

Пути достижения углеродной нейтральности в РК с применением технологий трансформации теплоты с использованием НВИЭ



**А.Ш.Алимгазин, д.т.н., профессор,
директор НИИ «Энергосбережение и
энергоэффективные технологии»
НАО «ЕНУ им.Л.Н.Гумилева»
г. Казань, 6.04.2023 г.**

- **Переход к низкоуглеродному развитию и декарбонизации национальной экономики Казахстана предполагает принятие кардинальных мер по повышению энергоэффективности и внедрению новых низкоуглеродных технологий.**
- **В настоящее время в РК идет процесс принятия решений в области обоснования национальной позиции в климатическом переговорном процессе, реализации *«Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года»* (Указ Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121)**



- По последним данным, Казахстан входит в **30 стран-загрязнителей** в глобальном рейтинге.
- Согласно данным The Global Carbon Atlas, вклад Казахстана в глобальные выбросы **CO₂** по итогам 2019 года составил **314 мегатонн CO₂**.
- По **объему выбросов CO₂** Казахстан занял **21-е место** среди более **221 страны**.
- Сегодня в структуре генерации нашей страны угольная генерация составляет свыше **70%**, и в **ближайшие 15 лет** данный показатель планируется **снизить до 50%** за счет использования НДТ, развития ВИЭ и водородной энергетики, ввода новых газотурбинных электрических станций, развития децентрализованного энергоснабжения, утилизации ТБО и т.д

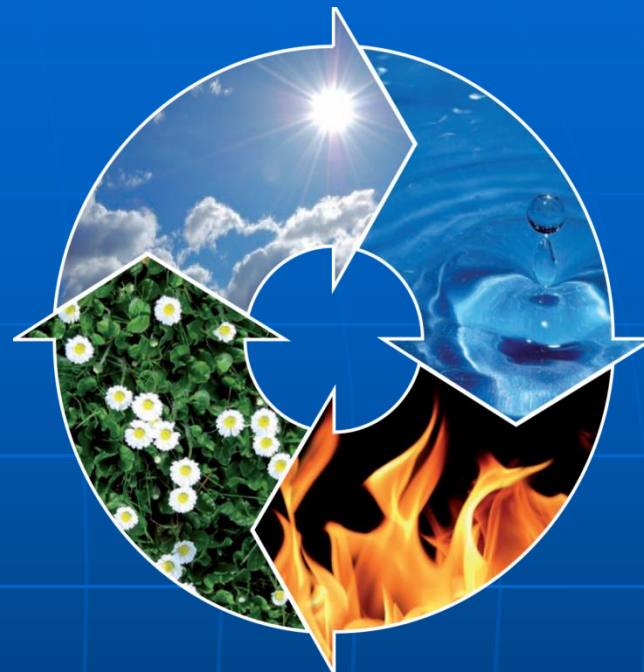
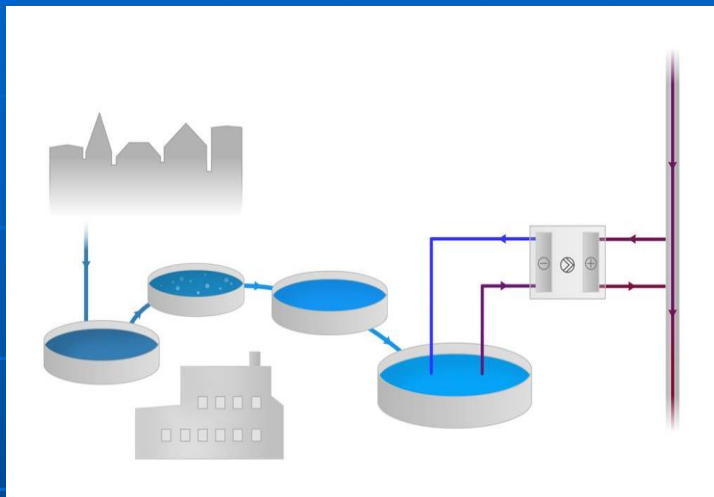
Применение трансформаторов теплоты

- Как показывает мировой опыт, одним из перспективных направлений декарбонизации добывающих отраслей в РК, повышения энергоэффективности производственных процессов, существенного снижения его энергоемкости, являются технологии, связанные с применением трансформаторов теплоты (ТТ), к которым относятся:
 - парокомпрессионные тепловые насосы (ПКТН) и холодильные машины (ПКХМ);
 - абсорбционные АБТН и АБХМ

Оценки МЭА по перспективам применения тепловых насосов во всем мире

- Согласно отчету IEA в 2021 году около 10% потребностей в отоплении помещений во всем мире удовлетворялись тепловыми насосами, но темпы установки быстро растут, а продажи достигли рекордного уровня.
- ТН могут сократить глобальные выбросы двуокиси углерода (CO_2) не менее чем на 500 миллионов тонн в 2030 году, что эквивалентно годовым выбросам CO_2 всех автомобилей в Европе сегодня.
- Тем не менее необходима государственная политическая поддержка, чтобы помочь потребителям преодолеть более высокие первоначальные затраты на тепловые насосы по сравнению с альтернативами.
- Финансовые стимулы для тепловых насосов уже доступны более чем в 30 странах, которые в совокупности покрывают сегодня более 70% потребности в теплоснабжении.

Применение трансформаторов теплоты (ТТ) на промышленных предприятиях РК



- В Республике Казахстан действует ряд предприятий черной и цветной металлургии (АО «ТНК «КазХром», АО «АрселорМиттал Темиртау», TOO «KSP Steel», АО «Казцинк» и др.), энергетика (свыше 50 ТЭЦ и крупных котельных, ряд ГРЭС), нефтехимия, машиностроительные заводы и др., где имеются системы технического водоснабжения (оборотные и прямоточные) предприятий (десятки и сотни тысяч м³/час воды) со значительными низкотемпературными тепловыми сбросами (45-55% теплоты сжигаемого топлива).

Данные по объемам охлаждаемой воды в системах технического водоснабжения для некоторых предприятий Республики Казахстан

Наименование предприятия	Вид системы технического водоснабжения (СТВ)	Объемы воды, сбрасываемой для охлаждения в СТВ, тысяч м ³ /час
АО «ТЭЦ-2» г. Нур-Султан	Система оборотного водоснабжения (СОВ) с градирнями	63,0-65,0
АО «Экибастузская ГРЭС-2»	Прямоточная СТВ с отводом нагретой воды через канал в прудоохладитель	110,0-120,0
ТОО «ТЭЦ-2» г. Петропавловска	Прямоточная СТВ с отводом нагретой воды в прудоохладитель	35,0-53,0
ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ-2»	СОВ с градирнями	32,9
ТОО «KSP Steel» (г. Павлодар)	СОВ с градирнями	28,0
АО «Аксуский завод ферросплавов – филиал «ТНК КазХром» (Павлодарская обл.)	СОВ с градирнями	17,0
АО «АрселорМиттал Темиртау»	СОВ с градирнями	5,4 (данные по кислородному отделению №2)
ТОО «Павлодарский НПЗ»	СОВ с градирнями	1,8

- На протяжении двух десятиков лет (с 1999 г. по 2022 г.) казахстанскими и российскими учеными (ЗАО «Энергия», г. Новосибирск, НИУ «МЭИ») проводились совместные исследования по *разработке схем и технологий с применением парокompрессионных ПКТН с использованием сбросного тепла систем СТВ* промышленных предприятий для повышения эффективности работы теплотехнологического оборудования этих предприятий.
- В настоящее время в РК имеются отдельные примеры применения ПКТН на промышленных объектах страны для *утилизации низкопотенциального сбросного тепла предприятий и получения тепла высоких параметров для нужд предприятий.*

Предлагаемое решение

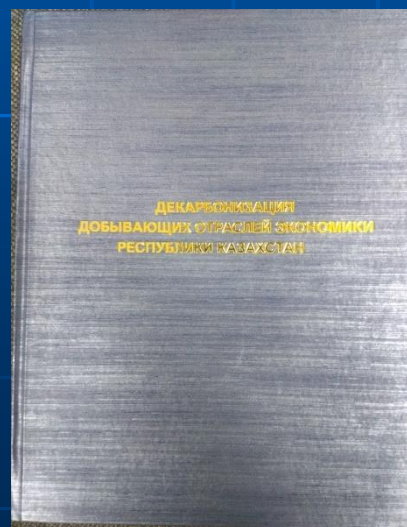
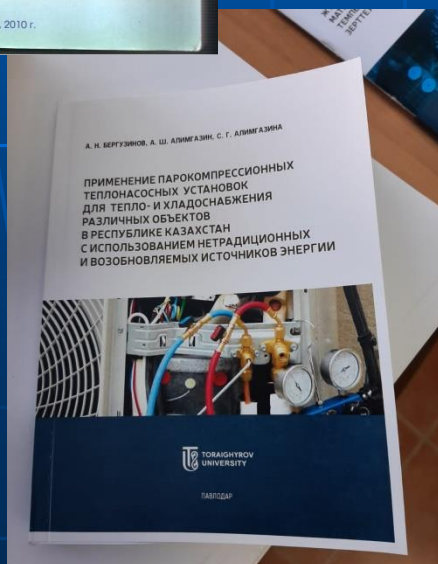
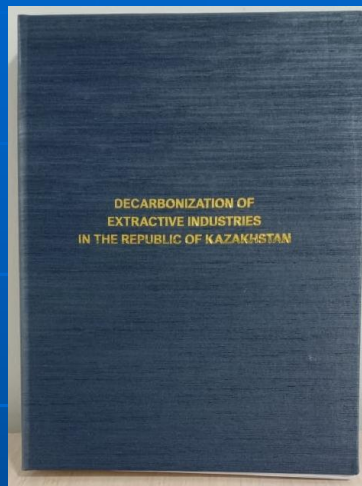
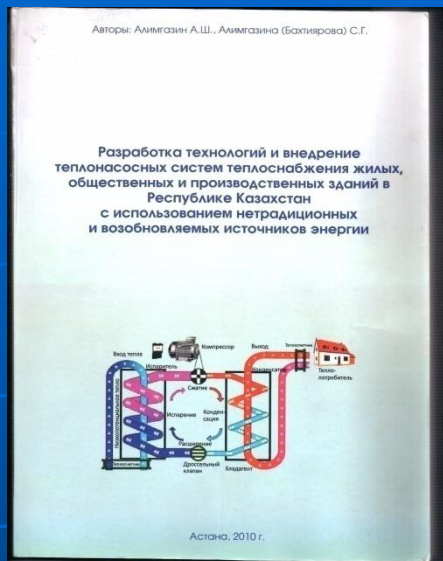
Применение парокомпрессионных теплонасосных технологий в стационарной и блочно-модульной компоновке (БМТУ) на промышленных предприятиях с использованием в качестве источника низкопотенциальной теплоты воды из системы технического водоснабжения (СТВ) с температурой от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$, направляемой вместо градирен (прудов-охладителей, рек) на испарители БМТН.



Примеры применения «зеленых» технологий с использованием НВИЭ в Республике Казахстан



Монографии по применению трансформаторов теплоты, изданные в Республике Казахстан



Основные направления внедрения инновационных «зеленых» технологий в Павлодарской области с использованием альтернативных источников энергии

- Промышленные предприятия региона (ТОО «KSP Steel», Аксуский завод ферросплавов – филиал АО «ТНК «Казхром», АО «Аксуская ГРЭС» и др.) – источник теплоты – низкопотенциальная сбросная вода систем технического водоснабжения (СТВ) предприятий
- Объекты бюджетной сферы (учреждения образования, здравоохранения, культуры, спорта, административные здания и т.д.) – источник теплоты – низкопотенциальная теплота грунтовых вод, геотермальных артезианских источников, теплота грунтов, вентиляционных выбросов и т.д.
- Объекты МСБ (теплицы, фермерские хозяйства, гостиницы, кафе, коттеджи и др.)

Павлодарский филиал ТОО «KSP Steel»

- В период 2017-2021 годы г.г. осуществляется реализация грантового проекта АО «Фонд науки» «Коммерциализация пилотного образца новой блочно-модульной теплонасосной установки (БМТУ) тепловой мощностью 400 кВт для утилизации низкотемпературных тепловых отходов технологических



Блочно-модульная теплонасосная установка (БМТУ) мощностью 472 кВт на объекте азотно-кислородная станция ТОО «KSP Steel» (г.Павлодар)



Экономический эффект от внедрения БМТУ для горячего водоснабжения в прокатном производстве ТОО «KSP Steel»

- **Стоимость годовых эксплуатационных расходов, тыс. тенге/год**
 - ТЭЦ-3 в Павлодаре - **72 180;**
 - тепловые насосы - **13 160;**
- **Стоимость 1 Гкал /час, тенге/ Гкал (НДС)**
 - от ТЭЦ-3 в Павлодаре - **3 313,8;**
 - тепловые насосы - **750**

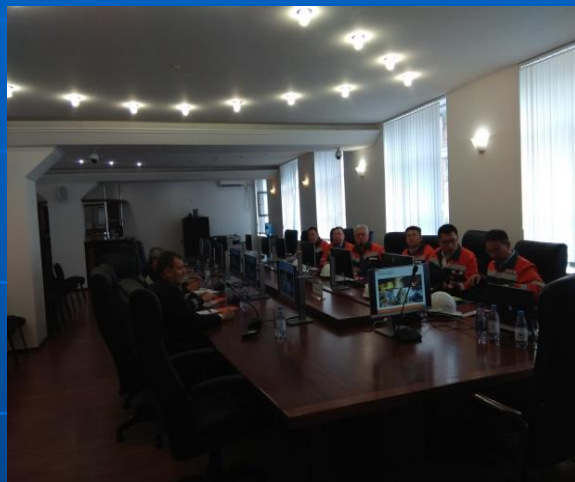
Вывод: стоимость собственного теплонасосного тепла будет в **4,4** меньше, чем **стоимость покупной теплоты от ТЭЦ -3 г.Павлодара**

Аксуский завод ферросплавов (АЗФ) - филиал АО "ТНК "Казхром"

Согласно Протокола от 23.07. 2018 г., встреч с руководством АЗФ, намечена **Программа внедрения тепловых насосов (ТН)** на предприятии, учеными НИИ «ЭиЭТ» проведены расчеты применения ТН как в плавильном цехе №4 (тепловая мощность **1,27 Гкал/час**), так и для нужд всего АЗФ (тепловая мощность **43 Гкал/час**).



Производственное Совещание (29.10.2019 г.) на АЗФ по вопросам внедрения БМТУ в плавильном цехе №4



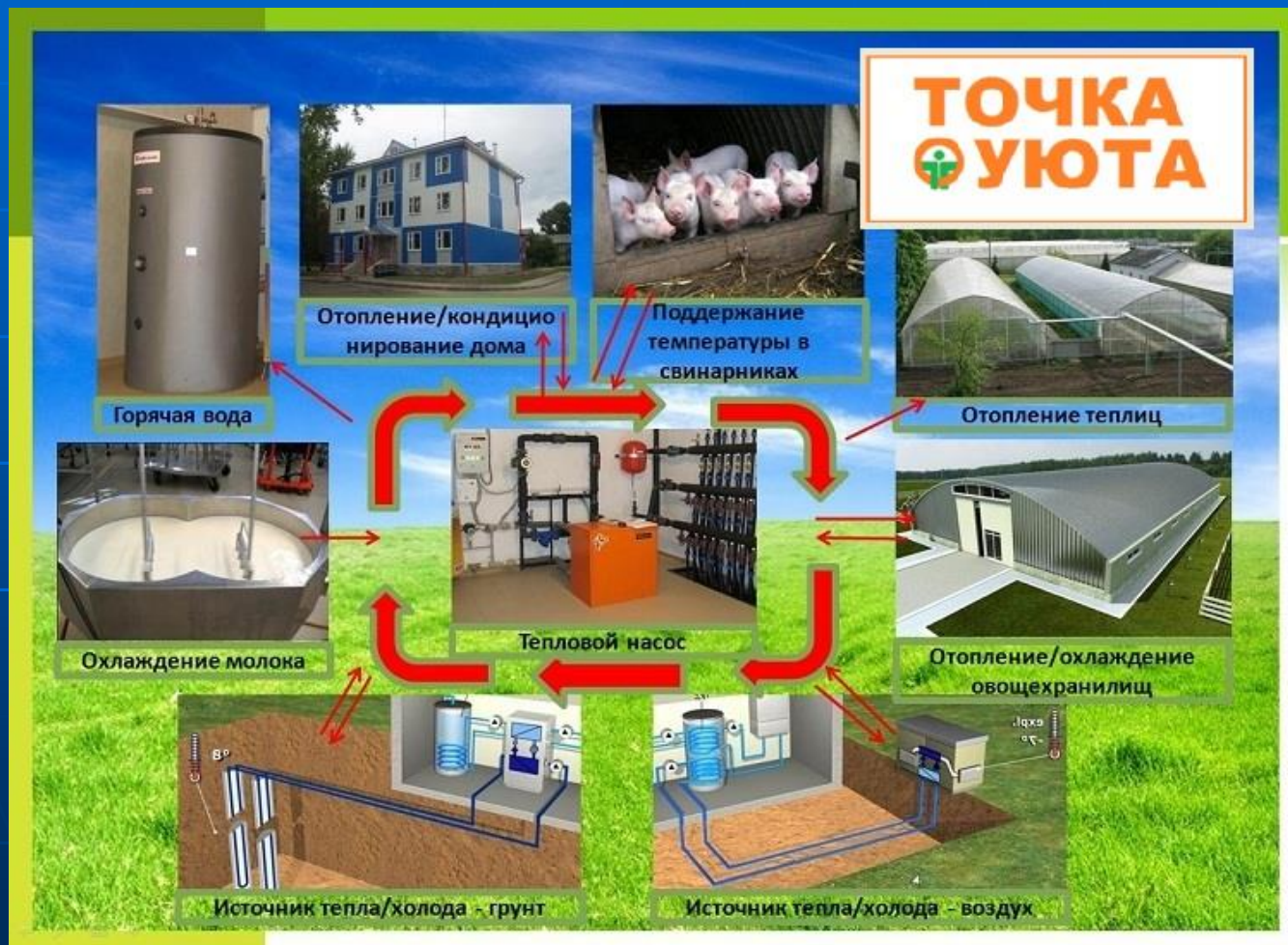
- При реализации проекта внедрения БМТУ планируется покрытие суммарной тепловой нагрузки (отопление +горячее водоснабжение) цеха №4 предприятия **2,34** Гкал/час.



В период с 2019 г. по 2022 г. за счет собственных средств АЗФ практически реализован проект *«Утепление отсадочного комплекса ЦПШл с установкой тепловых насосов для обогрева оборотной воды от элементов охлаждения плавильных печей цеха №1»*, в котором принимают участие ученые НИИ «Энергобережение и энергоэффективные технологии» Университета (научный руководитель – д.т.н, проф. Алимгазин А.Ш.)



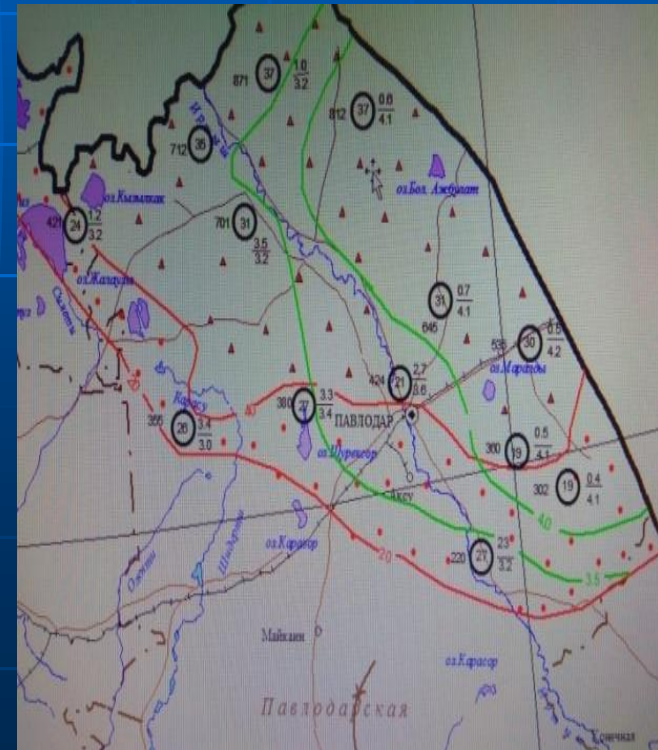
Объекты инфраструктуры агропромышленного комплекса, сельских населенных пунктов



Перспективы использования геотермальной теплоты скважин в различных регионах РК

- По данным гидрогеологических исследований в ряде регионов Павлодарской, Алматинской и других областей РК имеется **большое количество артезианских и геотермальных скважин с достаточным дебетом самоизливающейся воды и температурой от +20°C до 35°C.**

Предложена к внедрению на объектах социальной сферы и аграрного сектора в Павлодарской области конкретная технология и схемы применения ТНУ с использованием в качестве источника теплоты энергии геотермальных скважин с t от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$.



АР 15573567 «Энергообеспечение сельских населенных пунктов путем внедрения низкоуглеродной теплонасосной технологии с использованием теплоты геотермальных источников»

- В настоящее время в рамках *грантового финансирования АО «Фонд науки» по коммерциализации РННТД на 2022-2024 годы* **НАО «ЕНУ им. Л.Н. Гумилева»** с участием сотрудников **НАО «Торайгыров университет»** (специалист по коммерциализации, к.т.н., ас.проф. **Омаров Ж.М.**) проводится начальный этап реализации данного проекта.
- Сумма гранта – **285 128,417** тыс.тенге.
- Частный партнер данного Проекта - **ТОО «Победа» (с.Орловка)**, софинансирование – **60 000,0** тыс.тенге
- Конечный потребитель по данному проекту - **объекты социальной сферы, аграрного и жилого сектора, объекты агропромышленного комплекса с. Орловка Щербактинского района Павлодарской области**

Перспективы использования теплоты геотермальных скважин в с.Орловка (ТОО «Победа») Щербактинского района

в с.Орловка Щербактинского района имеется ряд фермерских хозяйств по переработке сельскохозяйственной продукции, объекты бюджетной сферы (школа, больница, детский сад и т.д.), **теплоснабжение** которых осуществляется от центральной котельной на твердом топливе.

В то же время, по **данным акимата Орловского сельского округа**, на территории округа **имеется ряд артезианских скважин с большим дебетом воды и достаточно ее высокой температурой (до +30С).**



Совещания с акимом Щербактинского района и руководством ТОО «Победа» (январь-февраль 2023 г.)



Сравнение годовых эксплуатационных затрат Орловская средняя школа на отопление от различных теплоисточников (тепловая нагрузка – 0,3 Гкал/час)

№	Название теплоисточника	Стоимость годовых эксплуатационных затрат, $\text{Э}_{\text{год.экс}}$, тенге	Стоимость 1 Гкал/час, тенге/Гкал (с НДС)
1	Центральная котельная с.Орловка	8 535 730	5 503
2	Блочно-модульная теплонасосная установка (БМТУ)	3 148 520	1 408

В действительности суммарный годовой эффект будет больше при полном учете фактических эксплуатационных затрат по угольной котельной (с учетом затрат на покупку угля, затрат на ремонт оборудования, оплаты персонала, экологические платежи и т.д.)

- **Анализ мирового опыта применения АБТН и АБХМ** свидетельствует о том, что применение абсорбционных технологий нагрева и охлаждения на промышленных и гражданских объектах может **существенно снизить эксплуатационные расходы**, поскольку АБХМ и АБТН работают **на низкопотенциальном отработанном тепле**, в то время как их парокомпрессионные аналоги (ПКТН и ПКХМ) приводятся в действие **электродвигателями**.
- Например, при мощности по холоду **1000 кВт** потребление ПКХМ составляет порядка **330 кВт** электрической энергии, а системы на базе АБХМ - не выше **50 кВт** (включая вспомогательное оборудование).

Абсорбционные трансформаторы теплоты (АБХМ, АБТН)

- Важнейшее преимущество АБХМ, 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.
- Известен мировой опыт применения АБТН в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий (КНР, Дания, Швеция, Финляндия и другие страны).
- В частности, в КНР на законодательном уровне запрещена эксплуатация ТЭЦ без применения абсорбционных тепловых насосов

Мировой опыт применения АБТН в системах оборотного водоснабжения (КНР)



6 АБТН, установленные на ТЭЦ в г. Янгкванг (КНР)
Теплопроизводительность каждого – **30 МВт**, общая теплопроизводительность – **180 МВт**

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

На одной из ТЭЦ Китая работает 4 АБТН Shuangliang, общей суммарной мощностью 400 МВт

Перспективы применения АБХМ и АБТМ на предприятиях Республики Казахстан

- Как показывает мировой опыт, одним из перспективных путей повышения энергоэффективности объектов генерации (ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС) является широкое применение АБХМ и АБТН.
- В Республике Казахстан перспективно активное использование АБХМ в различных отраслях промышленности: металлургии, текстильной, химической промышленности, на пищевых и др.
- Применение АБХМ на нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах очень удачное решение для отрасли, поскольку они потребляют для работы не электрическую, а тепловую энергию.
- Снижение температуры оборотного водоснабжения зачастую определяет эффективность переработки нефтепродуктов.
- На предприятиях нефтепереработки и нефтехимии в качестве энергоресурса АБХМ, как правило, используют пар. Промышленный холод широко применяется в металлургической промышленности и определяет эффективность технологий черной и цветной металлургии.

Применение АБХМ в тригенерационных системах энергообеспечения промышленных предприятий Республики Казахстан



Пилотный проект применения АБХМ на промышленном предприятии Республики Казахстан

- В 2016 г. начаты пилотные работы на Жанажольской ГТЭС (Актюбинская обл.) по применению АБХМ фирмы "Thermax" холодопроизводительностью ~3150 кВт с использованием в качестве энергоисточника **выхлопных газов от ГТУ и двух градирен открытого типа.**

ГТЭС-45 была введена в эксплуатацию в 2008 году, основными потребителями вырабатываемой ею электроэнергии являются **объекты I-й очереди третьего Жанажолского газоперерабатывающего завода.**

Для выработки электроэнергии на ГТЭС-45 нефтекомпания «СНПС-Актобемунай-газ» мощностью **160 МВт** в качестве сырья использован **неочищенный попутный газ.**

- **Жаназольская ГТЭС-45** нефтекомпании «СНПС-Актобе-мунайгаз» – современная высокотехнологичная ГТЭС, которая обеспечивает электроэнергией обширные районы Казахстана.
- Суммарная мощность энергоблоков ЖГТЭС - **160 МВт**. Сырье - **неочищенный попутный газ**.
- Впервые в РК реализован **уникальный проект охлаждения воздуха, всасываемого ГТУ**.
- Тем самым достигается **значительное повышение эффективности работы турбины и выработки электроэнергии, обеспечивается ее независимость от показателей температуры наружного воздуха**.



Общий вид
установленной
АБХМ фирмы
"Thermax"



Применение АБХМ в системе центрального кондиционирования отеля «Султан Палас» (г. Атырау)



- «Султан Палас» - крупнейший отель представительского класса в регионе.
- Ключевое звено в системе центрального кондиционирования здания - АБХМ Thermax 2V 3K C мощностью 1 МВт, работающая на доступном дешевом источнике энергии — природном газе из центрального газопровода.
- 2 градирни закрытого типа BAS VFL 724-O

Применение АБХМ в системе центрального кондиционирования ТЦ «Aray City Mall» (г. Кзылорда)



Описание энергоцентра

- **АБХМ Thermax 5G 4L C** на горячей воде работает от ГПУ:
- Холодопроизводительность - **1,1 МВт**. Температура воды на входе/выходе - **12°C/7°C**.
- **АБХМ Thermax 2V 3L C** на природном газе работает от встроенной горелки
- Холодопроизводительность - **1,1 МВт**. Температура воды на входе/выходе - **12°C/7°C**.
- Две градирни NST успешно обеспечивают внутреннее охлаждение АБХМ Thermax.

Выводы

- **1. Модернизация промышленных предприятий с применением АБТН и АБХМ в РК является первостепенной задачей для энергоэффективного и экологичного развития топливно-энергетического комплекса, металлургии, нефтехимии, агропромышленных предприятий и т.д.**
- **2. Внедрение абсорбционных технологий нагрева и охлаждения в различных отраслях экономики Республики Казахстан – один из реальных путей обеспечения перехода к низкоуглеродному развитию, декарбонизации национальной экономики Казахстана.**



Спасибо за внимание!!

Наши Контакты:

г.Астана, НАО «ЕНУ им. Л.Н. Гумилева»,
НИИ «Энергосбережение и энергоэффек-
тивные технологии», ТОО «БМТУ»

ул.Кажимукана,13/б - 30

Раб. тел. (+7-7172) 709-500, вн.33-137

моб. тел. +7-702-238-07-49,
+7-700-270-62-87