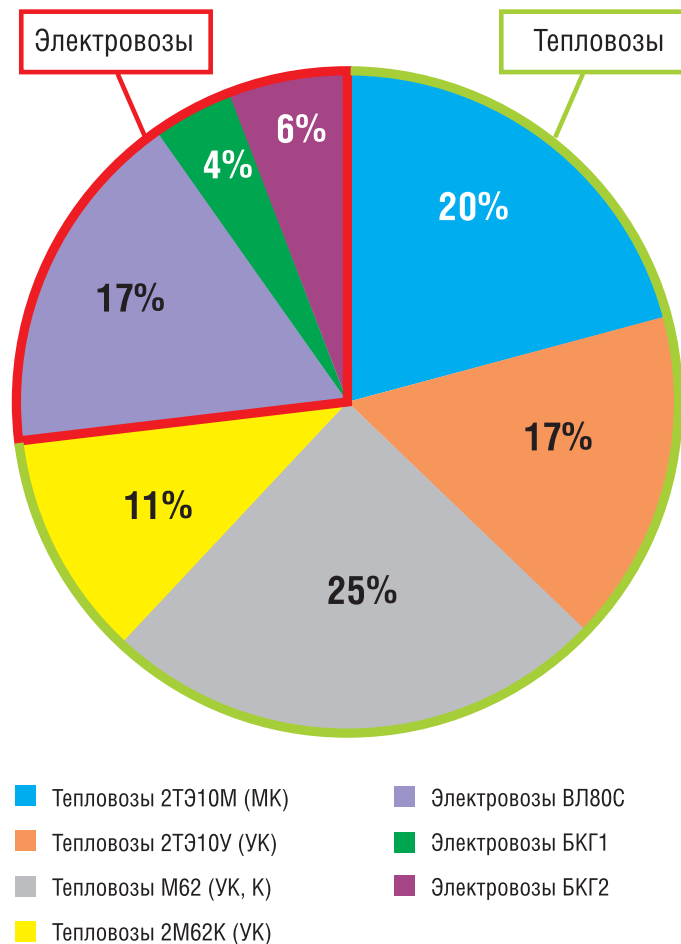


Диаграмма количества грузовых локомотивов на Белорусской железной дороге

ся обновление парка локомотивов, тем больше это будет угрожать транспортной безопасности железной дороги в дальнейшем.

Наиболее эффективными направлениями действий представляются два: постепенное обновление локомотивного парка новыми и более совершенными тепловозами и расширение различного рода диагностического комплекса для уже имеющихся тепловозов.

Мониторинг фактического состояния оборудования и прогнозирование его изменения позволяет снизить вероятность внезапных отказов, повысить эффективность и безопасность использования объектов железнодорожного комплекса и оптимизировать планирование ремонтно-профилактических работ.

Преимуществом любого диагностического комплекса, как известно, является его невме-



шатательство в исправную работу оборудования. Применение средств диагностики для высоконагруженных и наиболее ответственных узлов и деталей позволяет отсеять и распределить локомотивы с различным остаточным ресурсом и состоянием оборудования для минимизации возможных рисков при их работе.

В свою очередь обновление парка должно происходить с учетом и анализом различных обстоятельств.

Для примера рассмотрим современный продукт совместной работы Брянского машиностроительного завода и научных сотрудников ОАО «ВНИКТИ» (Коломна). Тепловоз 2ТЭ25КМ вот уже на протяжении 8 лет массово выпускается в эксплуатацию на железные дороги России и других стран. За это время накоплена значительная информация как по его преимуществам, так и по недостаткам.

Среди преимуществ можно отметить следующие:

- увеличены секционная мощность на 400–500 кВт по сравнению с тепловозами 2ТЭ10 различных модификаций, а также сцепная масса, что позволяет провозить поезда значительно большей массы;
- электропередача выполнена по системе переменного тока; тем самым прояв-

Своевременное обновление тепловозного парка является гарантом транспортной безопасности на железной дороге. В свою очередь, применение средств диагностики позволит увеличить запас по времени для принятия долгосрочных решений и обеспечить плавный переход от проверенных временем советских локомотивов к локомотивам сегодняшнего дня.

– являются такие преимущества, как надежность и практическое отсутствие операций по техническому обслуживанию;

– тепловоз дополнительно к пневматическому оборудован электродинамическим тормозом;

– используется современная и эффективная система очистки воздуха, поступающего в дизель и на охлаждение тяговых машин;

– большое количество применяемых узлов и элементов конструкции имеет схожую и взаимозаменяемую конструкцию (например, дизельный двигатель), что позволяет в полной мере использовать уже имеющийся накопленный опыт в обслуживании и ремонте.

Недостатки в эксплуатации данной серии тепловоза также наблюдаются. Часть из них устраняется при производстве, остальные проблемы можно отнести к конструктивным недоработкам или «детским болезням». Например, нередко

встречается проворот бандажа колесных пар и иные неисправности, которые, возможно, связаны с поосным регулированием силы тяги.

Среди других недостатков, по нашему мнению, можно выделить отсутствие обдува электрических машин из дизельного помещения, что служит основной причиной их неисправности при неблагоприятных погодных условиях (сильном дожде), недостаточное качество винтового компрессора, который зачастую перегревается и нередко выходит из строя. Проблемы имеются и с охлаждением дизеля, что порой сопровождается разрушением рабочих колес вентиляторов охлаждения и перемерзанием секций. Заслуживает внимания и безопасность обслуживающего персонала, поскольку кабина изготовлена из облегченного стеклопласта, который легко подвергается разрушению, особенно при столкновениях или иных аварийных ситуациях.

Все это указывает на то, что следует внимательно относиться к выбору подвижного состава, вносить корректировки в конструкцию согласно местным условиям использования.

В ближайшее десятилетие предстоит разработка масштабного проекта и стратегии развития, включая обновление парка тепловозов. Особенно остро должен встать вопрос о целесообразности проведения глубоких видов ремонта. И на это есть несколько причин:

– современные тенденции использования тепловозов в мировой практике диктуют новые условия (например, условия проведения гарантийного сервисного обслуживания заводом-изготовителем);

– проведение полноценных капитальных ремонтов возможно лишь в заводских или в максимально приближенных к заводским условиях.

Своевременное обновление тепловозного парка является гарантом транспортной безопасности на железной дороге. В свою очередь, применение средств диагностирования позволит увеличить запас по времени для принятия долгосрочных решений и обеспечить плавный переход от проверенных временем советских локомотивов к локомотивам сегодняшнего дня. ■

Введена в действие комбинированная котельная в Щучине мощностью 24 МВт

3 марта 2022 года в Щучине Гродненской области состоялась торжественная церемония открытия нового объекта теплоснабжения – комбинированной котельной на местных видах топлива и природном газе.

Участие в церемонии открытия приняли заместитель Председателя Гостандарта – директор Департамента по энергоэффективности Виталий Крецкий, заместитель председателя Гродненского областного исполнительного комитета Владимир Дешко, председатель Щучинского райисполкома Алексей Садовский, глава представительства в Республике Беларусь ООО «9-е строительное управление гидротехнических и гидроэлектрических сооружений» Ван Тянь (Китай-



ская Народная Республика), представлявший генерального подрядчика строительства, и другие почетные гости.

Реализация проекта производилась за счет кредитных средств Международного банка реконструкции и развития, предоставленных Гродненскому областному исполнительному комитету в рамках инвестиционного проекта «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» и Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы.

– Использование местных энергоресурсов является очень важным направлением по обеспечению энергетической независимости нашей страны, – отметил Виталий Крецкий. – За 2021 год мы заместили по всей республике импортируемого топлива на сумму более 36 миллионов долларов. За обозначенный период построили 14 энергоисточников, в том числе новую котельную в Щучине. Это позволит ежегодно снижать объем использования импортируемых энергоресурсов на 4 миллиона долларов.

Установленная мощность новой котельной – 24 МВт. Всего задействовано 4 котла тепловой мощностью по 6 МВт каждый. Два котла работают на местных видах топлива



и два – на природном газе. Котельная автоматизированная, обслуживать ее будут 17 работников. Для персонала предусмотрена операторская, мастерская, комната для приема пищи.

Реализация данного проекта позволит ежегодно замещать потребление импортируемого природного газа и увеличивать использование местных видов топлива примерно на 7,5 тыс. т у.т., эффективно потреблять энергоресурсы за счет применения энергоэффективного котельного оборудования, а также снизить себестоимость 1 Гкал отпускаемой тепловой энергии с 105,6 руб. до 75,2 руб. с учетом потерь в тепловых сетях. Простой срок окупаемости проекта составляет 6,6 года. ■

Шкловская «Жемчужинка» – полностью электрифицированный детский сад

В Могилевской области государственные учреждения образования являются примером разумного энергопотребления и базой по воспитанию навыков энергосбережения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов у подрастающего поколения. Энергосбережение и энергоэффективность в сфере образования имеют огромный потенциал – возможность массового распространения информации среди участников образовательного процесса. Наиболее качественно обучение проходит, когда присутствуют наглядные примеры.

Так, за 2021 год в целом по Могилевской области учреждениями образования получен экономический эффект от реализованных энергосберегающих мероприятий в размере 1246,3 т у.т.

Наиболее распространенными и популярными направлениями энергосбережения в отделах

образования Могилевской области являются:

- установка энергоэффективных осветительных устройств;
- внедрение автоматических систем управления освещением;
- замена оконных блоков и входных групп с установкой стеклопакетов;
- внедрение современного энергоэффективного оборудования пищеблоков.

Кроме того, в настоящее время одним из актуальных направлений повышения энергоэффективности является увеличение потребления электрической энергии с уменьшением потребления

первичного углеводородного топлива. Реализация таких мероприятий проводится в рамках интеграции БелАЭС в энергосистему с целью обеспечения выполнения межотраслевого комплекса мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.03.2016 №169 «Об утверждении комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции».

Так, в г. Шклове на ул. Молодежной готовится к открытию полностью электрифицированный детский сад «Жемчужинка», рассчитанный на 50 воспитанников в трех группах разного возраста.

Особенностью проекта является то, что и обогрев помещений во время отопительного сезона будет осуществляться благодаря устройству теплового пола и электроконвекторов. Ввод детского садика позволит увеличить долю электрической энергии в конечном потреблении энергоресурсов учреждений образования района с уменьшением потребления первичного углеводородного топлива. ■

Андрей Гиль,
заместитель начальника
производственно-технического
отдела Могилевского
областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭЭ



В Столбцовской котельной побывали школьники

В нынешнем учебном году развивается сотрудничество Засульской средней школы Столбцовского района Минской области со структурами Госстандарта.

В декабре 2021 года совместно с Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь был реализован информационно-образовательный проект «Беларусь – энергоэффективная страна».

25 февраля 2022 года в рамках взаимодействия с Минским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР группа учащихся 7–10 классов и педагогов школы посетила Столбцовскую котельную, работающую на местных видах топлива.

Экскурсию по объекту для ребят провели и.о. начальни-

ка отдела теплового хозяйства РУП «Столбцовский ОКС» Н.В. Григорович и начальник участка С.И. Телеш.

На дворовой территории Столбцовской котельной можно было увидеть процесс разгрузки топлива – фрезерного торфа. Его доставляют из ОАО «ТБЗ Неман» и ОАО «ТБЗ Ляховичский» в д. Колпеница. В отопительный период средний расход составляет порядка 100 тонн.

Еще большее впечатление произвело оборудование, которое находится внутри здания и имеет суммарную мощность 24 МВт. Оно включает в себя 5 котлов, 3 из которых являются твердотопливными, а еще 2 работают на природном газе. Каждый из них имеет свой шкаф управления, а общий свод данных по работе всего теплотехнического оборудования поступает на монитор, который установлен в комнате операторов. Ребятам было интересно узнать, что за работой такого огромного механизма следят всего 2 оператора, 1 слесарь и аппаратчик ХВО, который ежедневно проводит анализ воды. Все процессы на котельной максимально автоматизированы. Все оборудование здесь белорусского производства, а самый главный эффект от использова-



ния торфа в качестве топлива – экономия импортируемых углеводородов.

Ребятам рассказали, где можно получить профессию оператора котельной, а также о требованиях, предъявляемых к кандидатам.

Конечно, всех интересовал вопрос, влияет ли такая большая котельная на окружающую среду. Оказывается, для минимизации выбросов в атмосферу здесь установлена современная система очистки уходящих дымовых газов.

Во время посещения ребята также смогли увидеть, как проверяются данные на котлах с по-

мощью компьютерной панели, и понаблюдать за процессом сгорания торфа через специальное окошко.

Посещение Столбцовской котельной дало возможность учащимся увидеть уникальный объект энергетики своими глазами, посмотреть на профессию оператора котельной изнутри, понять, насколько важно применять компьютерные технологии для экономии энергоресурсов и защиты окружающей среды. ■

А.Э. Демидович-Бакленева,
учитель русского языка
и литературы, классный
руководитель 10 класса



Очередной шаг к экономии ТЭР в Оршанском государственном механико-экономическом колледже

Оршанский государственный механико-экономический колледж создает все условия для обучения и воспитания творческой личности высококвалифицированных, конкурентоспособных и востребованных на рынке труда специалистов.

Руководство колледжа не забывает и про экономию топливно-энергетических ресурсов на объектах учреждения.

Так, на основании проведенного в 2019 году специалистами Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР экспресс-энергоаудита было рекомендовано «внедрение радиаторных термостатов в помещениях колледжа», что и было реализовано в сентябре 2021 года. В здании учеб-



◆ Радиаторные термостаты

ного корпуса №1 на радиаторах отопления было установлено 456 термостатов.

Реализация данного мероприятия помогает избежать перегрева помещений в переходный и другие периоды года и обеспечить минимально необходимый уровень отопления. Радиаторные термостаты дают возможность экономить тепловую энергию,

обеспечивают гидравлическое равновесие системы. Благодаря этому вложенные средства окупаются многократно: увеличивается экономия тепловой энергии, улучшается микроклимат в помещениях.

Фактическая экономия ТЭР от внедрения данного мероприятия за 4 квартал 2021 года составила 3,3 т у.т.; ожидаемый годовой экономический эффект – около 11 т у.т., срок окупаемости – 3 года. Мероприятие было реализовано за счет средств республиканского и местного бюджетов и потребовало капиталовложений в размере 17850 рублей. ■

Д.А. Петровский, заведующий сектором инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Минск: время учиться беречь

Республиканский конкурс «Энергомарафон», организаторами которого выступает Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь и Министерство образования Республики Беларусь, уже не первый год собирает все больше неравнодушных и целеустремленных педагогов и учащихся как в областях, так и в столице.



◆ «Город солнца и ветра», Яроцкая Ярослава

В декабре 2021 – январе 2022 года в Минске прошел городской этап юбилейного XV республиканского конкурса «Энергомарафон». А 22 февраля в Минском городском дворце детей и молодежи состоялась церемония награждения победителей городского этапа конкурса.

Всего на отборочный этап в столице поступило 148 конкурсных работ. Все они говорят и свидетельствуют о том, что проводимые в Беларуси мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению направлены на воспитание у каждого гражданина чувства хозяина, на стимулирование экономии и бережливости. А начинать учиться экономить нужно с самого детства! Ведь бережное и экономное отношение к ресурсам нашей страны – залог ее процветания в будущем.

В номинацию «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов» было подано 119 работ, из них: в подноминацию «Видеоролик» – 27 работ, в подноминацию «Рисунок» – 35 работ, в подноминацию «Листовка» – 30 работ, в подноминацию «Плакат» – 27 работ.

В подноминации «Видеоролик» призерами стали:

1 место – «Время учиться беречь», Осоловский Виталий, Бондаренко Анна, УО «Минский государственный профессионально-технический колледж легкой промышленности и бытового обслуживания населения», Октябрьский район;



◆ «Сберегай», Лагун Максим

2 место – «Отпишитесь от лишних рассылок», Карпович Никита, Ленчевский Тимофей, УО «Минский государственный дворец детей и молодежи»;

3 место – «Бесценный дар», Гвоздик Ярослав, ГУО «Средняя школа №215 г. Минска», Московский район.

В подноминации «Рисунок» победили:

1 место – «Город солнца и ветра», Яроцкая Ярослава, УО «Минский государственный дворец детей и молодежи»;

2 место – «Сберегай», Лагун Максим, ГУО «Средняя школа №177 г. Минска», Первомайский район;

3 место – «Делай правильный выбор», Касинская Елизавета, ГУО «Гимназия №27 г. Минска», Фрунзенский район;

В подноминации «Листовка» лучшими признаны:

1 место – «Не засоряй водоемы!», Гайдук Никита, ГУО «Средняя школа №125 г. Минска», Фрунзенский район;

2 место – «Умное потребление», Зинкевич Алексей, ГУО «ЦДОДИМ «Ветразь», «Flash Animate», Октябрьский район;

3 место – «Чайный пакетик или листовой чай?», Зайцев Егор, УО «Минский государственный механико-технологический профессионально-технический колледж», Октябрьский район;

В подноминации «Плакат» жюри отметили:



◆ «Делай правильный выбор», Касинская Елизавета

1 место – «Берегите электроэнергию», Лаптев Константин, ГУО «Средняя школа №56 г. Минска», Фрунзенский район;

2 место – «Найди рыбку», Лапицкий Даниил, ГУО «Средняя школа №181 г. Минска», Московский район;

3 место – «Персональное солнце не вечно», Афанасенко Власта, ГУО «Средняя школа №152 г. Минска», Ленинский район.

В номинацию «Проект практических мероприятий по энергосбережению» было подано 19 работ.

Призерами стали:

1 место – «Умное освещение», Бурда Роман, ГУО «Гимназия №30 г. Минска имени героя Советского Союза Б.С. Окрестина», Советский район;

2 место – «Движение света», Поздняк Даниил, ГУО «Средняя школа №187 г. Минска», Советский район;

3 место – «Вирусу – стоп, экономии воды – да», Латушко Даниил, ГУО «Ордена Трудового Красного Знамени гимназия №50 г. Минска», Центральный район.

В номинацию «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов» было подано 10 работ.

Жюри отметило:

1 место – «Страшные истории, если не беречь», Алейник Ксения, Батурина Юлия, Лазарева Кристина, Манукян Анастасия, Павловский Марат, Флерко Анастасия, Шалокитская Ксения, Лещенко Кристина, Климович Мария, Илья Лапа, ГУО «Дворец детей и молодежи «Золак» г. Минска», Заводской район;

2 место – «Энергосбережение – действие и мораль», Шатило Анна, Никитенок Анна, Воронкова Марьяна, Писарчик Евгений, Пешко Роман, Омельянович Елизавета,

Сысой Яна, Линевиц Маргарита, Головня Роман, Яковлев Михаил, ГУО «Гимназия №30 г. Минска имени героя Советского Союза Б.С. Окрестина», Советский район;

3 место – «Заменяй и сберегай», Тукальская Нелли, Смузенок Керим, Рахман Даниил, Бутевич Мария, Шумская Дарья, Вережка Арсений, Сидоряко Арьян, Назарова Вероника, Степанюк Маргарита, ГУО «Центр дополнительного образования детей и молодежи «Виктория» г. Минска», Партизанский район.

Минское городское управление по надзору за рациональным использова-

нием топливно-энергетических ресурсов поздравляет победителей городского этапа XV республиканского конкурса «Энергомарафон» и желает им новых побед и свершений на пути энергосбережения! ■

Н.А. Ерчинская, старший инспектор
отделения делопроизводства и отчетности,
Д.Н. Крутов, зам. начальника Минского
городского управления по надзору за
рациональным использованием ТЭР –
начальник производственно-
технического отдела

В Минской области также определены «чемпионы по энергосбережению»

На минский областной этап XV республиканского конкурса «Энергомарафон» поступило 167 конкурсных работ:

в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению» – 25 работ, в номинации «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов» – 16 работ, в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов» – 113 работ, из них:

в подноминации «Видеоролик» – 28 работ, в подноминации «Листовка» – 26 работ, в подноминации «Плакат» – 31 работа, в подноминации «Рисунок» – 28 работ;

в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» – 13 работ.

Наибольшую активность в конкурсе проявили учреждения образования Борисовского, Воложинского, Дзержинского, Жодинского, Клецкого, Копыльского, Крупского, Логойского, Любанского, Молодечненского, Мядельского, Несвижского, Слуцкого, Солигорского, Смолевичского, Стародорожского, Столбцовского и Червенского районов.

Основной особенностью проведения областного этапа республиканского конкурса «Энергомарафон» стал переход в электронный формат подачи материалов и онлайн-защита работ в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению», что позволило привлечь к участию все регионы Минской области.

В номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению» в этом году ребята активно иссле-



довали и применяли современные технологии (создание светильника на основе адресной RGB-светодиодной ленты с различными режимами потребления электроэнергии под управлением Arduino), создавали наглядные тематические пособия (история-раскраска о девочке Мойсе «Моя сестричка – хорошая привычка»).

В номинации «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов» стоит отметить активную вовлеченность учреждений дошкольного образования в создание творческих сюжетов, с широким охватом младшей возрастной категории (авторская сказка «Семеро козлят на новый энергосберегающий лад»).

В номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов»

наиболее ярко смотрелись видеоролики учреждений профессионально-технического и среднего специального образования, сюжеты которых в форме социальной рекламы рассказывали о злободневных проблемах, связанных с пропагандой энергосбережения.

15 декабря на базе ГУО «Минский областной институт развития образования» прошла онлайн-защита 10 лучших работ областного этапа XV республиканского конкурса «Энергомарафон» в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению». Победителями стали Алесь Шейко и Анастасия Гуринович, обучающиеся в УО «Копыльский государственный колледж».

На заключительный этап XV республиканского конкурса «Энергомарафон» от Минской области направлены 7 работ (по одной в каждой номинации и подноминации). ■



О.В. Губаревич,
вед. инженер СЗАО «Филтер»



КОМПАКТНЫЕ ПАРОГЕНЕРАТОРЫ МОДУЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

STEAM MASTER

«Производить пар – просто.

Производить пар максимально эффективно – работа Clayton».



◆ Рис. 1.

Компания FILTER является инжиниринговым концерном, предприятия которого успешно работают не только в Беларуси, но и в Прибалтике, России, Болгарии, Польше. FILTER является авторизованным представителем на территории Республики Беларусь ведущих мировых производителей энергоэффективного оборудования: газовых двигателей INNIO Jenbacher (Австрия), водоподготовительного оборудования Silhorko-Eurowater A/S (Дания), парогенерирующего оборудования Clayton (Бельгия), котельного оборудования Danstoker, абсорбционных тепловых насосов и холодильных машин, оборудования для ох-

лаждения воды, пароконденсатных систем Spirax Sarco (Великобритания), тепловых насосов и горелочных устройств Oilon (Финляндия), систем для анализа водных сред Nach (Германия).

В этой статье мы бы хотели рассказать о серийном выпуске компактных парогенераторов производительностью до 2 тонн пара в час производства Clayton (Бельгия) (рис. 1).

Clayton Steam Systems является мировым лидером в разработке и производстве высокоэффективных парогенераторов быстрого старта.

Благодаря усилиям всей команды инженеров, был произведен компактный парогенератор с принудительной циркуляцией,

Начиная с даты своего основания 20 октября 1930 года, компания Clayton Industries сразу завоевала мировую известность как лидер по производству и разработке инновационного оборудования генерации пара для технологических процессов (парогенераторы и котлы-утилизаторы тепла отходящих газов). Уникальная система противотока дымовых газов и управляемой циркуляции котловой воды обеспечивает подавляющее технологическое преимущество оборудования Clayton по сравнению с традиционными паровыми котлами. Соединение данной технологии с новейшими достижениями в области систем автоматического управления делают продукцию Clayton высококонкурентной на современных рынках энергоэффективного энергетического оборудования.

В компании Clayton есть четкое понимание, что движущая сила экономики развитых и развивающихся стран заключается в новых идеях и технологиях. Предоставляя своим заказчикам надежные высокоэффективные и компактные системы генерации пара, Clayton Industries уверенно поддерживает их ведущие позиции в условиях технологической революции XXI века и в дальнейшей перспективе.

позволяющий получать пар уже через 5 минут после запуска из холодного состояния.

Это одно из самых интересных изобретений в отрасли с момента появления парового котла. Инновационная конструкция парогенератора исключает необходимость использования большого объема воды и гарантирует исключительную безопасность – за всю историю не было ни одного взрыва парогенератора Clayton.

Блочная горелка специальной конструкции обеспечивает максимальную передачу тепла. Вихревой факел формируется в камере сгорания таким образом, чтобы не иметь контакта с трубами змеевика, а дутьевой вентилятор постоянно поддерживает воздушный поток (рис. 2).

Специальное исполнение горелки обеспечивает в дымовых газах отсутствие CO и уровень NOx ниже 30 ppm.

Стенки камеры сгорания образованы кольцами монотрубного змеевика, который выполняет функцию охлаждения камеры, сводит к минимуму потери на тепловое излучение и обеспечивает безопасные и комфортные условия труда.

Изменение производительности горелки может быть как ступенчатым, так и бесступенчатым.

Горелка работает на газообразном и жидком видах топлива, также поставляются комбинированные горелки.

Новая серия парогенераторов – Clayton Steam Master (CSM) – это новые прямоточные водотрубные котлы/парогенераторы компании Clayton, которые разработаны для простого и эффективного производства и обеспечивают производительность до 2 тонн пара в час рабочим давлением 16–25 бар.

Это пакетное решение, состоящее из парогенератора базо-

вой комплектации и 6 возможных пакетов дополнительных опций. В базовую комплектацию входит газовая модулируемая горелка или дизельная двухступенчатая горелка, панель управления с сенсорным экраном, питательный насос высокого давления Clayton. Сохранены все стандартные преимущества Clayton: легкая и безопасная эксплуатация, высокая эффективность, быстрый запуск, компактность, безопасность. Добавлен новый современный корпус, облегчающий обслуживание. Для запуска Clayton Steam Master требуется всего несколько простых действий и отсутствие обслуживающего персонала.

Стандартная комплектация может быть дополнена опциями (рис. 3):

1. Опция экономии топлива: встроенный экономайзер повышает КПД котла, сокращает расход газа.

2. Опция качества пара: включает встроенный сепаратор, конденсатоотводчик и автоматический клапан продувки. Повышает сухость пара до 99%.

3. Опция удаленной связи: передает сообщения о состоянии парогенератора на мобильное устройство (компьютер или телефон).

Характеристики	Преимущества продукта
Малый водяной объем	Безопасность
Принудительная циркуляция без контроля уровня воды	Безопасность, простота
Закрытый насос Клейтона	Надежность, низкие эксплуатационные расходы
Модульная концепция	Простота установки
Сепаратор пара	Сухой пар
Полностью модулирующая горелка	Гибкость в использовании
Управление ПЛК	Надежность
Сенсорный экран	Простота в использовании
Все клапаны спереди	Простота в использовании
Высокая эффективность	Низкие эксплуатационные расходы
Короткое время запуска	Низкие эксплуатационные расходы, гибкость

4. Комплект водоподготовки: смонтирован на одной раме, в состав входят горизонтальный деаэратор, баки химических реагентов, продувка, двойное умягчение и пробоотборник. Монтируется рядом с парогенератором, для соединения предусмотрен гибкий шланг.

5. Опция для работы без оператора: позволяет парогенератору работать полностью в автономном режиме в течение 1 недели. Обязателен контроль воды на проводимость и жесткость, который установлен на комплекте водоподготовки.

6. Автоматический запуск/остановка: включает в себя регулятор давления «до себя». Работает только при наличии опции качества пара.

Полный модельный ряд парогенераторов CSM выглядит так:

CSM-15: 147 кВт – 235 кг/ч – предохранительный клапан до 10 бар, МОР¹ = 7 бар.



◆ Рис. 3.

CSM-30: 294 кВт – 470 кг/ч – предохранительный клапан до 20 бар, МОР = 16 бар.

CSM-45: 441 кВт – 703 кг/ч – предохранительный клапан до 20 бар, МОР = 16 бар.

CSM-75: 736 кВт – 1175 кг/ч – предохранительный клапан до 31 бар, МОР = 25 бар.

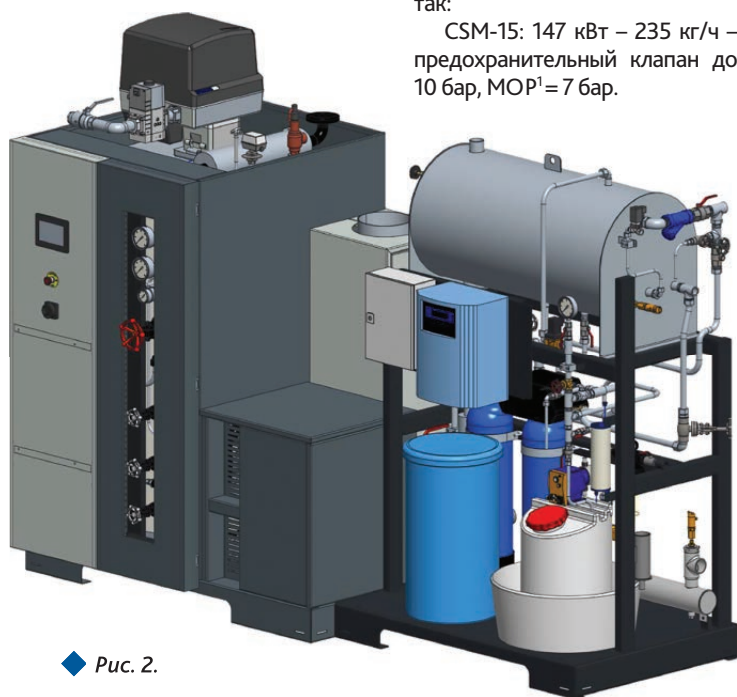
CSM-100: 981 кВт – 1565 кг/ч – предохранительный клапан до 31 бар, МОР = 25 бар.

CSM-125: 1226 кВт – 1956 кг/ч – предохранительный клапан до 31 бар, МОР = 25 бар.

Для всего модельного ряда парогенераторов предусмотрены также комплектные установки водоподготовки (Eurowater), подбираемые под требуемую производительность и в соот-

ветствии с качеством исходной воды.

Итоговые особенности установки Clayton Steam Master до 2 т/ч: CSM – 15/30/45/75/100/125 (см. табл.). ■



◆ Рис. 2.

¹ МОР – максимальное рабочее давление.

ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА | **FILTER**
ЭНЕРГИЯ ВОДА РЕШЕНИЯ

Компания «Филтер»,
Минский район,
пересечение Логойского
тракта и МКАД,
административное
здание «Аквабел»,
офис 501, 502
Тел.: +375 17 357-93-63
Факс: +375 17 357-93-64
Моб.: +375 29 677-08-56
www.filter.by
e-mail: filter@filter.by

О РАБОТЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ И ТЭЦ НА ЗАГРЯЗНЕННОМ РАДИОНУКЛИДАМИ БИОТОПЛИВЕ, ТОРФЕ И СМЕСЯХ В ГОМЕЛЬСКОЙ И МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

УДК 62-6; 620.9; 502.174.3

Аннотация

Представлены результаты исследований научным учреждением ОИЭЯИ-Сосны радиационных и энерготехнологических показателей использования в Беларуси, в том числе на загрязненных радионуклидами территориях древесного топлива, торфа, лигнина на всех крупных объектах теплоэнергетики. Показана эффективность использования местных видов топлива при генерации тепловой энергии для локальных потребителей.

Annotation

The results of research by the scientific institution JIPNR-Sosny of radiation and energy technology indicators of use in Belarus, including in areas contaminated with radionuclides, of wood fuel, peat, lignin at all large of thermal power facilities are presented. The efficiency of using local types of fuel for generating thermal energy for local consumers is shown.

Введение

Доля местных топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР) (биотопливо – дрова, топливная щепка, древесные отходы на топливо) и местных видов топлива (торф, торфобрикеты, лигнин) и их смесей (далее – МВТ) в валовом потреблении ТЭР в Беларуси к 2021 г. достигла 16,5% и увеличилась на 2,3% к уровню 2015 года [1, 2]. При генерации тепловой энергии крупными потребителями МВТ являются ТЭЦ и мини-ТЭЦ ГПО «Белэнерго», котельные концерна «Беллесбумпром», районные котельные установки системы ЖКХ и других организаций (таблица 1) с высокой долей в балансе ТЭР природного газа.

Из 3,8 тыс. котельных ЖКХ более 2,7 тыс. переведены на местные виды топлива, где ~41% всей тепловой энергии производится с помощью МВТ (биотоплива и торфа). В 2021 г. планируется более 50% тепловой энергии в системе ЖКХ производить за счет местных видов топлива, основную долю в которых составляет биотопливо [3].

При оценке эффективности генерации тепловой энергии на МВТ с относительной дешевой добычи и поставки топлива на объекты учитываются дополнительные капитальные затраты на оборудование, эксплуатацию объектов, а также экологические составляющие затрат. Сжигание МВТ на котельных установках сопровождается образованием твердых зольных отходов (подовая зола, зола уноса, фильтрационная зола), которые определены природоохранными

Таблица 1. Топливный баланс на объектах генерации тепловой энергии в котельных и электростанциях и тепла на ТЭЦ в Республике Беларусь в 2019 году, тыс. т у.т. [2]

Наименование	ПГ*	Торф, ТБ	Дрова, щепка	ТЭР	МВТ	Доля МВТ, %
ТЭЦ общего пользования	8 087	15	117	8 219	132	1,6
ТЭЦ, мини-ТЭЦ и другие установки для комбинированного производства тепловой и электрической энергии организаций	1 777	21	303	2 101	324	15,4
Районные котельные общего пользования	1 387	36	609	2 032	645	31,7
Котельные установки организаций	1 215	58	334	1 607	392	24,4
Всего	12 466	130	1 363	13 959	1 493	10,7

Примечание: * ПГ – природный газ, ТБ – торфобрикет, ТЭР – все топливно-энергетические ресурсы объектов, МВТ – биотопливо, торф, торфобрикет, биогаз, лигнин.

регламентами как опасные, с требованием соответствующего обращения при сборе, хранении, транспортировке и захоронении. Выброс в атмосферу загрязняющих веществ (твердых частиц, опасных газов) также происходит с дымовыми газами, эти выбросы ограничены и контролируются.

Часть ресурсов МВТ на загрязненных территориях Беларуси, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, используется при наличии в топливе ограниченного и контролируемого содержания радиоактивных элементов, в основном, радиоактивного цезия ¹³²Cs, концентрация которого многократно возрастает в золе при сжигании. На объектах, использующих загрязненные МВТ, воз-

можны риски радиационного воздействия загрязненного оборудования и зольных отходов на работников котельных, население и на окружающую среду свыше допустимых уровней.

Сотрудники научного учреждения «ОИЭЯИ-Сосны» в последние годы провели цикл исследований радиационных характеристик котельных установок различного дизайна и мощности, используемых на ТЭЦ и мини-ТЭЦ ГПО «Белэнерго» [4], НПО «Беллесбумпром», отопительных котельных ЖКХ при работе на МВТ, в том числе на загрязненных радионуклидами. В настоящей работе обобщены результаты расчетно-экспериментальных работ с оцен-

кой масштаб использования в последние годы (период 2017–2020 гг.) МВТ на объектах генерации тепловой и электрической энергии (отопительные котельные, котельные ТЭЦ и мини-ТЭЦ), в том числе в Гомельской и Могилевской областях, наиболее пострадавших от аварии на ЧАЭС. Изучены характеристики загрязненных радионуклидами зольных отходов и показано влияние их образования на экологические и экономические характеристики объектов генерации электроэнергии и тепла на МВТ.

Исследование массовых и радиационных показателей потоков золы отопительных котельных на топливной щепе и древесных отходах, на местных видах топлива

На районных котельных и котельных установках организаций в 2019 г. использовали 1037 тыс. т у.т. местных видов топлива; доля МВТ в топливном балансе отрасли превысила 29%. Большую часть МВТ составляет биотопливо (дрова, щепа) – 943 тыс. т у.т., торф и торфобрикеты – 94 тыс. т у.т., или ~ 10% (таблица 1). Сжигание такого количества МВТ сопровождается многотонным потоком зольных отходов. Для отопительных котельных ЖКХ статистические данные об образовании зольных отходов не публикуются, поэтому в данной работе проведена оценка образования золы на котельных на основании аналогии с котельными ТЭЦ на МВТ. Использованы также результаты собственных измерений содержания ¹³²Cs, зольности сжигаемого топлива (дров, щепы, древесных отходов) и содержания «горючих» в отобранных пробах золы (углерод как механический недожог) на 10 котельных ЖКХ Гомельской и Могилевской области.

На ТЭЦ и мини-ТЭЦ ГПО «Белэнерго» по данным 2017 г. было использовано 412 тыс. 708 т топливной щепы, торфа, лигнина и торфобрикета (или 127 тыс. 833 т у.т.), на которых образовалось 14 тыс. 837 т зольных отходов – рис. 1.

Загрязненность МВТ радионуклидами по ведомственным данным незначительна и находится в пределах содержания ¹³⁷Cs от 0 до 54,2±10,84 Бк/кг в щепе топливной и в торфе – до 15 Бк/кг. Результаты исследований ОИЭЯИ-Сосны радиационных показателей сжигаемого топлива и зольных отходов на ряде ТЭЦ показали более сильное загрязнение и топлива, и зольных отходов (до отходов уровня РАО). Оценены затраты, связанные с обращением с зольными отходами (сбор, вывоз, хранение, захоронение, экологические налоги), определено, что их доля в стоимости продукции незначительная и находится в диапазоне 0,02%–1,5%, за исключением Бобруйской ТЭЦ-1, где данные затраты значительны из-за сжигания лигнина и составляют 7,2%.

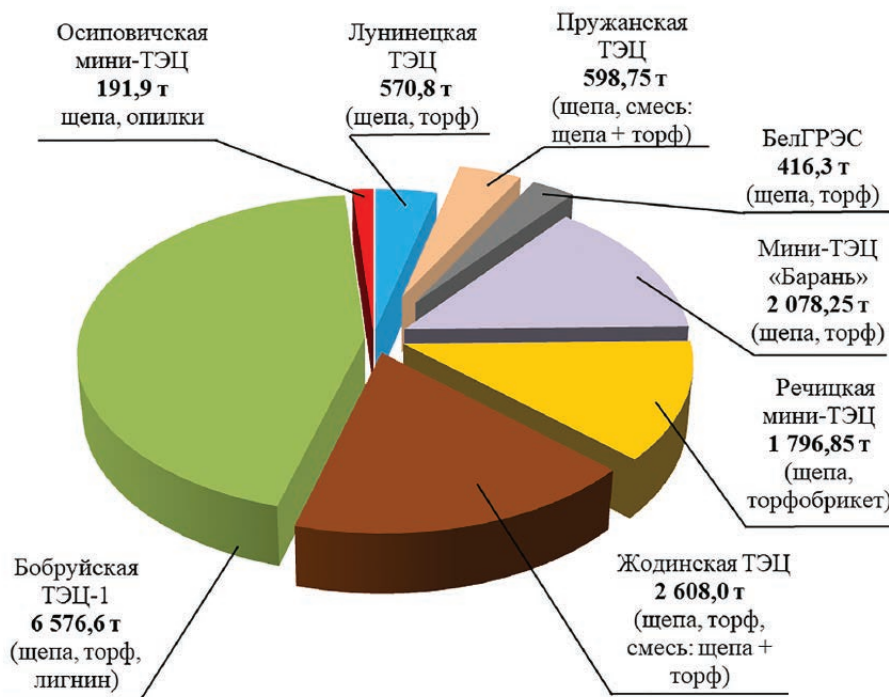


Рис. 1. Годовые потоки зольных отходов при сжигании МВТ на ТЭЦ и мини-ТЭЦ ГПО «Белэнерго» по данным за 2017 г.

Оценка потока зольных отходов при сжигании МВТ дает существенную неопределенность в годовом потоке золы при использовании нормативного содержания золы в древесном топливе: для древесины – 1,5 мас. % (ТУ ВУ 100725266.010-2010); для топливной щепы – 3 мас. % (ТУ ВУ 100145188.003-209) и в торфе (торфобрикете) с широким диапазоном зольности. В работе использован расчет вероятного потока золы на основании реальных данных сжигания смесового топлива с близкими характеристиками на объекте теплоэнергетики. На Пружанской ТЭЦ в 2017 г. было сожжено 39980 т смеси щепы +10% торфа, или 2 405,5 т у.т. с выходом 598,75 т зольных отходов. Оценка зольности физического топлива дает значение $Z_t = 1,5\%$, условного топлива – $Z_u = 4,8\%$. Используя полученные значения Z_u , получим вероятный поток золы M_z от теплогенерирующих котельных на МВТ районных котельных ТЭЦ и мини-ТЭЦ на МВТ в 2019 г.:

$$M_z = B_{mf} \cdot Z_u = 1035 \cdot 10^3 \cdot 4,8 \cdot 10^{-2} = 49\,680 \approx 50 \text{ тыс. т в год.}$$

Доля вероятного потока зольных отходов от сжигания МВТ на объектах теплоэнергетики незначительна и составляет ~0,08% от годовых отходов всех отраслей народного хозяйства Беларуси и ~1,1% от суммы отхо-

дов по двум статьям – «Образование твердых коммунальных отходов» и «Снабжение электричеством, газом, паром и кондиционированным воздухом». Во многом незначительный вклад данного энергетического направления в образование отходов связан с низкой зольностью сжигаемых МВТ, особенно древесного топлива, которое также является возобновляемым энергоресурсом.

Средняя и малая мощность отопительных котельных, незначительная сосредоточенность объектов не создают заметного экологического воздействия на окружающую среду при сжигании древесного топлива и смесовых композиций. Использование древесного топлива с замещением угля или природного газа позволяет снижать выбросы парниковых газов, а внедрение передовых технологий возврата зольных отходов в леса и вырубку, отсыпки полигонов отходов ЖКХ и использованных торфяных залежей позволит минимизировать негативное влияние данного вида отходов.

При сжигании древесных отходов на котельных, расположенных на загрязненных радионуклидами территориях Гомельской и Могилевской областей, может происходить концентрирование радионуклида ¹³⁷Cs в зольных отходах вплоть до опасного уровня радиоактивных отходов. Обращение с загрязненной радионуклидами золой на ▶

При сжигании древесных отходов на котельных, расположенных на загрязненных радионуклидами территориях Гомельской и Могилевской областей, может происходить концентрирование радионуклида ¹³⁷Cs в зольных отходах вплоть до опасного уровня радиоактивных отходов.

отопительных котельных должно сопровождаться оценкой воздействия зольных отходов не только по химическим и токсикологическим критериям («умеренно опасные»), но и по радиационным характеристикам – в качестве воздействия топочного оборудования, зольников, контейнеров с золой как потенциальных источников ионизирующего излучения на работников котельных, население и окружающую среду.

Оценка радиационных показателей была проведена по результатам исследований ОИЭЯИ-Сосны в 2016–2020 гг. теплогенерирующих объектов на МВТ: 7 ТЭЦ ГПО «Белэнерго», в том числе в Гомельской и Могилевской области, 2 ТЭЦ, 4 котельных НПО «Беллесбумпром» и 6 котельных ЖКХ [5]. Проведено 37 экспедиций; исследованы котельные с разнообразным топочным оборудованием сжигания МВТ и газоочистки, в том числе:

– Речицкая ТЭЦ (два котла ВОЕ ТОЕ) – сжигание древесной щепы или торфобрикета в слое на переталкивающей колосниковой решетке, многоступенчатая система газоочистки с финишным электрофильтром; в опытах подтверждена высокая степень концентрирования ¹³⁷Cs в фильтрационных зольных отходах вплоть до опасного уровня РАО (от 15*10³ до 25*10³ Бк/кг) при сжигании топливной щепы с низкой активностью (от 22±5 до 70±17 Бк/кг) и приемлемыми показателями при сжигании торфобрикета Житковичского ТБЗ. Проведены длительные испытания сжигания топливной щепы в смеси с 15% дробленого торфобрикета, показано последовательное снижение загрязнения фильтрационной золы до 8*10³ ниже уровня.

– Осиповичская мини-ТЭЦ – сжигание щепы (таблица 2) в слое с шурующей планкой, система газоочистки с циклоном, с низкой концентрацией активности в золе подовой и уноса из-за повышенного содержания горючих в зольных отходах.

Всего на Речицкой мини-ТЭЦ, Бобруйской ТЭЦ-1 и Осиповичской мини-ТЭЦ в 2017 г. было использовано 154,03 тыс. т МВТ (51724 т у.т.), образовалось 8565,35 т золы. Приведенная зольность для сжигаемого топлива Z_т = 5,6%, для условного топлива – Z_у = 16,6%. Значительное количество зольных отходов и высокая зольность приведенного топлива связаны с использованием в данном регионе топливной смеси щепы с торфом и лигнином на Бобруйской ТЭЦ-1. Для Осиповичской ТЭЦ, сжигающей щепу и опилки с низкой зольностью, получены значения Z_т = 0,55 и Z_у = 1,7%.

На объектах концерна «Беллесбумпром» исследования проведены на: котельной Светлогорского ЦКК с котлом Wellons паропро-

Таблица 2. Основные эксплуатационные характеристики ТЭЦ на МВТ РУП «Гомельэнерго» и РУП «Могилевэнерго» в 2017 г.

Энергоисточник	Мощность, МВт	Используемое топливо	Годовой объем сжигаемых МВТ		Годовые потоки зольных отходов, т/год
			т/год	т у.т./год	
Речицкая мини-ТЭЦ	4,228	Торфобрикет; щепа топливная	26211,0	12548,0	1796,85
Бобруйская ТЭЦ-1	3,0	Лигнин; торф; щепа топливная	93087,0	27586,0	6576,60
Осиповичская мини-ТЭЦ	1,2	Щепа топливная; опилки	34737,0	11590,0	191,90

изводительностью 25 т пара в час с технологией циклонного сжигания древесных отходов производства, многоступенчатой системой газоочистки с финишным электрофильтром; котельной Ельской мебельной фабрики (котел марки СН-200 теплопроизводительностью 2000 кВт); котельной ДОК «Мозырьдрев» (котлы СН-150 теплопроизводительностью 1500 кВт); котельной РУП «Завод газетной бумаги» (котел №1 марки СН-200), где котлы оборудованы топками слоевого сжигания.

На котельной Светлогорского ЦКК (котел Wellons) наблюдается процесс высокой концентрации ¹³⁷Cs в фильтрационных зольных отходах (104±2*10³) Бк/кг вплоть до опасного уровня радиоактивных отходов при низком загрязнении сжигаемого топлива (43±11) Бк/кг из-за низкой зольности сжигаемых древесных отходов и электрофильтра как второй ступени очистки газов.

Результаты опытов на котельных концерна «Беллесбумпром», сжигающих отходы деревообработки (опилки, отходы мебельного производства) с содержанием ¹³⁷Cs существенно ниже нормативных уровней (от 23±6 до 94±22 Бк/кг), показали высокую концентрацию активности в зольных отходах с коэффициентами концентрации K_{сз} > 100 и вероятностью образования зольных отходов уровня РАО (>10 Бк/г).

Высокий коэффициент концентрации активности в золе в основном связан с низкой зольностью сжигаемого топлива, а также с отработкой топочных режимов котельных установок, что снизило механический недожог и долю углерода в золе.

Для снижения вероятности образования зольных отходов уровня РАО на котельных концерна «Беллесбумпром» рекомендована технология создания и сжигания смесевых топливных композиций на основе древесно-корьевых отходов с повышенным (регулируемым) содержанием зольности.

Отметим, что объекты с многоступенчатой системой газоочистки и финишным электрофильтром обеспечивают высокую

степень очистки дымовых газов и низкий уровень эмиссии ¹³⁷Cs в окружающую среду. Так, на Речицкой ТЭЦ проведены исследования эмиссии ¹³⁷Cs с дымовыми газами котлов ВОЕ ТОЕ при сжигании древесной щепы и торфобрикета с отбором проб твердых частиц из дымовых газов после электрофильтра и измерениями активности ¹³⁷Cs в пробах. Объемная удельная активность ¹³⁷Cs в дымовых газах находилась в диапазоне 0,5–2,4 Бк/м³, при этом значение 2,4 Бк/м³ получено при работе котла на торфобрикете. Выполнены расчеты приповерхностной концентрации твердых частиц котельных установок и оценка радиационного воздействия эмиссии ¹³⁷Cs с дымовыми газами котлов ВОЕ ТОЕ на работников ТЭЦ и население по ингаляционному пути. Получено, что при расчете с использованием консервативного сценария годовые эффективные дозы работников ТЭЦ и населения по ингаляционному пути воздействия ниже минимально значимого уровня 10 мкЗв.

В 2019–2020 гг. проведены исследования радиационных характеристик 6 теплогенерирующих котельных системы ЖКХ в д. Заречье, д. Дуяновка, а/г Холмеч, г.п. Комарин Гомельской области; г. Быхов и г. Чаусы Могилевской области, сжигающих древесное топливо (дрова, щепа топливная). Опыты проведены по согласованию с руководством структур ЖКХ в период отопительных нагрузок на котельных с различными технологиями сжигания и типами оборудования. В полевых исследованиях фиксировались текущие показатели работы 10 котельных агрегатов с реальными топливными потоками, нагрузками и топочными режимами, проводился отбор проб топлива и зольных отходов с измерением характеристик проб топлива и зол, содержания ¹³⁷Cs в аккредитованной лаборатории.

На основании полученных в ГО «ЖКХ Могилевской области» данных, на отопительных котельных отрасли за 2018 г. в регионе было использовано дровяных отходов 4305 т, дров – 285522 т, щепы – 199873 т (итого – 489700 т древесного сырья). Общая информация по потокам золы (ее количество, способ и место захоронения, утилизация или вторичное использование) в областное управление не поступает.

В данной работе экспериментально были определены осредненные значения доли

Отметим, что объекты с многоступенчатой системой газоочистки и финишным электрофильтром обеспечивают высокую степень очистки дымовых газов и низкий уровень эмиссии ¹³⁷Cs в окружающую среду.

зольных отходов сжигаемого топлива для всех исследованных котельных Z_m как сумма зольности топлива, определяемая по ГОСТ, и доли горючих, получаемой при прокалке проб золы. Осредненное значение зольности Z_m для 10 котельных установок с учетом содержания горючих в золе составляет для биотоплива (дров и щепы) $Z_m \approx (1,2 \pm 0,4) \%$. При этих показателях вероятное количество образованной золы M_z от сжигания всех видов древесного топлива V_{fu} в отопительных котельных ЖКХ Могилевской области в 2018 г. составит:

$$M_z = V_{fu} \cdot Z_t = 489,7 \cdot 10^3 \cdot (1,2 \pm 0,9) \cdot 10^{-2} \approx (5792 \pm 1958) \text{ т.}$$

Вероятное значение годового потока зольных отходов от отопительных котельных ЖКХ Могилевской области на МВТ, полученное по результатам измерения для 6 объектов ЖКХ зольности и содержания «горючих» в золе топлива, следует рассматривать как оценочное.

Измерения удельной активности ^{137}Cs в пробах топлива и золы на 9 котельных показали уровни, не превышающие загрязнение свыше 76 Бк/кг (среднее для всех объектов $A_f = 41,6$ Бк/кг), в зольных отходах – 6700±1600 Бк/кг (среднее значение $A_z = 2640$ Бк/кг). Средний коэффициент концентрирования цезия в золе для 9 объектов как отношение $K = A_z/A_f$ составил 63,5. На одном объекте (г.п. Комарин) удельная активность ^{137}Cs в пробах топлива составила 210 Бк/кг и зольных отходов – 15000±3000 Бк/кг, что соответствует уровню РАО согласно действующим нормативам.

Как правило, зольные отходы собираются на местах (в контейнерах или золоотвалах на территории котельных), а затем по мере накопления вывозятся вместе с остальными твердыми бытовыми отходами на соответствующие полигоны. По информации, полученной в районных управлениях ЖКХ, иногда возможен вывоз золы местным лесхозом для собственных нужд, в некоторых случаях золу берет местное население для приусадебных участков.

Зола при сжигании загрязненного биотоплива на 5 исследованных котельных ЖКХ Гомельской и Могилевской областей, кроме зольных отходов котельной в г. п. Комарин, не относится к радиоактивным отходам.

Технико-экономические оценки эксплуатации ТЭЦ на МВТ

На основании данных, представленных объектами хозяйствования, был проведен анализ технических и экономических показателей эксплуатации в 2017 г. 8 ТЭЦ на МВТ.

Среднегодовой удельный расход топлива по всем объектам на выработку электроэнергии составил 191,62 г у.т./кВт·ч, тепловой энергии – 177,41 кг у.т./Гкал, что близко к осредненным показателям отрасли. Так, удельный расход топлива на выработку элек-

троэнергии по ГПО «Белэнерго» составил 232,1 г у.т./кВт·ч, на отпуск тепловой энергии – 166,63 кг у.т./Гкал.

Расчеты для ТЭЦ, представивших себестоимость генерации тепловой и электрической энергии в 2017 г., показали снижение затрат и конкурентные показатели данной технологии и оборудования. Так, средняя себестоимость генерации электроэнергии на ТЭЦ с МВТ ГПО «Белэнерго» составляет ~10,4 коп./кВт·ч (5,39 цента USD/кВт·ч), тепловой ~86,8 руб./Гкал (44,9 USD/Гкал), что согласуется со среднеотраслевыми показателями на генерацию и передачу энергии потребителю (6,83 цента USD/кВт·ч). Приемлемые результаты получены при более широком использовании топливной щепы, цена которой для данных объектов составила в среднем 124 руб./т у.т., или 55 USD/т у.т., что более чем в 2 раза ниже, чем стоимость 1 т у.т. природного газа. Показаны низкие затраты на обращение с золой (кроме затрат для Бобруйской ТЭЦ-1, где они составили 7,2% затрат) и на выплату экологических налогов.

Выводы

1. Проведенные исследования показали приемлемые радиационные характеристики исследованных котельных системы ЖКХ Гомельской и Могилевской областей при сжигании древесного топлива: по уровню загрязнения щепы и дров – до 76 Бк/кг по ^{137}Cs (кроме единичного случая сжигания дров с активностью 210 Бк/кг; по уровню загрязнения радионуклидами зольных отходов на 9 котельных установках – до 6700 Бк/кг по ^{137}Cs с единичной пробой золы уровня РАО; по годовым дозам внешнего и ингаляционного облучения работников на рабочих местах в котельной и вблизи контейнеров с загрязненной радионуклидами золой (консервативно – свыше ~0,12 мЗв в год). Данные дозы ниже предела доз работников как населения и ниже предела доз 5 мЗв в год для работников организаций, осуществляющих хозяйственную деятельность на загрязненных радионуклидами территориях.

2. Для котельных концерн «Беллесбумпром», сжигающих древесные отходы собственного производства с низкой зольностью и влажностью, зафиксированы высокие коэффициенты концентрирования ^{137}Cs в подовой золе и в золе электрофильтра Светлогорского ЦКК. Для снижения риска образования золы выше уровня РАО может быть рекомендовано сжигание смесевых топлив (щепы – опилки – кородревесные отходы).

3. Показана эффективность использования МВТ при совместной генерации электроэнергии и тепла на ТЭЦ за счет более низкой стоимости древесной щепы, незначительных затрат на обращение с зольным за счет низкой стоимости основного сжигаемого топлива (древесной щепы), которая более чем в 2 раза ниже стоимости природного газа как

базового топливного ресурса отрасли, незначительных затрат на обращение с зольными отходами и на выплату экологических налогов. Получены эффективные финансово-экономические показатели производства энергии для ТЭЦ на МВТ. Так, осредненные данные для трех ТЭЦ, представивших такие данные, показали затраты на генерацию электроэнергии в 5,4 цента USD/кВт·ч, тепловой энергии – в 44,9 USD/Гкал, что согласуется со среднеотраслевыми показателями отрасли на генерацию и передачу энергии потребителю (6,83 цента USD/кВт·ч), включая обращение с отходами и экологические налоги.

4. Для ТЭЦ современного дизайна на МВТ с многоступенчатой эффективной системой сжигания и газоочистки может быть рекомендована конструкция топочного устройства для сжигания широкого спектра смесового вида топлива «топливная щепы – торф-торфобрикет». Для торфяной промышленности также может быть рекомендована отработка технологии изготовления и поставки на объекты теплоэнергетики торфогранул с размерами и стоимостью, которые обеспечат эффективное использование гранул в смеси с топливной щепой, исключив существующий дополнительный передел крупных торфобрикетов дроблением.

Литература

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.02.2021 №103.
2. Топливо-энергетический баланс Республики Беларусь за 2019 г. [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 18.08.2021.
3. Департамент по энергоэффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://energoeffekt.gov.by./news/news_2019/20191112_news2. – Дата доступа: 12.11.2019.
4. Соловьев В.Н. Радиоэкологические аспекты сжигания древесного топлива на крупных энергетических установках Беларуси / В.Н. Соловьев [и др.] // Энергетическая стратегия. – 2010. – №1. – С. 35–38.
5. Соловьев В.Н. Оценка радиационных показателей котельных систем ЖКХ Гомельской и Могилевской областей, работающих на биотопливе / В.Н. Соловьев [и др.] // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве. Сб. трудов. – Минск, 2020. – ч. 2. – С.186–196.
6. Соловьев В.Н. Исследование радиационных характеристик золотвала / В.Н. Соловьев [и др.] // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2017. – Т. 1, № 3. – С. 277–282. ■

Статья поступила
в редакцию 26.10.2021

А.Н. Пехота,
к.т.н.

В.Н. Галушко,
к.т.н.

И.Л. Громыко,
аспирант

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ТРАНСФОРМАТОРОВ

УДК 621.314

Аннотация

Рассмотрены методы диагностики различных дефектов трансформатора и способ их классификации с помощью сверточных нейронных сетей. Применение данных нейронных сетей позволит в режиме реального времени анализировать информацию, классифицировать различные отклонения и диагностировать дефекты. Организованный таким образом диагностический контроль имеет своей целью предотвращение аварийного отказа оборудования, определения 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

Annotation

Methods for diagnosing various transformer defects and a method for their classification using convolutional neural networks are considered. The use of neural network data will allow in real time to analyze information, classify various deviations and diagnose defects. The diagnostic control organized in this way is aimed at preventing an emergency failure of the equipment, determining its condition and predicting the residual life. The use of convolutional neural networks in real mode allows you to classify various deviations, diagnose types of pre-emergency and emergency conditions.

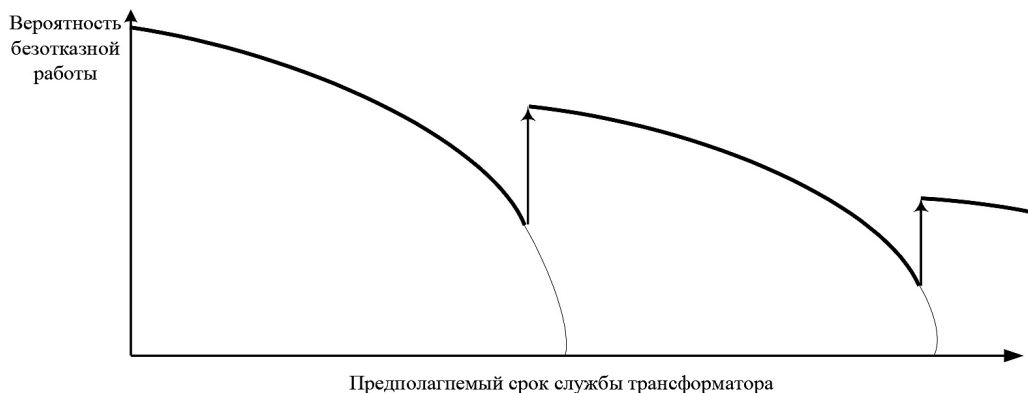
Введение

В настоящее время ситуация в системе энергообеспечения потребителей электрической энергией как у нас в стране, так и за ее пределами характеризуется следующими тенденциями:

- увеличением номенклатуры эксплуатируемого электрического оборудования и повышением требований к экономичности, надежности, экологичности;

- «старением» трансформаторного оборудования (более 60% трансформаторов в распределительных сетях, эксплуатируются 25 лет и более [1]). В связи с этим появляется важная задача – переход от планово-предупредительного ремонта оборудования к системе технического обслуживания на основе оценки его фактического состояния, позволяющий сделать проводимый ремонт более целесообразным и технически обоснованным.

Определение фактического состояния трансформаторов основано на измерении значений параметров, которые либо сравниваются с аварийными состояниями, либо нейронная сеть сигнализирует о предаварийном состоянии. Организованный таким образом диа-



◆ **Рис. 1.** Влияние диагностических испытаний и корректировочных мер для увеличения срока службы трансформатора

гностический контроль имеет своей целью предотвращение аварийного отказа оборудования, определение его состояния и прогнозирование остаточного ресурса.

Поэтому сегодня актуальной задачей становится управление состоянием оборудования и прогнозирование его состояния на достаточно длительный период. Также применение сверточных нейронных сетей позволит контролировать трансформаторы в режиме реального времени, не выводя их из работы, что предоставляет дополнительные возможности в обеспечении соблю-

дения режимов бесперебойного электроснабжения, сопровождающемся, 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, которые со-

средоточены 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 (рисунки 1).

Основная часть

Опишем основное оборудование, архитектуру операционной системы диагностического комплекса и технологию ее применения.

Основное оборудование.

Для идентификации неисправностей в трансформаторе

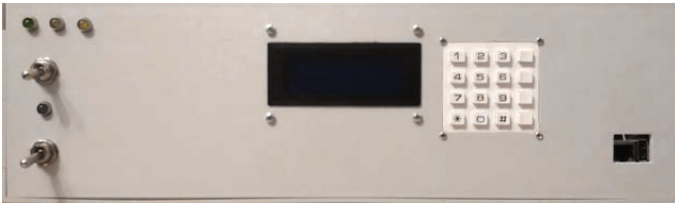


Рис. 2. Внешний вид микропроцессорного устройства

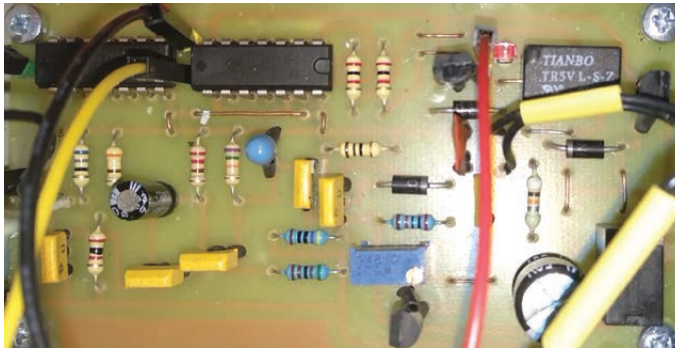


Рис. 3. Пробник Паздникова

было разработано микропроцессорное устройство (рисунок 2).

Данное устройство включает следующее оборудование: датчики; часы реального времени; модернизированное под микропроцессорное устройство «пробник Паздникова»; платы Z7-Lite 7010.

В качестве датчиков применяются следующие:

1. Датчики температуры MLX90614ESF (не менее трех), которые работают как инфракрасный термометр, обеспечивающий бесконтактное измерение температуры. Каждый из датчиков измеряет температуру объекта и температуру окружающей среды на кристалле датчика, при этом применяемые датчики температуры откалиброваны в условиях заводской лаборатории и оснащены цифровым выходом SMBus с разрешением 0,02°C. Используемые датчики позволяют производить настройки цифрового выхода на режим широтно-импульсной модуляции (PWM)

для непрерывной передачи измеренной температуры в диапазонах от -20 до 120°C, обеспечивая выходные сигналы с разрешением 0,14°C [2].

2. Датчик BME280, который представляет собой интегрированный датчик окружающей среды, разработанный специально для мобильных устройств, где размер и низкое энергопотребление являются ключевыми. При этом данное устройство совмещает 3 высоколинейных и точных датчика, обеспечивающих измерение давления, влажности и температуры. Основными рабочими параметрами и характеристиками являются: работа с Интерфейсом SPI, I2C; питание:

3.3В; обеспечение точности измерения для: давления – 0.01 hPa (< 10 см), температуры – 0.01°C, влажности –3%; диапазон измерений давления: 300–1100hPa; диапазон измерений температуры: -40–+85°C; диапазон измерений влажности: 0–100%; при этом энергопотребление в режиме измерений – 2.74 нА, а в спящем режиме – 0.1 нА [7];

3. Энергометры PZEM-004t-100A (шесть), представляющие собой цифровые измерительные головки, которые работают от отдельного источника питания (5,9 или 12 В), считывают и отображают такие параметры, как ток, напряжение, активная мощность и потребление электроэнергии. Они позволяют производить высокоточные измерения и используются в тех случаях, когда точности обычного индикатора недостаточно.

4. Часы реального времени DS3231 позволяют фиксировать точное время, а также обеспечивать работу даже при отключении основного питания при использовании резервного питания в виде батареек или литий-ионного аккумулятора типа LIR2032.

5. Пробник Паздникова (рисунок 3 [3]) предназначен для проверки обмоток трансформаторов, дросселей, электродвигателей, реле, магнитных пускателей, контакторов и других катушек. Пробником удается определить не только целостность обмотки, но и наличие в ней короткозамкнутых витков. Кроме того, пробник может быть использован для про-

верки проводимости полупроводников и исправности переходов кремниевых диодов и транзисторов.

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

7. Плата Z7-Lite 7010 как программно-аппаратная платформа позволяет осуществлять прием, анализ, хранение и передачу информации. На данной программно-аппаратной платформе был разработан одноплатный компьютер, который принимает информацию с датчиков, обрабатывает и анализирует ее и затем выводит полученные результаты на экран и через локальную сеть.

Дополнительным преимуществом данного микропроцессорного устройства является возможность программируемости логической интегральной схемы (ПЛИС) XC3ZC400-1. Для данной интегральной схемы в САПР Vivado 2018.3 был разработан блок-дизайн программной части микропроцессорного устройства. На рисунке 4 представле-

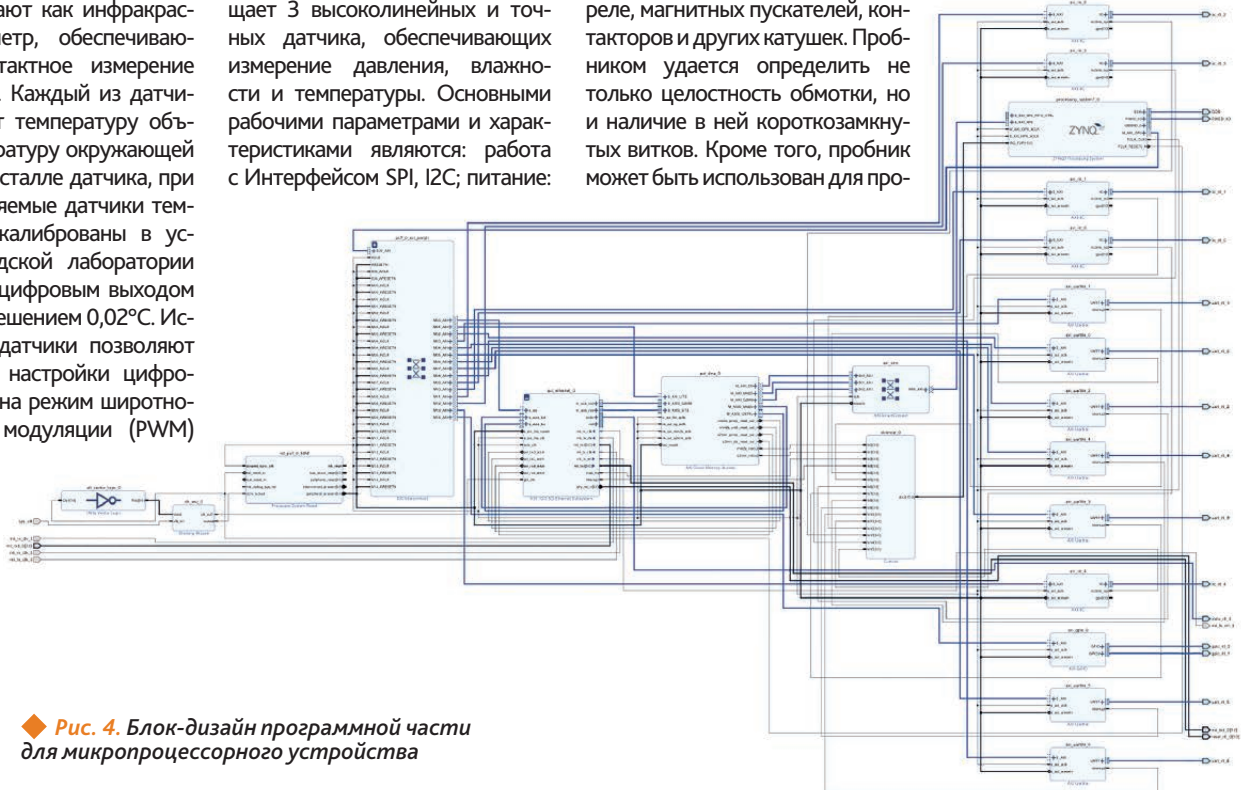


Рис. 4. Блок-дизайн программной части для микропроцессорного устройства

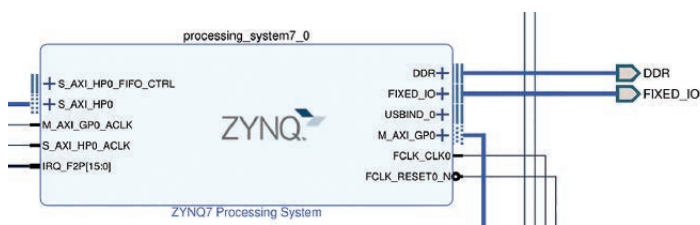


Рис. 5. Софт-процессорное ядро

на структура программной части для микропроцессорного устройства.

Данный блок состоит из нескольких ядер (модулей), каждое из которых отвечает за строго определенную задачу.

Софт-процессорное ядро (рисунок 5) является центральным обрабатывающим устройством для данного микропроцессора. При этом программный интерфейс системы обработки состоит из интегрированной системы обработки (PS) и блока программируемой логики (PL), которые обеспечивают расширяемое и гибкое решение на одном кристалле. В данном ядре происходит обработка и анализ информации, поступающей с используемых датчиков.

Ядра, отвечающие за связь между датчиками и софт-процессорным ядром, представлены на рисунке 6.

К ядрам axi_uartlite_1 – axi_uartlite_6 подключаются энергометры, а все остальные датчики и дисплей подключаются к ядрам axi_iic.

Ядро axi_gpio (рисунок 7) используется для подключения клавиатуры и пробника Паздникова к микропроцессорному устройству.

Для передачи и приема данных по локальной сети используется связка ядер axi_ethernet и axi_dma, а для регулирования потоков информации между вышеописанными ядрами и софт-процессорным ядром используется ядро AXIInterconnect.

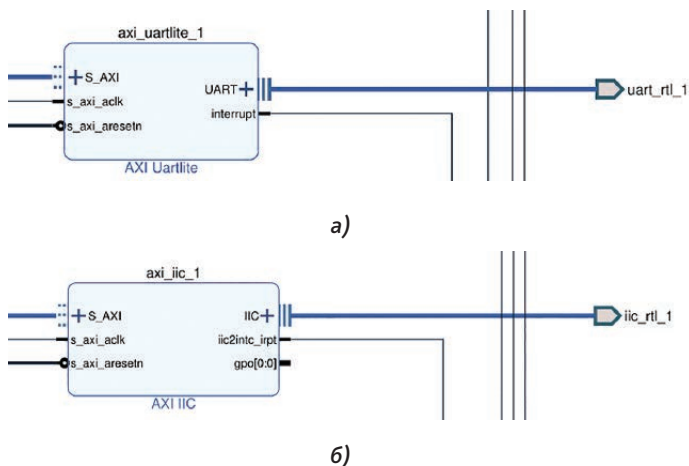


Рис. 6. Ядра, отвечающие за связь между датчиками и софт-процессорным ядром:

а) ядро, принимающее информацию с датчиков, использующих последовательный интерфейс передачи данных – UART;

б) ядро, принимающее информацию с датчиков

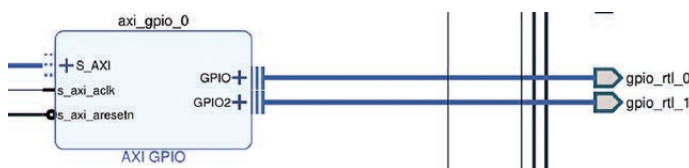


Рис. 7. Ядро axi_gpio

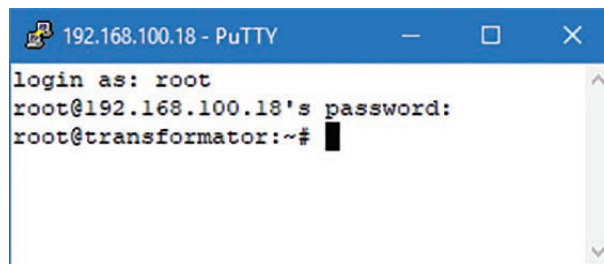


Рис. 8. Внешний вид операционной системы

На базе получившегося блок-дизайна была разработана операционная система, использующая ядро Linux4.14. Внешний вид операционной системы представлен на рисунке 8.

В ходе всесторонней обработки информации дополнительно проводилось осциллографирование и разложение по гармоникам кривых тока и напряжения, а также за счет применения RLC-метра определялись параметры обмоток трансформатора.

Видеокамерой отслеживалась в режиме реального времени ситуация в трансформаторной подстанции на наличие посторонних проявлений – отправлялся сигнал при обнаружении людей на территории ТП и РП, грызунов и птиц.

Технология применения комплекса диагностического оборудования.

В таблице 1 представлены измеряемые параметры процессов в компонентах трансформаторов для определения их неисправностей в ходе экспериментальных исследований, которые затем передаются на входы нейронных сетей и аналитической системы.

Данный материал позволяет без отключения трансформатора не только однозначно указать развивающийся процесс формирования неисправности, но и классифицировать ее.

Приведем пояснения наиболее значимых измерений [4].

а) Измерение емкости и коэффициента мощности или тангенса угла.

Диэлектрические потери вызывают фазовый сдвиг. Значения $\tan\delta$ для сухой изоляции трансформатора ниже, чем для влажной.

По результатам измерений коэффициента мощности/тангенса угла диэлектрических потерь емкости можно оценить состояние

изоляции силовых трансформаторов.

Износ материала, высокая степень электропроводности масла и увеличение влажности говорят об ухудшении свойств изоляции. Эти симптомы также приводят к увеличению потерь, что можно определить путем измерения коэффициента мощности/тангенса угла диэлектрических потерь.

Изменение значений емкости свидетельствует о возможном пробое изоляции между обкладками. Изменяя емкость и потери, изношенную изоляцию можно определить до того как произойдет отказ.

Измерения производят на основной изоляции между обмотками и на изоляции между обмотками и магнитопроводом. Обмотки замыкают накоротко и на одну из них подают испытательное напряжение. Ток через изоляцию измеряется на противоположной обмотке или сердечнике.

Коэффициент диссипации рас-считывается через тангенс угла δ между измеренным значением тока и идеальным значением тока, который протекал бы при отсутствии потерь. Коэффициент мощности представляет собой косинус угла ϕ , или $\cos\phi$ между выходным напряжением и измеренным током.

Использование частот, которые отличаются от частоты сети, повышает чувствительность измерения, так как многие проблемы возникают именно на этих частотах.

Увеличение емкости на 10% по сравнению с предыдущими измерениями как правило считается предупредительным знаком для высоковольтных вводов. Это означает, что часть изоляции повреждена, а оставшаяся изоляция подвергается слишком высокому напряжению.

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	

б) Измерение и проверка сопротивления обмотки постоянного тока.

Измерения сопротивления обмоток выполняются для проверки возможного повреждения обмоток или проблем с контактами, например, при соединении втулок с обмотками. Сопротивление определяется по измерению тока и падения постоянного напряжения. Обычно используется один из двух распространенных методов контроля: статическое или динамическое измерение сопротивления обмотки.

Результаты измерения сопротивления обмоток постоянного тока не должны отличаться более чем на 1% от эталонного измерения. Кроме того, разница между фазами обычно не превышает 2–3%.

Температурную поправку следует учитывать при сравнении измерений сопротивления обмотки. Обычно эталонная температура составляет 20 или 75°C.

Обнаруженные обрывы цепи можно перепроверить путем измерения коэффициента трансформации, а проблемы с контактами – путем анализа частотной характеристики.

в) Измерение коэффициента трансформации.

Отношение оборотов за отношением оборотов измеряется для проверки основных функций силового трансформатора. Измерения коэффициента трансформации и угла сдвига фаз между обмотками позволяют обнаруживать обрывы цепи и межвитковые короткие замыкания.

Коэффициент трансформации измеряется во время приемочных испытаний, а затем его следует регулярно проверять в рамках планового технического обслуживания.

Результаты измерений сравниваются с данными на паспортной табличке и с другими фазами. В соответствии с IEC 60076-1 и IEEE C57.152 полученные результаты не должны отличаться от номинального коэффициента более чем на 0,5%.

На полученные результаты измерений могут отрицательно повлиять такие факторы, как намагниченность сердечника и отсутствие заземления. Поэтому очень важно убедиться, что сердечник размагничен, а каждая обмотка правильно заземлена.

Для подтверждения или опровержения наличия выявленных проблем при подозрении на короткое замыкание производится дополнительное измерение тока намагничивания, при подозрении на обрыв цепи производится измерение сопротивления обмотки постоянного тока.

з) Измерение тока намагничивания.

Измеряют ток намагничивания для оценки состояния межвитковой изоляции обмоток, магнитопровода трансформатора.

Особенно ценной является возможность обнаружения межвитковых замыканий в обмотках. Физическое смещение пластин или серьезные повреждения сердечника могут повлиять на магнитное сопротивление и изменить значение тока намагничивания. Изменения значений этого параметра также могут свидетельствовать об износе контактов.

Измерение тока намагничивания выполняется без нагрузки. На одну (обычно первичную) обмотку понижающего трансформатора подается переменное напряжение, при этом противо-

положная сторона остается разомкнутой. Амплитуда тока, протекающего в первичной обмотке, прямо пропорциональна энергии, необходимой для возбуждения трансформатора, т.е. для наведения напряжения на вторичной обмотке.

Значения для одинаковых фаз не должны отличаться друг от друга более чем на 5–10%.

д) Измерение АЧХ потерь утечки для уточнения наличия коротких замыканий между параллельными проводниками.

Тест состоит из измерения активной составляющей импеданса короткого замыкания на различных частотах. Это единственный электрический тест, который может обнаружить короткие замыкания между параллельными проводниками и горячими точками из-за чрезмерных потерь на вихревые токи.

По результатам измерения величины тока, напряжения и угловой погрешности рассчитывается резистивная составляющая сопротивления короткого замыкания на дискретных частотах в диапазоне 15–400 Гц.

Поскольку на высоких частотах потери на вихревые токи больше, увеличение резистивной составляющей легко увидеть при наложении результатов на частотный диапазон.

Анализ результатов отображается в графическом виде и включает сравнение данных фазных измерений с результатами предыдущих измерений. Поскольку потери на вихревые токи зависят от частоты, увеличение импеданса заметно во всем диапазоне частот.

Это увеличение должно быть одинаковым для всех фаз, демонстрируя плавную экспоненту. Отклонения в пределах 3% могут быть признаком межвитковых коротких замыканий.

е) Измерение тока и потерь холостого хода.

Измеряют потери тока и холостого хода при низком напряжении с целью выявления возможных коротких замыканий магнитопровода на корпус трансформатора, коротких замыканий в магнитопроводе, а также замыканий витков в обмотках. Испытание проводят по ГОСТ 3484.1-88. ▶

Этот тест является одним из первых, так как позволяет сразу оценить состояние трансформатора в целом. Испытание рекомендуется проводить при том же напряжении, что и при заводских испытаниях. Со временем происходит старение изоляции между листами, что приводит к увеличению потерь холостого хода по сравнению с заводскими характеристиками. По динамике изменений можно оценить степень старения магнитопровода.

ж) Гармонический анализ.

Анализ частотной характеристики используется для обнаружения механических или электрических неисправностей в обмотках, контактах или сердечниках трансформаторов. Сдвиг или деформация обмоток могут произойти, например, в результате короткого замыкания.

Силовые трансформаторы можно представить как сложную электрическую цепь из индуктивностей, емкостей и резисторов. Каждая электрическая цепь имеет свою частотную характеристику. К одному концу обмотки трансформатора прикладывается синусоидальное напряжение с непрерывно возрастающей частотой, а на другом конце обмотки измеряется ответный сигнал. Сравнение входного и выходного сигналов дает свою частотную характеристику, которую можно сравнить с эталонными данными.

Если исходные данные недоступны, можно использовать для сравнения результаты испытаний аналогичного трансформатора.

з) Анализ диэлектрического отклика.

Анализ диэлектрического отклика используется для оценки влажности целлюлозной изоляции и, соответственно, определения ее состояния.

Влага проникает в трансформаторы из-за старения бумажно-масляной изоляции или из-за нарушения герметичности. Это увеличивает вероятность пробоя изоляции и ускоряет ее старение.

Для оценки состояния этой изоляции выход прибора подключают к первичной обмотке, а вход – ко вторичной. Нежелательные токи (емкостные и активные) отводятся в бак трансформатора и не мешают.

Коэффициент мощности/тангенция диэлектрических потерь такой изоляции измеряется в широком диапазоне частот. Полученная кривая отображает данные о состоянии изоляции.

На очень низких частотах собирается информация о влажности твердой изоляции, а на средних частотах («наклон» кривой) можно получить данные о проводимости изоляционной жидкости.

Дальнейшая технология использования сверточных нейронных сетей и анализ данных на примере выявления межвитковых замыканий в трансформаторе представлены в статьях авторов [5, 6, 7]. Эта технология основана на данных датчиков, представленных в виде набора графиков в реальном времени соотношений токов, напряжений, мощностей обмоток и т.д. Такой тип использования данных позволяет установить множественные зависимости между отдельными факторами и, при-

меняя нормированные данные, использовать их для быстрой настройки на другие диагностируемые трансформаторы.

Заключение

Разработанное авторами оборудование и метод неразрушающего контроля трансформаторов, основанный на фиксировании различных физических явлений и техническом анализе с помощью сверточных нейронных сетей, позволяет установить множественные взаимосвязи между отдельными факторами и осуществить обработку полученных параметров с учетом заданных критериев оценки безопасности. Таким образом, использование сверточных нейронных сетей в режиме реального времени позволяет классифицировать различные отклонения в работе оборудования, диагностировать виды предаварийного и аварийного состояния.

Внедрение разработанной технологии организованного диагностического контроля на предприятиях, осуществляющих энергообеспечение потребителей электрической энергии, с применением в энергосистеме трансформаторов в своей основе позволит предотвращать аварийные отказы оборудования и осуществлять постоянный мониторинг его состояния с возможностью прогнозирования остаточного ресурса, что в значительной степени сокращает расходы предприятия на обслуживание и позволяет достоверно прогнозировать необходимость своевременной замены оборудования с учетом параметров наработки на отказ.

Литература

1. ЮНИТЕР [Электронный ресурс] / Энергетика. – Гомель, 2022. – Режим доступа: <https://uniter.by/insights/>. – Дата доступа: 15.01.2022.

2. Chipdip [Электронный ресурс] / Датчик температуры. – Гомель, 2022. – Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/8001774956>. – Дата доступа: 15.01.2022.

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

4. Omicron [Электронный ресурс] / Диагностические испытания и мониторинг силовых трансформаторов. – Гомель, 2022. – Режим доступа: <https://www.omicronenergy.com>. – Дата доступа: 03.01.2022.

5. Галушко, В.Н. Диагностика трансформаторов с помощью сверточных нейронных сетей / В.Н. Галушко, А.Н. Пехота, И.Л. Громыко // Энергоэффективность. – 2021. – №7. – С. 30–36.

6. Пехота, А.Н. Диагностика 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.

7. Пехота, А.Н. Технология использования сверточных нейронных сетей при диагностике состояния трансформаторов / А. Пехота, В. Галушко, И. Громыко // Вестник ПГУ. Серия С, 2021. – С. 63–69. ■

Статья поступила в редакцию 3.02.2022.

■ Электротранспорт

Рекордные продажи электромобилей в мире зафиксированы в 2021 году

Продажи электромобилей в мире в прошлом году поставили новый рекорд – более 6,5 млн штук. Более того, их доля в продажах удвоилась до 8,5%, то есть каждый 12-й автомобиль, проданный в прошлом году, был с электродвигателем.

Основной рынок сбыта электрокаров – Китай, где наряду со всемирно известными марками Tesla и BMW активно продаются местные марки, такие как Wuling

Hongguang, Great Wall Motors и Guangzhou Automobile Group.

Несмотря на стремительный рост рынка, до сих пор продажи электромобилей носят явно выраженный локальный характер. Сегодня в мире кроме Китая существуют два крупных рынка сбыта – США и Европа, последняя представлена в основном северными странами. Говоря о Европе: продажи электромобилей здесь выросли на 70%, до 2,3 млн штук, но

примерно половина из них – подзаряжаемые гибриды, которые тоже попадают в статистику. Лидеры по продажам: Норвегия (72% от всех проданных машин), Швеция (45%) и Нидерланды (30%).

А вот в таких странах, как Япония, Южная Корея и Индия электромобиль приживается плохо. ■

«Энергетические стратегии» @ energystrategyNataliaGrib

Стоит ли покупать электромобиль с нашими зимами

Что говорят владельцы таких машин

Несмотря на то, что количество зарядных станций и электромобилей растет, еще остается много вопросов об их эксплуатации. Особенно зимой. А стоит ли покупать электромобиль с нашими зимами? С чем придется столкнуться? Какие особенности? Malanka решила собрать самые популярные вопросы и задать их водителям электромобилей. Подробности в репортаже Neft.by.

Пожалуй, самый часто задаваемый вопрос: *«Как ведет себя электромобиль зимой, в чем отличие от автомобиля с ДВС?»*

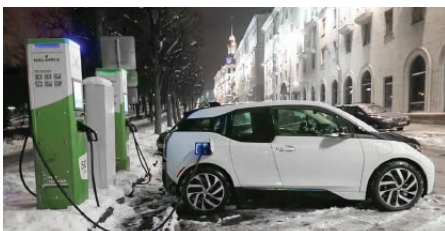
Анатолий Бандыко, владелец Mercedes B-Class Electric Drive:



– Поменял дизель на это чудо техники и не жалею. При покупке электромобиля, сразу будьте готовы к тому, что запас хода летом и зимой отличается. У моего авто сейчас запас хода 160 километров, на улице минус 15 градусов. Летом запас хода 180–190 километров. Уменьшается и скорость быстрой зарядки: летом стою 25–30 минут (80–100 километров пробега), сейчас – 30–35 минут. Но, честно говоря, не особо чувствую. Обычно, пока машина заряжается, хожу с женой по гипермаркету. Что радует: не надо заливать «Арктику» (дизель), прогревать электромобиль. Он работает, как электроинструмент: нажал кнопку, и машина готова к любому режиму при любой температуре. Для меня минусы, которые я назвал в начале, не ощущаются, когда ты понимаешь, что на 20 рублей ты можешь ездить неделю, притом что на обычный автомобиль тратил 40–50 рублей.

– Как ведет себя аккумулятор в минусовую температуру? Случалось ли, когда электромобиль отключался от холода?

Сергей Кравченко, владелец BMW i3:



– Отключается ли, как айфон на морозе? Нет, таких случаев не было, да и вряд ли такое возможно: аккумулятор-то подогревается. Но был случай, оставил под домом машину с небольшим запасом хода на неделю, и, когда вернулся, аккумулятор потерял 3–5%. Но тогда был мороз 20–25 градусов. Повезло, что зарядная станция недалеко расположена. Так бы пришлось ехать по делам на оленях.

– Учитывая, что зимой расход электроэнергии увеличивается, эксплуатация электромобиля выгодна в сравнении с топливными аналогами?

Олег Карпенко, владелец Nissan Leaf:



– Да, при передвижении на автомобиле с ДВС в месяц уходило 120–150 рублей, а на электромобиль в месяц уходит 60–80 рублей. Трату в два раза меньше. Но это зависит от километража и работы некоторых функций электромобиля. Так что в сравнении с автомобилем на ДВС экономия еще больше. В среднем, с учетом обогрева, разница между ездой летом и зимой 10 рублей.

– Есть ли особенности в управлении электромобилей зимой?

Георгий Стрикаловский, владелец Nissan Leaf:

– Для контроля движения в машине предусмотрены стандартные фишки, как и в автомобилях с ДВС. Управляемость электромобиля лучше, это факт. Сцепление на дороге также лучше, так как электрокары тяжелее собратьев с ДВС и центр тяжести у них ниже. Еще ни разу не застревал, хотя зависит от ситуации... Но тут как с джипом, если уже застеть, то и выехать будет сложнее.

– Сколько прогревается электромобиль перед началом движения?

Виталий Жиров, владелец Nissan Leaf:

– Никак не грею, если с автомобилем сравнивать, то салон быстрее прогревается. Сел и поехал, через 1–2 минуты после включения в салон идет горячий воздух. Не ждешь прогрева основных агрегатов (ДВС, КПП и т.д.). У новых «электричек» предусмотрено управление обогревом салона дистанционно. Купил за 10.000\$, получил функционал, которого нет в авто с ценой 20.000–25.000\$.

– Испытываете ли дискомфорт при зарядке электромобиля зимой?

Вячеслав Коржов, владелец BMW i3:

– Случались неприятные моменты, когда приезжал на зарядную станцию на разряженной машине, а парковочные места заняты автомобилями с ДВС. Вроде и заправок у нас много, но половину станций просто можно не считать из-за некоторых эгоистов, которым сложно подумать о владельцах электромобилей. Благо, что кабель у станций длинный, можно как-то дотянуться. Нужно донести до владельцев обычных автомобилей, что для нас это не просто парковочное место, а станция заряда электромобиля.

Malanka подготовила 4 совета электромобилистам, чтобы они чувствовали себя защищенными зимой.

Советы от Malanka

- Держите в автомобиле силиконовую смазку, наносите на разъем, кромки стекол и замки, смазка предотвратит примерзание.
- Установите себе приложение для удаленного запуска электромобиля.
- Перед зарядкой прогрейте батарею (надо проехать в динамичном режиме), тогда зарядная сессия будет идти с большей мощностью.
- Заранее просчитывайте маршрут с небольшим запасом до точки назначения или до станции ЭЗС, с расчетом дополнительного потребления и уменьшения запаса хода автомобиля. ■

Андрей Меркурьев,
фото из личного архива владельцев электромобилей, Neft.by

Ю.А. Башко,
заведующий отделом жилищного хозяйства

Н.В. Вратил,
ведущий инженер

Д.Ю. Башко,
младший научный сотрудник,
ГНУ «Научно-исследовательский
экономический институт Министерства
экономики Республики Беларусь»

ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства
Национальной академии наук Беларуси»

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ТЭР И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО СЕКТОРА МАЛЫХ ГОРОДОВ И АГРОГОРОДКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УДК 697.34

Аннотация

В статье отражены основные предпосылки, определяющие переход на использование местных ТЭР, возобновляемых источников энергии и электроэнергии для целей отопления и горячего водоснабжения, осуществлен их анализ, определены пути повышения эффективности теплоснабжения объектов ЖКХ малых городов и агрогородков в условиях увеличения использования местных видов топлива, возобновляемых источников энергии и электропотребления в связи с пуском Белорусской АЭС.

Analysis of energy and economic prerequisites for the use of local fuels and renewable energy sources for heating the housing and communal sector of small towns and agrotowns of the Republic of Belarus

Yu.A. Bashko, Head of the Housing Management Department¹,
N.V. Uratsil, Leading Engineer¹,
D.Y. Bashko, Junior Researcher²

Abstract

The article reflects the main prerequisites determining the transition to the use of local fuels, renewables and electricity for heating and hot water supply, identifies ways to improve the efficiency of heat supply to housing and communal services of small towns and agrotowns in conditions of increased use of local fuels, renewables and electricity consumption in connection with the launch of the Belarusian NPP.

Введение

На шестом Всебелорусском народном собрании были одобрены основные положения «Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы», одной из главных целей которой является создание комфортных условий для жизни людей. Для достижения поставленной цели требуется решение важнейшей задачи, направленной на повышение эффективности снабжения теплом объектов жилищного фонда и в то же время снижение потребления ископаемых топливно-энергетических ресурсов.

В Республике Беларусь конечное потребление топливно-энергетических ресурсов в жилищном секторе составляет примерно 7,153 млн т у.т., из которых около 45% (3,303 млн т у.т.) в структуре конечного потребления приходится на тепловую энергию для отопления и горячего водоснабжения жилья, около 31% (2,148 млн т у.т.) – на природный газ, примерно 11% (0,828 млн т у.т.) – на электроэнергию и около 23% – на прочие виды ТЭР [1].

При этом Беларусь импортирует порядка 84% углеводородов, потребляемых на собствен-

ные нужды. Поэтому для нашей страны актуальна политика максимального использования местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), в том числе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [2].

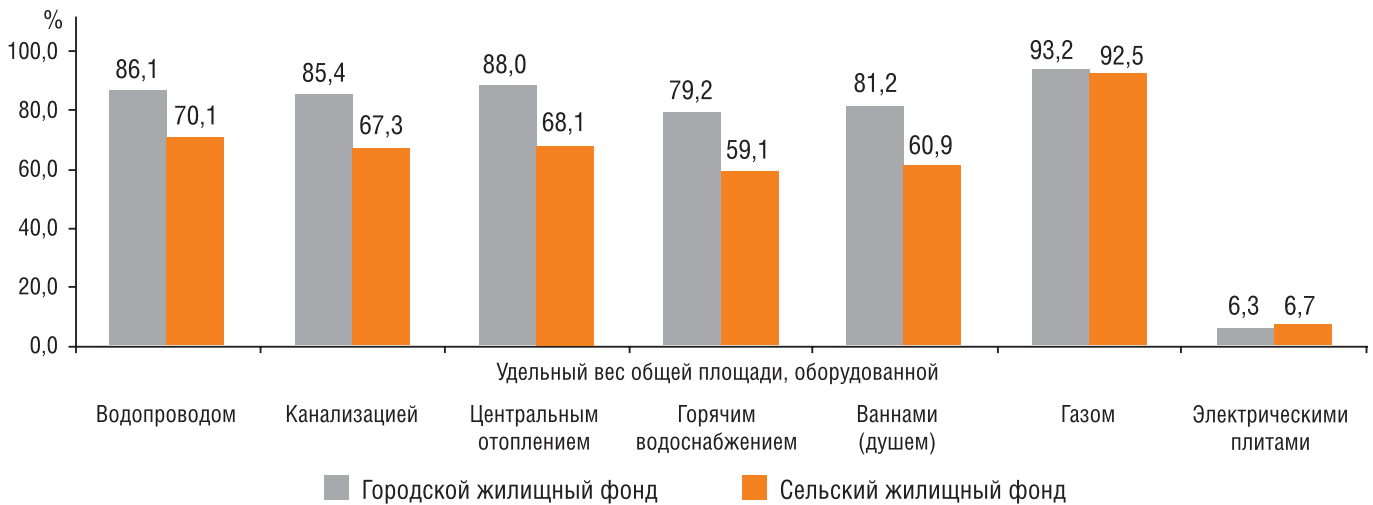
Вокруг малых городов и агрогородков сосредоточен значительный потенциал возобновляемых энергоресурсов в виде порубочных остатков древесной биомассы (опилки, щепа, горбыль, кора, ветки, пни и т.п.), отходов сельскохозяйственного производства и переработки сельскохозяйственной продукции (солома,

полова, костра и т.п.). Здесь также имеются постоянные источники низкотемпературных тепловых потоков объектов водно-канализационного хозяйства, других водных объектов. Нарращивает производство электрической энергии Белорусская АЭС.

С учетом этого, все большую актуальность в стране приобретает вопрос повышения эффективности отопления и горячего водоснабжения объектов ЖКХ малых городов и агрогородков с использованием местных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии.

¹State Scientific Institution «Institute of Housing and Communal Services of the National Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

²State Scientific Institution «Scientific Research Economic Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus



◆ **Рис. 1.** Благоустройство жилищного фонда на конец 2020 года (с учетом жилищного фонда физических лиц), % [10]

Основная часть

В настоящее время в жилищном секторе стран мира потребляется значительная часть ископаемых топливно-энергетических ресурсов. Так, здания в США и Европейском Союзе, соответствующие типовым нормам микроклимата, потребляют примерно 40% всей энергии ископаемого топлива [4].

При этом каждая страна в силу природно-климатических условий и доступности природных энергоисточников, а также сложившейся системы энерго- и теплоснабжения жилищного сектора обладает своими индивидуальными технологическими подходами к энергообеспечению и использованию ТЭР и электроэнергии для целей теплоснабжения.

Сегодня весь цивилизованный мир переходит на теплоснабжение экологически безопасным топливом на основе возобновляемой древесной биомассы. Ежегодный объем потребления пеллет в мире превышает 40 млн т. При этом, по оценкам экспертов, с каждым годом этот показатель увеличивается примерно на 1,5 млн т. Особенно востребованы пеллеты индустриального и премиум-класса в скандинавских странах. При их сжигании в атмосферу выбрасывается гораздо меньше углекислого газа, чем при традиционной теплогенерации [5].

Наиболее активными потребителями топливных гра-

нул являются страны Западной Европы, в списке перспективных – и страны Азии. К примеру, только Япония заявила о намерении увеличить к 2030 году объемы потребления пеллет в 10 раз (до 20 млн т) [6].

Кроме того, в настоящее время наиболее электрифицированные страны широко используют электроэнергию для целей отопления и горячего водоснабжения.

Так, например, во Франции, имеющей наибольшее количество действующих АЭС (56 ядерных реакторов [7]), доля электроконвекторов в секторе электроотопления составляет 47%, значительно превышая распространенность тепловых насосов и электрокотлов. При этом доля электрокотлов составляет всего 4% [8].

Практика показывает, что менее электрифицированные страны переходят на более широкое использование возобновляемых источников энергии.

В Германии, например, где действует лишь три ядерных реактора [7], для целей тепло- и электроснабжения используется около 70% импортруемых углеводородных ТЭР [9] и широко внедряется практика использования ВИЭ, а также низкотемпературных тепловых потоков для отопления и горячего водоснабжения на основе применения тепловых насосов различной мощности с баками-накопителями тепловой энер-

По состоянию на конец 2020 года удельный вес общей площади городского жилищного фонда, оборудованной центральным отоплением, составляет около 88%, горячим водоснабжением – около 68,1%, а сельского жилищного фонда с центральным отоплением – около 68,1%, горячим водоснабжением – около 59,1%.

гии, в том числе и для централизованных районных систем тепло- и хладоснабжения.

В странах Скандинавии с помощью тепловых насосов отапливается порядка 1,5 миллиона домов.

В настоящее время ведутся работы по реализации подобных проектов в России и Республике Беларусь.

В наследство ЖКХ Республики Беларусь достался достаточно высокоэнергоёмкий жилищный фонд с показателем 160 кВт·ч/кв. м в год и более в зданиях постройки до 1996 года, оснащенный центральным отоплением и горячим водоснабжением. По состоянию на конец 2020 года удельный вес общей площади городского жилищного фонда, оборудованной центральным отоплением, составляет около 88%, горячим водоснабжением – около 68,1%, а сельского жилищного фонда с центральным отоплением – около 68,1%, горячим водоснабжением – около 59,1% (рисунок 1) [10].

При этом для целей отопления и горячего водоснабжения используется тепловая энергия, а основными энергоносителями

являются производные нефтепереработки и природный газ.

Основными источниками централизованного теплоснабжения жилищно-коммунального сектора агрогородков и малых городов республики служат ТЭЦ и примерно 3810 коммунальных котельных. Они, как правило, генерируют энергию путем сжигания ископаемого топлива с последующей транспортировкой энергии через горячую воду под давлением в качестве теплоносителя. Данные системы теплоснабжения являются основным потребителем углеводородов, что делает этот сектор существенным источником выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха. Так, в Республике Беларусь в 2019 году выбросы от сжигания топлива стационарными источниками, с учетом сектора ЖКХ, составили около 85 тыс. т.

Кроме того, для теплоснабжения индивидуальных зданий применяются котлы на жидком, газообразном или твердом топливе, а также в последние годы актуальным для республики становится вопрос использования электрической энергии для целей отопления и горячего водоснабжения. ▶

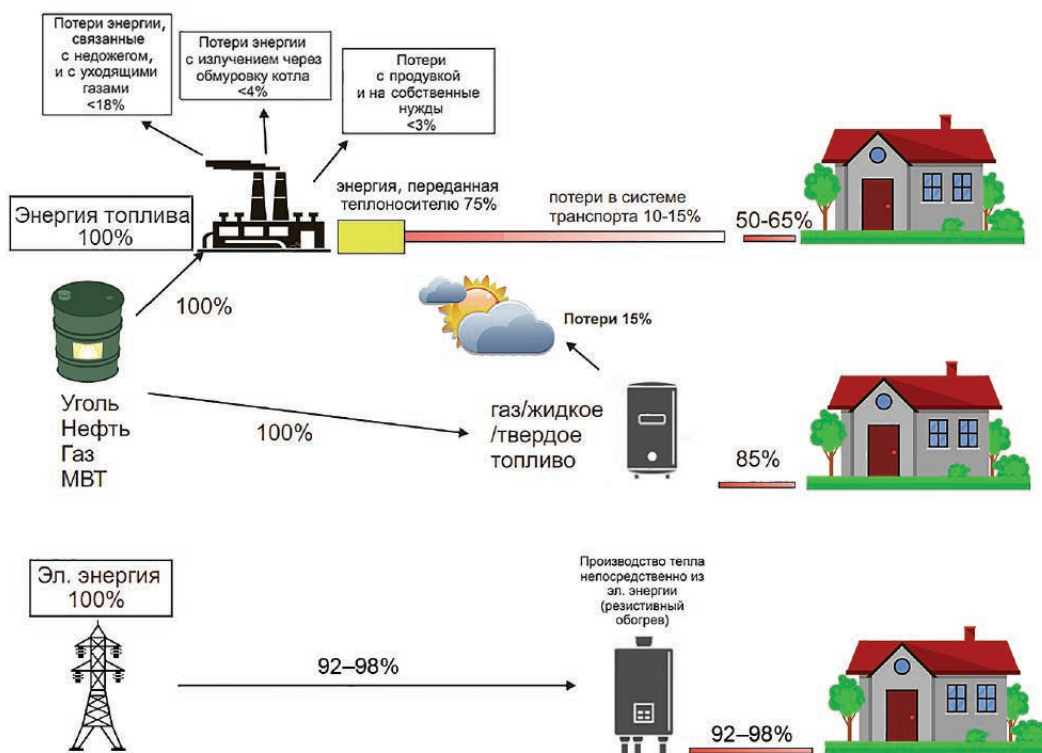


Рис. 2. Основные технологические варианты преобразования первичных топливных и энергетических ресурсов в тепловую энергию для отопления и горячего водоснабжения малых городов и агрогородков

Основные технологические варианты преобразования первичных топливных и энергетических ресурсов в тепловую энергию для отопления и горячего водоснабжения малых городов и агрогородков представлены на рисунке 2.

Анализ технологических схем показывает, что достаточно высокие производственные и сетевые потери тепловой энергии при централизованном теплоснабжении, значительная доля физически устаревшего и изношенного оборудования, с учетом достаточно высокого уровня газификации и теплоснабжения сельских и районных поселений могут обеспечить значительный эффект замещения местными ТЭР и электроэнергией традиционных видов энергоресурсов.

В Республике Беларусь на сегодняшний день на объектах теплоснабжения малых городов и агрогородков в качестве местных возобновляемых видов топлива широко используются дрова, торфобрикеты, древесная щепа, а также просматривается тенденция к наращиванию

объемов производства топливных гранул из древесной биомассы и других местных возобновляемых видов топлива.

Так, производительность введенных в 2020 году в лесхозах пеллетных заводов составила около 170 тысяч тонн, что позволило произвести и реализовать почти 83 тысячи кубометров пеллет [6].

С учетом месторасположения и запасов биологически возобновляемого энергосырья в малых городах и агрогородках осуществляется перевод котельных на местные виды топлива.

Так, например, вокруг Орши расположено пять льнозаводов, что послужило толчком для производства гранул из отходов их производства – костры. Костра – наиболее выгодный в сравнении с древесными отходами вариант по экономическим причинам. Поскольку для производства пеллет из опилок не обойтись без дополнительного оборудования для их сушки и измельчения, себестоимость таких гранул была бы выше. В то же время костра лишь немного уступает де-

реву в теплотворной способности и отличается чуть более высокой зольностью. С экологической точки зрения костра, в отличие от опилок, относится к отходам производства, и их утилизация с получением тепловой энергии позволяет сохранить леса.

Линия по производству гранул из костры апробируется в КУП «Оршатеплосети». С 2019 года произведено 1018 тонн пеллет, что позволило не только обеспечить ими собственные котельные, но и реализовать 94 тонны сторонним организациям, в том числе 38 тонн – на экспорт в Германию [11].

Кроме того, установлено, что низкотемпературные (до 50°C) тепловые потоки составляют до 30% энергии, необходимой системам теплоснабжения в ЖКХ. По состоянию на конец 2020 год в технологиях ЖКХ функционирует 10431 артезианская скважина, 1215 станций обезжелезнения, 39527 километров водопроводных сетей, более 19 тыс. километров канализационных сетей, 552 очистных со-

оружения сточных вод [12], которые являются стабильными, постоянными источниками низкотемпературных тепловых потоков, рассеиваемых в окружающей среде.

Использование возобновляемой энергии в технологиях жилищно-коммунального хозяйства малых городов и агрогородков обуславливают:

- сбросовое тепло производственных и сельскохозяйственных предприятий, а также теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения в ЖКХ;
- возможность использования возобновляемой энергетики на всей территории Республики Беларусь (незначительная разница может быть только в КПД оборудования);
- относительно высокая экологическая чистота;
- независимость возобновляемой энергетики от поставщиков энергоресурсов, колебаний цен на углеводороды;
- возможность оптимизации потребления тепловой энергии, повышения качества предоставления самых дорогих услуг – отопления и ГВС – при снижении их стоимости.

С учетом этого, важным направлением снижения импорта углеводородов, сокращения источников выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха в жилищном секторе является существенное повышение потенциала ВИЭ.

На сегодняшний день в республике наращивается объем производства электроэнергии. С момента включения в объединенную энергосистему страны БелАЭС выработала более 7 млрд кВт·ч электроэнергии [13].

Это дает возможность интенсивного подключения к электросетям многоквартирных, а также новых и действующих индивидуальных домов, но требует значительного увеличения подводящих электромощностей.

Так, за период 2019 – 6 месяцев 2021 года к электрическим сетям подключено 15 тыс. 275 электроустановок многоквартирных (блокированных) жилых домов граждан в целях использования электрической энергии для нужд ото-

пления и горячего водоснабжения.

Потребность в значительных капитальных вложениях на создание кабельной подводящей инфраструктуры для обеспечения увеличенного электропотребления является немаловажной проблемой электро- и теплоснабжения, в том числе малых городов и агрогородков.

Для того чтобы каждый житель сельского населенного пункта мог использовать электрическую энергию для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления, необходимо в реконструкцию каждого километра электрической сети вложить порядка 140 тыс. рублей. При общей протяженности электрических сетей 202 тыс. км в их реконструкцию необходимо инвестировать порядка 28 млрд рублей [14].

Фактор масштабности планируемых темпов электроподключения домохозяйств страны и потребность в значительных капитальных вложениях на создание кабельной подводящей инфраструктуры для расширения электропотребления являются немаловажными проблемами электро- и теплоснабжения в том числе малых городов и агрогородков.

Одним из направлений, обеспечивающих снижение потребления электроэнергии, повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на отопление и горячее водоснабжение объектов ЖКХ, в ближайшей перспективе может быть использование геотермальных систем, которые работают по принципу отбора тепла природных ресурсов – накопителей (грунт, подземные и наземные воды, серые стоки, воздух и др.). Эффективность их работы гораздо выше, чем у традиционных котлов (в том числе твердотопливных): каждый затраченный киловатт-час электроэнергии позволяет получить 3 и более кВт·ч тепловой энергии.

Схема комплексного преобразования тепловыми насосами электрической энергии в тепло-

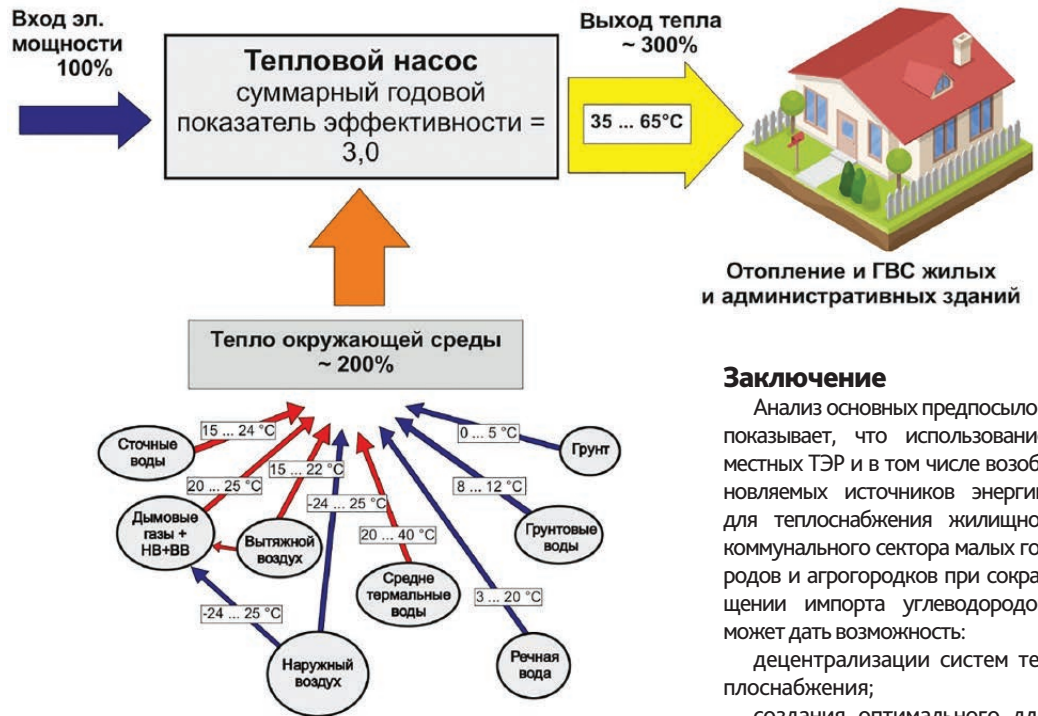


Рис. 3. Схема комплексного преобразования энергии низкотемпературных тепловых потоков в тепловую энергию для отопления и ГВС жилых и административных зданий

Опыт эксплуатации оборудования комбинированных систем теплоснабжения, созданных в рамках пилотных инициатив на основе комплексного подхода к использованию традиционных источников и ВИЭ в условиях жилищно-коммунального хозяйства, показывает, что срок окупаемости тепловых насосов не превышает 10 лет.

вую с использованием энергии низкотемпературных источников представлена на рисунке 3.

Преимуществом применения тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения зданий также является возможность обеспечения комфортного микроклимата в помещениях за счет предоставления «пассивного» холода в летний период.

В настоящее время в нашей стране в организациях используется 126 тепловых насосов суммарной тепловой мощностью 8,914 МВт [4].

Опыт эксплуатации оборудования комбинированных систем теплоснабжения, созданных в рамках пилотных инициатив на основе комплексного подхода к использованию тради-

ционных источников и ВИЭ в условиях жилищно-коммунального хозяйства, показывает, что срок окупаемости тепловых насосов не превышает 10 лет.

Практика апробации в рамках пилотных инициатив отдельных элементов инновационных технологий повышения энергоэффективности зданий и систем автономного тепло- и энергоснабжения зданий с использованием ВИЭ в условиях Республики Беларусь показала, что комплексный подход к использованию систем генерации энергии в ближайшее время может дать возможность значительного улучшения условий проживания и работы в жилых и административных помещениях сельских населенных пунктов и районных центров.

Заключение

Анализ основных предпосылок показывает, что использование местных ТЭР и в том числе возобновляемых источников энергии для теплоснабжения жилищно-коммунального сектора малых городов и агрогородков при сокращении импорта углеводородов может дать возможность:

децентрализации систем теплоснабжения;

создания оптимального для жизнедеятельности человека микроклимата в жилых и административных помещениях сельских населенных пунктов и районных центров;

снижения инвестиционных и эксплуатационных затрат на системы теплоснабжения, потерь тепловой энергии при транспортировке;

создания «умных» комбинированных и гибридных систем энерго- и теплоснабжения, интегрированных посредством информационно-коммуникационных устройств управления в интеллектуальные энергетические сети.

В ближайшей перспективе требуется реализация проектов комплексных исследований, направленных на применение комбинированных и гибридных систем на основе местных ТЭР и возобновляемых источников энергии для энерго- и теплоснабжения жилых и административных зданий малых городов и агрогородков.

При реконструкции имеющихся, проектировании и строительстве новых объектов, групп объектов для теплоснабжения жилых и административных зданий малых городов и агрогородков следует предусматривать использование ВИЭ в составе комбинированных и гибридных систем энерго- и теплоснабжения. ▶

Литература

1. Энергетический баланс Республики Беларусь. Статистический сборник. Редакционная коллегия: И.В. Медведева и др. Национальный статистический комитет Республики Беларусь, Минск, 2021. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 13.01.2022.

2. Энергия будущего. Есть ли перспективы у ВИЭ в Беларуси? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.proektant.by/articles/tehnologii/1112828.html> – Дата доступа: 12.01.2022.

3. Падалко Л.П. Повышение эффективности систем энергоснабжения на основе формирования современной политики на тепловую энергию / Л.П. Падалко, Е.Л. Савчук // Экономика, моделирование, прогнозирование. Выпуск 4: сб. науч. тр. / НИЭИ Минэкономики РБ; редкол.: М.К. Кравцов [и др.]. – Минск, 2010. – С. 17–27.

4. Китиков В.О. Комплексный подход к реализации проекта концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь. / Китиков В.О., Башко Ю.А. // Энергоэффективность. – №12. – 2021. – С. 26–32.

5. Дубовец О. Гомельский опытный лесхоз в 2021 году возведет завод по производству пеллет [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://sozhnews.by/ekonomika/glavnyj-inzhener-gomelskogo-opytnogo-leskhozarasskazal-o-perspektivakh-razvitiya-](https://sozhnews.by/ekonomika/glavnyj-inzhener-gomelskogo-opytnogo-leskhozarasskazal-o-perspektivakh-razvitiya-eksportnogo-proizvodstva)

[eksportnogo-proizvodstva](https://sozhnews.by/ekonomika/glavnyj-inzhener-gomelskogo-opytnogo-leskhozarasskazal-o-perspektivakh-razvitiya-eksportnogo-proizvodstva) – Дата доступа: 12.01.2022.

6. Друк М. В 2021 году Минлесхоз планирует ввести минимум еще 6 пеллетных заводов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/v-2021-goduminleskhoz-planiruet-vvestiminimum-eshche-6-pelletnykh-zavodov.html> – Дата доступа: 13.01.2022.

7. Карта: страны Европы, у которых больше всего ядерных реакторов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.maximonline.ru/longreads/karta-strany-u-kotorykh-bolshevsego-yadernykh-reaktorov-v-evrope-id704879/> – Дата доступа: 13.01.2022.

8. Саливончик Н.П. Нормативное обеспечение развития электроотопления в ЕС и возможности применения европейского опыта в Беларуси/ Саливончик Н.П. // Энергетическая стратегия. – №4 (76). – 2020. – С. 48–50.

9. Гурков А. Чем немцы обогревают жилье и как будут топить в будущем. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://kurjer.info/2021/10/21/obogrevayut-zhilyo/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fzen.yandex.com – Дата доступа: 11.01.2022

10. Благоустройство жилищного фонда на конец 2020 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: [\[sotsialnaya-statistika/zhilishchnyy-fond/graficheskii-material/blagoustroystvo-zhilishchnogo-fonda-na-konets-2017-goda\]\(https://minsk.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statisticheskaya-informatsiya/demograficheskaya-i-sotsialnaya-statistika/zhilishchnyy-fond/graficheskii-material/blagoustroystvo-zhilishchnogo-fonda-na-konets-2017-goda\) – Дата доступа: 12.01.2022.](https://minsk.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statisticheskaya-informatsiya/demograficheskaya-i-</p>
</div>
<div data-bbox=)

11. Кислый В. На линии прогресса / В. Кислый // Живи как хозяин. – №3(174). – 2021. – С. 32–35.

12. Китиков В.О. Анализ условий для широкомасштабного использования возобновляемых источников энергии в жилищном и коммунальном секторах / Китиков В.О. // Энергоэффективность. – №2. – 2021. – С. 10–15.

13. Сизов Ю. Первый энергоблок БелАЭС ежедневно вырабатывает 27,5 млн кВт·ч электроэнергии. – Российская газета

[Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2021/06/23/pervyj-energoblok-belaes-ezhednevno-vyrabatyvaet-275-mln-kvtch-elektoenergii.html> – Дата доступа: 12.01.2022.

14. Об использовании в жилом фонде электрической энергии для нужд отопления и горячего водоснабжения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://belenergo.by/content/infocenter/news/ob-ispolzovanii-v-zhilom-fonde-elektricheskoy-energii-dlyanuzhd-otopleniya-i-goryachegovodosnabzhe_11868 – Дата доступа: 11.01.2022. ■

Статья поступила в редакцию 4.03.2022

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. Бядули, 12
тел.: (017)271-3311, 224-6849, 224-6858; факс: (017)224-0569
e-mail: minsk@ista.by • <http://www.ista.by>
отдел расчетов: (017)224-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by



- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Допримо III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Оборудование «Данфосс», «Петтинароли» для энергосбережения: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 м³/ч с возможностью удаленного сбора информации.
- Запорно-регулирующая арматура: шаровые краны, радиаторные вентили, задвижки, фильтры, компенсаторы, обратные клапаны и т.д.
- Насосное оборудование «Грундфос».

УНП 100338436

Энергосмесь

Разрабатывается научно-техническая программа Союзного государства в области солнечной энергетики

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в рамках своей компетенции рассмотрел проект Концепции научно-технической программы Союзного государства «Создание нового поколения компонентов солнечных энергетических систем».

Инициаторами разработки ГНП являются с белорусской стороны – ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника», с российской – Рязанский государственный радиотехнический уни-

верситет. Государственными заказчиками программы предполагаются Национальная академия наук Беларуси и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

По результатам обсуждения Постоянный комитет Союзного государства и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации дали положительную оценку проекту концепции и признали целесообразным выполнение программы.

Департамент по энергоэффективности в своем письме выразил уверенность,

что выполненная на текущем этапе белорусскими и российскими специалистами – учеными детальная проработка всех аспектов проекта Концепции научно-технической программы Союзного государства «Создание нового поколения компонентов солнечных энергетических систем», в том числе вопросов практического внедрения полученной научно-технической продукции, будет являться залогом ее успешности и эффективной реализации. ■

Д. Станюта



ВОДА & ТЕПЛО

23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

24-27
МАЯ 2022

— — — — —
📍
МИНСК, ПР. ПОБЕДИТЕЛЕЙ, 20/2
ФУТБОЛЬНЫЙ МАНЕЖ



Чемпионат монтажников
ТЕХНАРЬ PRO

VODAEXPO.BY

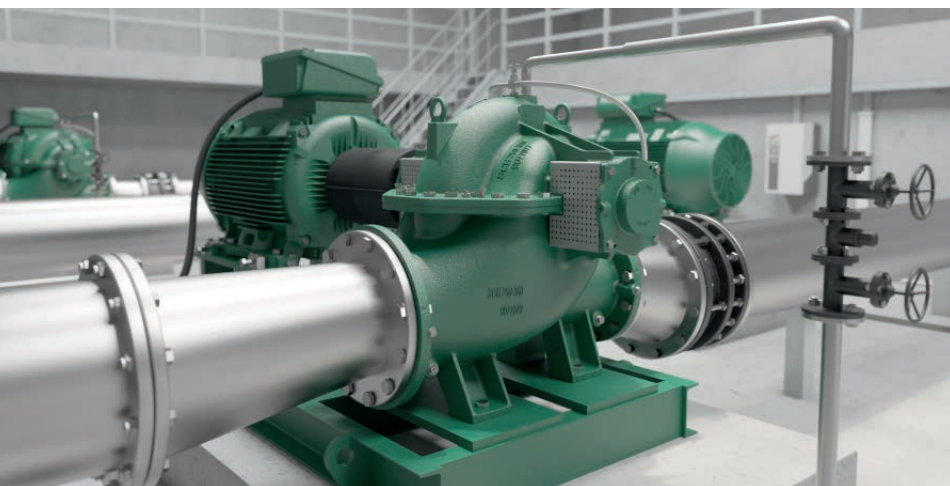


[#водаитепло](https://www.instagram.com/водаитепло)

(+375 17) 368 74 38

ОРГАНИЗАТОР

 **ЭКСПОФОРУМ**
выставочное предприятие



Wilo-Atmos TERA SCH предназначен для перекачивания больших объемов воды в городских сетях водоснабжения и теплоснабжения, а также для использования на промышленных объектах и в горнодобывающей промышленности.

Новинка от концерна Wilo

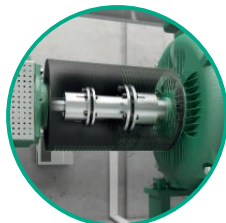
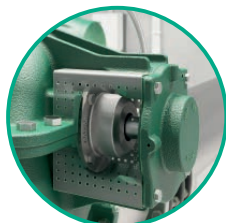
Инновационный насос с осевым разъемом корпуса Wilo-Atmos TERA-SCH

ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ (КПД) и НИЗКИЙ КАВИТАЦИОННЫЙ ЗАПАС (NPSHR)

Абсолютно новая гидравлика, рассчитанная с помощью современных вычислительных методов и ПО. Компьютерная симуляция потока (CFD)

ЛЕГКОСТЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Уникальная конструкция крепления подшипниковых узлов снижает шум и вибрацию, а также позволяет производить замену торцевого уплотнения (СТУ) без снятия крышки корпуса, что существенно упрощает процесс. Возможность установки СТУ как с втулкой вала, так и без



УДОБСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Насосный агрегат комплектуется разборной муфтой со спейсером, что удобно для технического обслуживания (замены подшипников и СТУ)

КОМПАКТНОСТЬ

Более короткий вал снижает шум и вибрацию, а главное – значительно уменьшает габаритные размеры насоса

ДОСТУПНОСТЬ

Благодаря компактному дизайну и меньшей металлоемкости насос существенно дешевле аналогов



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Серия Atmos TERA-SCH представлена 37 моделями
- Подача до 4500 м³/ч
- Напор до 150 м
- Температура перекачиваемой жидкости: от -20 °С до +120 °С
- Макс. рабочее давление: PN 10, PN 16

Автоматизированный подбор насосов серии Atmos TERA-SCH доступен в программе **Wilo-Select** на www.wilo.by

Инженеры Wilo помогут подобрать эффективное решение для Вашего объекта:

8 044 553-59-72 | 8 029 611-96-35 | 8 044 726-02-13 | wilo@wilo.by