

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и
теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>к.т.н., доцент (Россия)</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD, доцент</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

**А. Ш. Алимгазин¹, И. А. Султангузин², Ю. В. Яворовский²,
И. Г. Ахметова³, А. Н. Бергузинов⁴**

¹Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,

г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

²Национальный исследовательский университет «МЭИ»,

г. Москва, 101000, Российская Федерация;

³Казанский государственный энергетический университет,

г. Казань, 420000, Российская Федерация;

⁴Торайгыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В статье рассматриваются вопросы, связанные с применением абсорбционных холодильных технологий, которые очень широко распространены в энергетике, различных отраслях промышленности, системах комфортного кондиционирования зданий различного назначения и т.п. ведущих стран мира. АБХМ утилизируют сбросную теплоту для производства холода (как правило, для производства охлажденной воды с температурой до +5 °С). АБТН являются высокоэффективным энергосберегающим оборудованием для теплоснабжения и горячего водоснабжения различных объектов и предназначены для производства теплоты более высокого температурного уровня (горячая вода или пар) до 50–90 °С из энергии низкого потенциала за счёт энергии высокого потенциала (перенос тепловой энергии).

Ключевые слова: энергоэффективность, абсорбционные трансформаторы теплоты, абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы, абсорбционные холодильные машины.

Введение

В настоящее время абсорбционные трансформаторы теплоты (АТТ) очень известны во всем мире, широко распространены в энергетике, различных отраслях промышленности, системах комфортного кондиционирования зданий различного назначения и т.п. [1–5].

Они позволяют утилизировать низкопотенциальные тепловые ресурсы 2 способами: посредством абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин (АБХМ) или абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов (АБТН).

Важнейшее преимущество АБХМ и АБТН – возможность их использования в качестве теплоутилизаторов.

АБХМ – активно применяемые инструменты энергосбережения в развитых странах. Министерство энергетики США, Директорат по энергетике Еврокомиссии (для всей Еврозоны) на протяжении десяти лет ведут активную пропаганду такого оборудования.

Лидерами в применении АБХМ и АБТН являются азиатские страны с дорогими энергоресурсами.

АБХМ становятся все более популярными и в странах СНГ (России, Белоруссии), поскольку обеспечивают [1, 2]:

- снижение удельного потребления топлива по электрической и тепловой компонентам;

- снижение эксплуатационных затрат;

- увеличение надежности и эффективности электрогенерации;

- улучшение условий эксплуатации энергетического оборудования;

- улучшение экологических характеристик (снижение потребления топлива, снижение выбросов в атмосферу, снижение потребления природной воды).

Сегодня АБХМ активно используют в различных отраслях промышленности, кондиционировании жилых и общественных помещений.

Как показывает мировой опыт [1–5, 10, 12], одним из перспективных путей повышения энергоэффективности объектов генерации (ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС) является широкое применение абсорбционных холодильных машин и тепловых насосов.

Материалы и методы

Применение АБХМ в энергетике дает возможность вырабатывать холод из тепловой энергии (пар, горячая вода, отходящие/дымовые газы) и использовать его для повышения эффективности работы энергетических установок, для собственных нужд ТЭС или для продажи внешним потребителям.

Применение АБХМ в энергетике рационально, поскольку производство электрической энергии сопровождается выделением тепловой энергии, которую могут утилизировать системы теплоснабжения. Однако в межотопительный период огромное количество тепловой энергии сбрасывается в атмосферу. Это не экономично и не экологично.

Применением АБХМ в энергетике предлагается из тепловой энергии (пар, горячая вода, отходящие/дымовые газы) вырабатывать холод и использовать его для повышения эффективности работы энергетических установок (для

собственных нужд ТЭС) или продавать холод внешним потребителям, расположенным не далее 2–3 км от ТЭС (торговые комплексы, бизнес-центры, гостиницы, спортивные сооружения, то есть в любые здания, где применяют кондиционирование воздуха.

Охлаждения требуют многие системы ТЭС: трансформаторные блоки, масляные системы, конденсаторы паровых турбин и пр.

Очень перспективным является применение на промышленных предприятиях: АБХМ применяют в системах комфортного и технологического кондиционирования промышленных предприятий.

До 80 % АБХМ используют именно в промышленности, поскольку на энергоемких предприятиях всегда есть излишки тепловой энергии, которую необходимо утилизировать: горячая вода, пар, отходящие (дымовые) газы.

АБХМ определяют эффективность технологии в следующих отраслях: нефтехимии и нефтепереработке, металлургии, текстильной, химической промышленности, на пищевых и других производствах.

Промышленный холод крайне важен для стабильности выхода продукции на нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах.

Снижение температуры оборотного водоснабжения зачастую определяет эффективность переработки нефтепродуктов.

Промышленный холод является неотъемлемой частью многих технологических процессов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, в частности охлаждения сред в процессах каталитического крекинга: охлаждение паров с колонны ректификации, паров жирного газа после компримирования, паров головки стабилизации и пр. технологические решения, в том числе, охлаждение абсорбента при нефтепереработке. Обеспечить стабильный выход продукта позволит только использование искусственного холода. Наиболее эффективно для этих целей применение АБХМ, поскольку АБХМ для работы потребляют не электрическую, а тепловую энергию, часто имеющуюся на предприятии в избытке. В качестве греющего источника для работы АБХМ можно использовать, например, пар с давлением не ниже 1 атм.

Промышленный холод широко применяется в металлургической промышленности и определяет эффективность технологий черной и цветной металлургии: сталелитейного производства, производство чугуна, алюминия, никеля, кобальта и пр. Снижение влажности дутья достигается применением осушительных установок на базе АБХМ.

В металлургии высокие тепловыделения в цехах могут привести не только к нарушению условий труда, но и к разрушению строительных конструкций. Обеспечение кондиционирования жарких цехов рационально строить на базе АБХМ, поскольку на металлургических предприятиях бросовая тепловая энергия имеется в избытке (отходящие газы, горячая вода).

В химической промышленности (производстве удобрений) АБХМ часто используют для осушения воздуха. Высокая влажность гранулированных продуктов затрудняет их отгрузку и транспортировку. Поэтому АБХМ используют для охлаждения воздуха. В процессе охлаждения излишняя влага конденсируется, затем воздух снова нагревается и с низкой влажностью поступает на охлаждение гранулированной продукции.

Известен мировой опыт применения АБТН в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий (КНР, Дания, Швеция, Финляндия и другие страны) [3–5].

Так, например, Китай – страна с самой быстро развивающейся промышленностью и энергетикой, но их развитие сдерживается дефицитом и высокой стоимостью энергетических ресурсов. Стоимость газа в Китае примерно в 5,5 раз выше, чем в России, поэтому при таких условиях вопросы энергосбережения встают особенно остро.

В связи с этим в стране на законодательном уровне запрещена эксплуатация ТЭЦ без применения абсорбционных тепловых насосов [3, 4].

Второе решение для ТЭЦ – утилизация тепловой энергии с помощью АБТН вспомогательного водоохлаждаемого оборудования (подшипники, генератор, питательные насосы и др.) и, в некоторых случаях, паровых конденсаторов.

На китайских ТЭЦ установлено несколько тысяч АБТН производства Shuangliang Eco-Energy. Максимальная единичная мощность АБТН Shuangliang – 98 МВт.

На одной из ТЭЦ Китая работает четыре АБТН Shuangliang, общей суммарной мощностью 400 МВт.

В среднем мощности АБТН на ТЭЦ Китая меньше. В качестве примера можно рассмотреть муниципальную угольную станцию в г. Янгкванг. На ней установлены шесть АБТН мощностью 30 МВт каждая, в общей сложности 180 МВт. Они утилизируют бросовую воду с градиентом с параметрами 30/40 °С. В качестве греющего источника применяется пар с избыточным давлением в 5 бар. АБТН дают горячую воду 90/70 °С, которая поступает потребителям.

Таким образом, станция дополнительно зарабатывает около \$ 5 млн, не учитывая экономию топлива в 49 300 тонн ежегодно. Окупаемость проекта составила менее 2 лет.

Результаты и обсуждение

В Республике Казахстан исследование возможностей применения АБХМ и АБТН на предприятиях находятся на начальном уровне.

На протяжении ряда лет казахстанскими и российскими учеными (ЗАО «Энергия», г. Новосибирск, НИУ «МЭИ») проводятся совместные исследования по разработке схем и технологий только с применением

парокомпрессионных тепловых насосов (ПКТН) с использованием сбросной теплоты систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий (ТЭЦ, металлургических комбинатов, нефтеперерабатывающих заводов и т.д.) для повышения эффективности работы теплоэнергетического оборудования этих предприятий [6–9].

Применение АБХМ в энергетике Республики Казахстан рационально, т.к. производство электрической энергии сопровождается выделением тепловой энергии, которую могут утилизировать системы теплоснабжения.

Охлаждения требуют многие системы ТЭС и ТЭЦ: трансформаторные блоки, масляные системы, конденсаторы паровых турбин и пр.

Однако, критически важной бывает температура воздуха на входе в компрессор газотурбинной установки (ГТУ).

Известно, что при повышении температуры воздуха на всасывании в компрессор ГТУ объем вырабатываемой электрической мощности снижается, а объем потребления газа повышается. Номинальная мощность ГТУ указывается для температуры $+15^{\circ}\text{C}$, но при температуре $+35^{\circ}\text{C}$ мы видим падение мощности на 15–20 %. Более того, снижение мощности может привести к аварийной остановке агрегата и далее, к веерному отключению потребителей

Существуют различные технические схемы охлаждения воздуха, среди которых применение АБХМ считается наиболее перспективным.

В 2016 г. начаты пилотные работы по повышению энергоэффективности работы оборудования на Жанажольской газотурбинной электростанции (ГТЭС) (Актюбинская обл.) путем применения АБХМ на ГТУ № 5, 6, 7.

Внедрена одна АБХМ фирмы «Thermax» (Индия) холодопроизводительностью ~ 3150 кВт с использованием в качестве энергоисточника выхлопных газов от ГТУ и двух градирен открытого типа.

Общий вид и технические характеристики АБХМ приведены на Рисунке 1 и в Таблице 1.

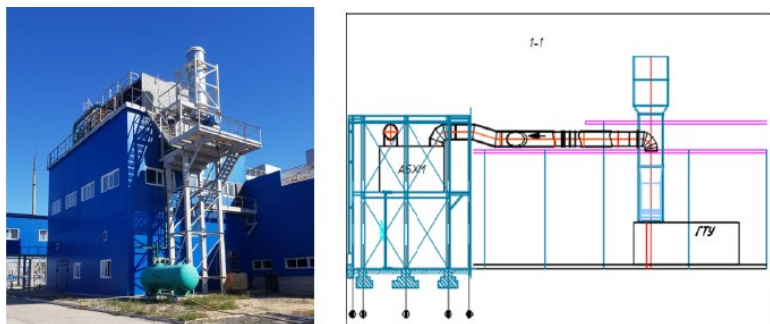


Рисунок 1 – Общий вид и схема соединения АБХМ фирмы «Thermax»

Таблица 1 – Характеристики АБХМ

№ п/п	Наименование характеристики	Величина, характеристика
1	Хладоноситель	Охлажденная вода
2	Рабочее вещество холодильной машины	Водный раствор LiBr
3	Основной источник энергоснабжения – теплоноситель	Выхлопные газы от ГТУ
4	Система отвода некомпенсированной теплоты в окружающую среду	Оборотное водоснабжение с градирнями
5	Установленная холодильная мощность в расчетных летних условиях при температуре хладоносителя на входе в холодильную станцию $t_{s1} = 15^\circ\text{C}$ и на выходе $t_{s2} = 8^\circ\text{C}$, кВт	~ 3150
6	Общий расход хладоносителя, м ³ /ч	386,5
7	Общий расход теплоносителя, кг/ч	45 000
8	Температура выхлопных газов на входе (t_{f1})/ выходе (t_{f2}), °C	355/192
9	Общая установленная мощность электроприемников, кВт	260
10	Водопотребление на подпитку градирен в расчетных летних условиях (не более), м ³ /ч	14,1
12	Категория по взрывопожароопасности машинного отделения	В 4
13	Категория надежности электроснабжения	II
14	Наличие вредных выбросов	отсутствуют

Станция спроектирована при параметрах хладоносителя в расчетном летнем режиме:

- холодопроизводительность ~3150 кВт при температурах на входе и выходе холодильной станции $t_{s1}/t_{s2} 15^\circ\text{C}/8^\circ\text{C}$ с возможностью регулирования производительности от 10 до 100 %;

- статическое давление в возвратном коллекторе $P_{s1} \sim 0,06$ МПа;

- характеристики внешних объектов по магистралям (см.Табл.1).

Хладоносителем является вода, прошедшая водоподготовку, ее циркуляция обеспечивается насосами холодильной станции. Минимальный расход хладоносителя, подаваемого в холодильную машину составляет 50 % от номинального.

Холодильная станция спроектирована на базе одной холодильной машины абсорбционного типа модели 2D 5M C фирмы «Thermax», работающей на растворе LiBr-H₂O (с использованием в качестве энергоисточника выхлопные

газы от ГТУ) и двух градиен открытого типа модели S3E 1222-07P/H фирмы «Baltimore». В циркуляционном контуре градиен в качестве охлаждающей среды применяется вода, прошедшая водоподготовку (ОСМОС).

Проход выхлопных газов через АБХМ осуществляется с помощью дымососа. Номинальный расход выхлопных газов составляет 45 000 кг/ч при расчетной температуре на входе в генератор АБХМ $t_{11} = 355^{\circ}\text{C}$ и выходе $t_{12} = 192^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3 – Эффективность работы АБХМ за 2020 год

Наименование параметра	Июнь	Июль	Август	Всего
Прирост электроэнергии, кВтч	178 810	400 860	94 862	674 532
Потребление СН АБХМ, кВтч	9 405	29 185	5 017	43 607
Эффективность, кВтч	169 405	371 675	89 845	630 925
Эффективность, тенге	1 516 175	3 326 491	900 247	5 742 913

В Республике Казахстан перспективно активное использование АБХМ в различных отраслях промышленности [8,10–12].

В 2019–2020 годах учеными ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, НИУ «МЭИ», Старт-компании ТОО «БМТУ» проводятся совместно со специалистами из КНР работы по оценке возможностей применения АБХМ на Аксуском заводе ферросплавов – филиале АО «ТНК «Казхром» с использованием альтернативных источников энергии на различных объектах предприятия [8, 12]. Впервые на примере крупного металлургического предприятия страны будут проведены исследования различных схем применения абсорбционных технологий нагрева и охлаждения с утилизацией ВЭР ПЦ № 4 в АБХМ в летний период и с помощью АБТН в зимний период.

Очень перспективным направлением применения АБХМ в Республике Казахстан является тригенерация, т.е. внедрение тригене-рационных энергоцентров.

Во всем мире существует множество примеров применения тригенерации в гостиничной сфере, строительстве и модернизации аэропортов, образовательных учреждениях, деловых и административных комплексах, центрах обработки данных, немало примеров и в промышленности – текстильной, металлургической, пищевой, химической, целлюлозно-бумажной, машиностроительной и т.п.

Самый первый проект с концепцией тригенерации был разработан в 1998 году совместными усилиями Министерства Энергетики США, национальной лабораторией ORNL и производителем АБХМ* BROAD и реализован в США в 2001 году.

Тригенерация основана на применении АБХМ, которые в качестве основного источника энергии используют тепло и позволяют вырабатывать холод и тепло в зависимости от потребностей объекта. При этом применение обычных котлов, как в когенерации, в такой схеме не является обязательным условием. Помимо традиционных тепла и электричества тригенерация обеспечивает производство холода в АБХМ (в виде захлажденной воды) для технологических нужд или для кондиционирования помещений.

Процесс производства электричества так или иначе происходит с большими потерями тепловой энергии (например, с выхлопными газами генераторных машин). Вовлечение этого тепла в процесс получения холода, во-первых, минимизирует потери, повышая итоговый КПД цикла, а во-вторых, позволяет снизить потребление электроэнергии объекта по сравнению с традиционными технологиями выработки холода с применением парокомпрессионных холодильных машин.

Первый и самый важный критерий – потребность в холоде. Без холода тригенерация не состоится. Самое распространенное его применение на сегодняшний день – кондиционирование общественных зданий. Это могут быть и бизнес-центры, и административные здания, больничные и гостиничные комплексы, спортивные объекты, торгово-развлекательные центры и аквапарки, музеи и выставочные павильоны, здания аэропортов – словом, все объекты, где одновременно находится множество людей, где для создания комфортного микроклимата требуется система центрального кондиционирования.

Наиболее оправданно применение АБХМ для подобных объектов площадью от 20–30 тыс. м² (бизнес-центр средних размеров) и заканчивая гигантскими объектами в несколько сотен тысяч квадратных метров и даже больше (торгово-развлекательные комплексы и аэропорты). Но на таких объектах должен быть спрос не только на холод и электроэнергию, но и на теплоснабжение. Причем теплоснабжение – это не только отопление помещений в зимнее время, но и круглогодичное снабжение объекта горячей водой для нужд ГВС. Чем полнее используются возможности тригенерационного энергоцентра, тем выше его эффективность.

В Казахстане также имеются первые примеры успешного применения АБХМ в гостиничной сфере (5-ти звездочный отель «Royal Tulip Almaty», 2008 г., в системах центрального кондиционирования отеля «Султан Палас» (г. Атырау), 2018 г.), ТЦ «Arau City Mall» (г. Кызыл-орда, 2018 г.), бизнес-центрах и др.

Выводы

1 Внедрение инновационного энергосберегающего оборудования, каким являются АБТН и АБХМ, для большинства предприятий Республики Казахстан может стать реальным способом повышения степени использования

топливно-энергетических ресурсов – как в системах теплоснабжения, так и в теплотехнологических системах, что еще более перспективно и экономически выгодно.

2 В мировой практике до 80 % АБХМ используют именно в промышленности, т.к. на энергоемких предприятиях всегда есть излишки тепловой энергии, которые необходимо утилизировать: горячая вода, пар, отходящие (дымовые) газы. Особое внимание следует уделять крупным отраслям, например, энергетике, нефтехимии, черной и цветной металлургии, где имеется значительное количество избыточного тепла в виде промышленных стоков или оборотных циклов [1–5, 10–12].

3 Модернизация промышленных предприятий с применением АТТ в Республике Казахстан является первостепенной задачей для энергоэффективного и экологичного развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК), металлургии, нефтехимического комплекса, агропромышленных предприятий и т.д.

Список использованных источников

1 **Попов, А. В., Попов, А. Влад., Корольков, А. Г.** Абсорбционные бромистолитиевые водоохлаждающие и нагревательные трансформаторы теплоты//Проблемы энергосбережения. 2003. № 1.

2 **Бараненко, А. В., Тимофеевский, Л. С., Долотов, А. Г., Попов, А. В.** Абсорбционные преобразователи теплоты: Монография. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 338 с.

3 **Wei Wu, Baolong Wang, Wenxing Shi, Xianting Li.** Absorption heating technologies: A review and perspective/ Applied Energy 130, 2014, P. 51–71.

4 **Xiaoyun, X., Yi, J.** Absorption heat exchangers for long-distance heat transportation // Energy. 2017. – Vol. 141. – P. 2242–2250.

5 **Dorothee Keppler,** Absorption chillers as a contribution to a climate-friendly refrigeration supply regime: Factors of influence on their further diffusion // Journal of Cleaner Production 172 (2018). – 1535–1544.

6 **Алимгазин, А. Ш., Алимгазина, (Бахтиярова) С. Г.** Разработка технологий и внедрение теплонасосных систем теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в Республике Казахстан с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. – Астана: Изд-во «Арт-принт», 2010. – 171 с.

7 **Алимгазин, А. Ш., Алимгазина, С. Г.** Теплонасосные технологии для теплоснабжения различных объектов. Опыт Республики Казахстан// АВОК-Энергосбережение-2013. – № 8. – С. 68–73.

8 **Прищепова, С. А., Султангузин, И. А., Алимгазин, А. Ш.,**

Евсеев, И. В., Федюхин, А. В., Бартенев, А. И., Яворовский, Ю. В. Использование низкотемпературных ВЭР с применением трансформаторов теплоты в цветной металлургии. // Надежность и безопасность энергетики. – г. Москва. – 2020. – № 2. – С. 97–104.

9 Alimgazin, A. Sh., Alimgazina, S. G., Zhumagulov, M. G. Heat pump in a new modular configuration to recover low-grade heat emissions at enterprises // E3S Web of Conferences 178, 01003 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017801003> HSTED-2020.

10 Yavorovsky, Yu. V., Bartenev, A. I., Sultanguzin, I. A., Alimgazin, A. Sh., Prishchepova, S. A., Kalyakin, I. D. Improving energy and environmental efficiency of combined heat-and power plant based on absorption heat transformers. // E3S Web of Conferences 178, 01010 (2020).

11 Alimgazin, A. Sh., Prishchepova, S. A., Sultanguzin, I. A., Fedyukhin, A. V., Yavorovsky, Yu. V., Bartenev, A. I. The use of heat transformers for the low-temperature secondary energy resources recovery in non-ferrous metallurgy enterprises. // E3S Web of Conferences 178, 01017 (2020).

12 Яворовский, Ю. В., Султангузин, И. А., Алимгазин, А. Ш., Бартенев, А. И., Прищепова, С. А., Трушин, Е. С. Повышение энергетической и экологической эффективности теплоэлектроцентрали на основе применения абсорбционных трансформаторов теплоты // Вестник МЭИ, 2020. – № 4, С. 89–97.

References

1 Popov, A. V., Popov, A. Vlad., Korol'kov, A. G. Absorbtsionny'e bromistolitievyy'e vodooxlazhdayushhie i nagrevatel'ny'e transformatory` teploty` // Problemy` energosberezheniya. [Popov A.V., Popov A.V., Korol'kov A. G. Absorption lithium bromide water-cooling and heating thermal transformers / / problems of energy saving]. – 2003. № 1.

2 Baranenko, A. V., Timofeevskij, L. S., Dolotov, A. G., Popov, A. V. Absorbtsionny'e preobrazovateli teploty`.

3 Wei Wu, Baolong Wang, Wenxing Shi, Xianting Li. Absorption heating technologies : A review and perspective/ Applied Energy 130, 2014, P. 51–71.

4 Xiaoyun, X., Yi, J. Absorption heat exchangers for long-distance heat transportation // Energy. 2017. Vol. 141. P. 2242–2250.

5 Dorothee Keppler, Absorption chillers as a contribution to a climate-friendly refrigeration supply regime: Factors of influence on their further diffusion: Journal of Cleaner Production 172 (2018). – 1535–1544.

6 Alimgazin, A. Sh., Alimgazina, (Baxtiyarova) S. G. Razrabotka texnologij

i vnedrenie teplonasosny`x sistem teplosnabzheniya zhily`x, obshhestvenny`x i proizvodstvenny`x zdaniy v Respublike Kazaxstan s ispol`zovaniem netradicionny`x i vozobnovlyaemy`x istochnikov e`nergii. [Alimgazin A. Sh., Alimgazina (bakhtiyarova) S. G. Development of technologies and introduction of heat pump systems for heat supply of residential, public and industrial buildings in the Republic of Kazakhstan using non-traditional and renewable energy sources]. – Astana : Art-print publishing house, 2010. – 171 p.

7 **Alimgazin A. Sh., Alimgazina S. G.** Teplonasosny`e texnologii dlya teplosnabzheniya razlichny`x ob`ektov. Opy`t Respubliki Kazaxstan//AVOK-E`nergoberezhenie. [Alimgazin A. sh., Alimgazina S. G. heat pump technologies of heat supply of various objects. Experience of the Republic of Kazakhstan]. – AVOK-energy saving. – 2013. – No. 8. – P. 68–73.

8 **Prishhepova, S. A., Sultanguzin, I. A., Alimgazin, A. Sh., Evseenko, I. V., Fedyuxin, A. V., Bartenev, A. I., Yavorovskij, Yu. V.** Ispol`zovanie nizkotemperaturny`x VE`R s primeneniem transformatorov teploty` v czvetnoj metallurgii.// Nadezhnost` i bezopasnost` e`nergetiki. [Prishchepova S. A., Sultanguzin I. A., Alimgazin A. Sh., Evseenko I. V., Fedyukhin A. V., Bartenev A. I., yavorovsky Yu. V. Application of low-temperature Ver with the use of thermal transformers in non-ferrous metallurgy]. – Moscow. – 2020. – No. 2. – P. 97–104.

9 **Alimgazin, A. Sh., Alimgazina, S. G., Zhumagulov, M. G.** Heat pump in a new modular configuration to recover low-grade heat emissions at enterprises//E3S Web of Conferences 178, 01003 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017801003> HSTED-2020.

10 **Yavorovsky, Yu. V., Bartenev, A. I., Sultanguzin, I. A., Alimgazin, A. Sh., Prishchepova, S. A., Kalyakin, I. D.** Improving energy and environmental efficiency of combined heat-and power plant based on absorption heat transformers.//E3S Web of Conferences 178, 01010 (2020).

11 **Alimgazin, A. Sh., Prishchepova, S. A., Sultanguzin, I. A., Fedyukhin, A. V., Yavorovsky, Yu. V., Bartenev, A. I.** The use of heat transformers for the low-temperature secondary energy resources recovery in non-ferrous metallurgy enterprises.//E3S Web of Conferences 178, 01017 (2020).

12 **Yavorovskij, Yu. V., Sultanguzin, I. A., Alimgazin, A. Sh., Bartenev, A. I., Prishhepova, S. A., Trushin, E. S.** Povy`shenie e`nergeticheskoy i e`kologicheskoy e`ffektivnosti teploe`lektrocentrali na osnove primeneniya absorbcionny`x transformatorov teploty`. [Yavorovsky Yu. V., Sultanguzin I. A., Alimgazin A. sh., Bartenev A. I., Prishchepova S. A., Trushin E. S. Improving the energy and environmental efficiency of thermal power plants based on the use of absorption thermal transformers]. – Vestnik MEI, 2020. – No. 4, P. 89–97.

Материал поступил в редакцию 11.12.20.

А. Ш. Алимгазин¹, И. А. Султангузин², Ю. В. Яворовский²,

И. Г. Ахметова³, А. Н. Бергузинов⁴

Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік кәсіпорындарының энергетикалық тиімділігін арттыру үшін абсорбциялық жылу трансформаторларын қолдану перспективалары

¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы;

²«МЭИ» Ұлттық зерттеу университеті,

Мәскеу қ., Ресей Федерациясы;

³Қазан мемлекеттік энергетикалық университеті,

Қазан қ., Ресей Федерациясы;

⁴Торайғыров университеті,

Павлодар қ., Қазақстан Республикасы.

Материал баспаға 11.12.20 түсті.

A. Sh. Alimgazin¹, I. A. Sultanguzin², Yu. V. Yavorovsky²,

I. G. Akhmetova³, A. N. Berguzinov⁴

Prospects for the use of heat absorption transformers to improve the energy efficiency of industrial enterprises of the Republic of Kazakhstan

¹L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

²National Research University «MPEI»,

Moscow, Russian Federation;

³Kazan State Power Engineering University,

Kazan, Russia Federation;

⁴Toraighyrov University,

Pavlodar, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.20.

Мақалада энергетика және әлемнің жетекші елдерінде кеңінен таралған абсорбциялық тоңазытқыш технологияларды қолдану, сонымен қатар өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кондиционерлеу жүйесі туралы өзекті мәселелер қарастырылған. АБТМ суықты өндіру үшін (әдетте +5 °C дейінгі температурамен салқындатылған суды өндіру үшін) тастанды жылдуды кәдеге жаратады. АБЖС әр түрлі нысандарды жылумен және ыстық сумен жабдықтауға арналған жоғары тиімді энергия үнемдейтін жабдық болып табылады және жоғары температура деңгейіндегі жылдуды өндіруге арналған (ыстық су немесе бу) 50–90 °C дейін төмен потенциалдық энергиядан жоғары потенциалдық энергияға байланысты (жылу энергиясын тасымалдау).

Кілтті сөздер: энергия тиімділігі, абсорбциялық жылу

трансформаторлары, абсорбциялық бромистолитиялық жылу сорғылары, абсорбциялық тоңазытқыш машиналар.

The article deals with issues related to the use of absorption refrigeration technologies, which are very widespread in the energy sector; various industries, comfort air conditioning systems for buildings of various purposes, etc. in the leading countries of the world. ABRM utilize waste heat for the production of cold (usually for the production of chilled water with a temperature of up to +5 °C). ABHP are highly efficient energy-saving equipment for heat supply and hot water supply of various facilities and are designed to produce heat of a higher temperature level (hot water or steam) up to 50–90 °C from low-potential energy at the expense of high-potential energy (heat transfer).

Keywords: energy efficiency, absorption heat transformers, absorption lithium bromide heat pumps, absorption refrigerating machines.

Теруге 11.12.2020 ж. жіберілді. Басуға 17.12.2020 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

3,99 Mb RAM

Шартты баспа табағы 26,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3715

Сдано в набор 11.12.2020 г. Подписано в печать 17.12.2020 г.

Электронное издание

3,99 Mb RAM

Усл. печ. л. 26,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3715

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz