ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Журнал № 3 (12) / 2013

Выпуск журнала посвящен материалам международной конференции

«Тепловые насосы в странах СНГ»

14-16 мая, 2013 г.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Журнал № 3 (12) / 2013

Учредитель и издатель:
ООО ЭСКО «Экологические Системы»

Главный редактор:
Василий Анатольевич Степаненко,
директор компании ООО ЭСКО «Экологические Системы», г. Запорожье, Украина.

Зам. главного редактора:
Александр Викторович Суслов,
ведущий специалист GreenBuild, Москва, РФ

Ответственный редактор:
Ольга Дзюба,
ООО ЭСКО «Экологические Системы», г. Запорожье, Украина.

Редакционный совет:
Александр Владимирович Трубий,
главный специалист ООО «Сантехник ЛТД и К», г. Киев, Украина.

Борис Иванович Басок,
зам. директора по научной работе
ИТТФ НАНУ, г. Киев, Украина.

Виталий Дмитриевич Семенко,
генеральный директор Центра внедрения энергосберегающих технологий «Энергия планеты». г. Киев, Украина.

Валерий Гаврилович Горшков,
главный специалист ООО «ОКБ Теплосибмаш», г. Новосибирск, Россия.

Закиров Данир Галимзянович,
профессор, главный научный сотрудник ФГБУ Горного института УрО РАН, г. Пермь, Россия.

Константин Константинович Майоров,
главный редактор журнала «Энергосбережение», Донецк, Украина.

Николай Маранович Уланов,
к.т.н., начальник КБ института теплофизики АНУ, г. Киев, Украина.

Сергей Викторович Шаповалов,
главный редактор журнала «Энергоаудит», Тольятти, РФ.

Юрий Маркович Петин,
генеральный директор ЗАО «Энергия», Новосибирск, Россия.

Редакция:
Виктория Артюх, Алина Ждамирова, Александр Пруцков.

Адрес редакции:
Украина, 69035, г. Запорожье,
пр. Маяковского 11.

тел./факс: (+38061) 224-66-86
e-mail: tn@esco.co.ua
www.tn.esco.co.ua

За достоверность информации и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Редакция может не разделять точку зрения авторов статей.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи.

Все авторские права принадлежат авторам статей.

СОДЕРЖАНИЕ

Материалы конференции «Тепловые насосы в странах СНГ» 14-16 мая 2013 г. Часть 1.

Чалаев Д. М., ведущий научный сотрудник ИТТФ НАНУ (Украина, Киев) «Сорбционные тепловые насосы: разработка, внедрение, перспективы» 4

Уланов Н. М., к.т.н., директор ОКБ Института теплофизики НАНУ (Украина, Киев) «Энергоэффективность теплонасосных сушильных установок» 9

Горшков В. Г., главный специалист «ОКБ Теплосибмаш», Институт теплофизики СО РАН (РФ, Новосибирск) «Российские абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения – практика и перспективы применения» 13

Закиров Д. Г., главный научный сотрудник ФГБУ Горный институт УрО РАН. (РФ, г. Пермь) «Опыт внедрения теплонасосных технологий в промышленности и ЖКХ России» 20

Снежкин Ю.Ф., чл.-корр.НАНУ, зам. директора ИТТФ НАНУ, Уланов Н.М., к.т.н., директор ОКТБ ИТТФ НАНУ (Украина, Киев) «Опыт ИТТФ НАН Украины по проектированию теплонасосных станций большой мощности и проблемы их внедрения» 23

Басок Б. И., заместитель директора Института технической теплофизики НАН Украины, член-корреспондент НАН Украины (Украина, Киев) «Науково-технічний центр теплонасосніх технологій ІТТФ НАН України» 26

Шомова Т.П., инженер-теплоэнергетик ООО НТЦ «Промышленная Энергетика» (Россия, Иваново) «Разработка энергосберегающих технологий для газоперерабатывающего комплекса на основе тепловых насосов и АБХМ» 30

Литвинюк Ю.Н., тех. директор ООО «Прогресс-XXI» (Украина, Киев). «Практическое использование тепловых насосов на объектах жилищно-коммунального хозяйства Украины» 34

Сорбционные тепловые насосы: разработка, внедрение, перспективы

Чалаев Д.М.
Институт технической теплофизики НАН Украины

Задачи повышения эффективности использования энергии и снижения потребления первичного топлива относятся к важнейшим вопросам современной энергетики. Перспективным направлением в решении этих задач является вовлечение в энергетический оборот низкопотенциальной теплоты, непригодной для непосредственного использования. Наиболее эффективно утилизация низкопотенциальной теплоты и трансформация ее на более высокий температурный уровень осуществляются с помощью сорбционных преобразователей теплоты (термотрансформаторов) как абсорбционного, так и адсорбционного типов. Сорбционные термотрансформаторы способны работать от практически любого теплового источника (пар, горячая вода, вторичные тепловые ресурсы предприятий, солнечная, геотермальная энергия и др.) и более экономичны по сравнению с парокомпрессионные тепловыми насосами по показателю потребления первичного топлива.

В Институте технической теплофизики накоплен многолетний опыт исследования, разработки и практического внедрения сорбционных термотрансформаторов. В этом году исполняется 60 лет со времени создания в Институте теплоэнергетики АН УССР (ныне ИТТФ НАН Украины) первого в СССР абсорбционного термотрансформатора теплоты, использующего в качестве рабочих тел воду и водный раствор бромистого лития. Основой для разработки установки послужили исследования процессов тепловлажностной обработки воздуха растворами [1, 2], проводившиеся в Институте с начала 1950-х годов. В те же годы была выдвинута концепция использования водосолевых абсорбционных машин в качестве тепловых насосов. Благодаря работам Института по исследованию рабочих циклов и конструкций таких агрегатов, идея масштабного использования водосолевых термотрансформаторов получила широкое признание.

В 1960-е годы сотрудниками Института совместно с коллегами из КиевЗНИИЭП была впервые выдвинута и защищена авторским свидетельством СССР идея создания тригенерационных комплексов, работающих на тепловой энергии городских ТЭЦ [3]. Речь шла об использовании тепла ТЭЦ не только для отопления и горячего водоснабжения, но и для летнего кондиционирования с применением абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин. В условиях теплофикации это дало бы возможность осуществить круглогодичную загрузку ТЭЦ и способствовало бы дополнительной выработке электроэнергии в летний период, когда ТЭЦ обычно недогружены. Наряду с этим, в зимний период абсорбционные холодильные машины могут работать в теплонасосном режиме, используя в качестве низкопотенциального источника теплоту сточных вод, имеющихся в любом жилом районе.

В КиевЗНИИЭП разрабатывались проекты холодильных центров для Киева и Ташкента, работающих по предложенной схеме на тепловой энергии городских ТЭЦ. Планировавшееся строительство жилых микрорайонов с централизованным тепло- и холодоснабжением не было реализовано, поскольку технологический и эксплуатационный уровень в коммунальном хозяйстве того времени не был достаточно высоким для этих перспективных проектов [4]. В наше время вопрос перехода в летнее время на теплоиспользующие холодильные системы активно ставится в Европе. Это связано с быстрым ростом потребления электроэнергии на кондиционирование воздуха, что в приводит к перегрузке и отключениям электрических сетей.

Следующей стадией научных исследований ИТТФ по повышению энергетической эффективности абсорбционных термотрансформаторов была разработка энергосберегающих термодинамических циклов со ступенчатой регенерацией раствора. В АБХМ со ступенчатой регенерацией упаривание раствора осуществляется в два этапа – в высокотемпературном и низкотемпературном генераторах. Источником энергии для низкотемпературного генератора является вторичный пар хладагента, поступающий из высокотемпературного генератора. Использование теплоты конденсации выпаренного в высокотемпературной ступени хладагента для регенерации раствора в следующей ступени позволило в 1,6 раза снизить потребление первичной тепловой энергии и примерно на 40% уменьшить расход охлаждающей воды [5]. По результатам отработки конструкции высокотемпературного генератора на лабораторном прототипе была создана и внедрена в серийное производство первая в СССР двухступенчатая абсорбционная бромистолитиевая холодильная машина производительностью 3000 кВт (рис.1). В машине применено эффективное техническое решение, позволяющее переводить в двухступенчатый режим работы серийные одноступенчатые агрегаты АБХА-2500 путем их дооборудования высокотемпературной приставкой, состоящей из ступени генератора высокого давления и высокотемпературного теплообменника растворов [6]. По этой схеме совместно с ВНИИХолодмаш (г. Москва) создан бромистолитиевый агрегат АБХМВ-3000, холодопроизводительностью 3 МВт. Первые агрегаты установлены и эксплуатировались с участием специалистов Института на заводе «Вулкан» (г. Киев), на предприятии «Фармахим» в г. Разград, Болгария. В дальнейшем Институтом было внедрено около 30 абсорбционных термотрансформаторов на химических, резинотехнических, металлургических предприятиях, в том числе на Волжском заводе органического синтеза, Челябинском хлопчатобумажном и Магнитогорском металлургическом комбинатах.

Рис. 1. Принципиальная схема и общий вид абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины со ступенчатой регенерацией раствора АБХА-2500-2В:

1 – испаритель; 2 – переохладитель; 3 – конденсатор; 4 – генератор низкого давления; 5 – теплообменник растворов; 6 – генератор высокого давления; 7 – теплообменник растворов высокого давления; 8 – смеситель; 9 – распределительное устройство; 10 – циркуляционный насос; 11 – абсорбер.

Одновременно с совершенствованием бромистолитиевых агрегатов промышленного назначения в Институте велись научно-исследовательские работы по созданию сорбционных термотрансформаторов, работающих с применением солнечной энергии. Получение искусственного холода является одним из наиболее эффективных способов преобразования солнечной энергии, т.к. максимальная потребность в охлаждении совпадает с периодом максимального поступления солнечной радиации. Гелиосорбционные термотрансформаторы могут эксплуатироваться в районах, удаленных от источников централизованного энергоснабжения и предназначены для теплохладоснабжения индивидуальных жилых домов, охлаждения и хранения сельскохозяйственной продукции в фермерских хозяйствах, в условиях полевых станов и др.

К гелиоустановкам, рассчитанным на индивидуальных потребителей, предъявляется ряд специфических требований: максимальная автономность, простота обслуживания и доступность для широкого потребителя. Поскольку КПД солнечного коллектора снижается с ростом температуры теплоносителя, для создания экономически эффективных гелиохолодильных систем необходима разработка специальных схем абсорбционных холодильных установок, позволяющих снизить рабочую температуру раствора в процессе восстановления его концентрации.

Снижение температуры регенерации раствора было достигнуто путем использования в качестве рабочего тела пары хлорид лития-вода и применения схемы с разомкнутым термодинамическим циклом, при которой восстановление концентрации абсорбента осуществляется за счет испарения влаги в окружающую среду. При этом раствор вводится в контакт с атмосферным воздухом, и за счет тепла, аккумулированного раствором, происходит испарение воды. Убыль хладагента в системе компенсируется за счет подпитки свежей воды в испаритель. В разомкнутом термодинамическом цикле солевой раствор достаточно нагреть до температуры, при которой давление водяного пара над ним превышает парциальное давление пара в атмосферном воздухе (составляющее в среднем 10…15 мм рт. ст.), в то время как в замкнутом цикле греющий источник должен обеспечивать кипение раствора в генераторе при давлении конденсации 40…60 мм рт. ст. Дальнейшим усовершенствованием установок с воздушной десорбцией явилось предложение о совмещении процессов нагрева раствора солнечными лучами и выпаривания из него влаги (рис. 2). В условиях сухого жаркого климата воздушная десорбция, наряду со снижением температуры регенерации на 15…17 °С, обеспечивает упрощение и, следовательно, удешевление как гелионагревательной части, так и всей установки в целом [7, 8].

Ряд солнечных холодильных установок такого типа прошли испытания в Средней Азии. К ним относятся:

- абсорбционная хлористолитиевая солнечная холодильная установка АХСУ-40, которая исследовалась в научно-производственном объединении «Солнце» Академии Наук Туркменистана и обеспечивала кондиционирование воздуха в лабораторном корпусе;
- абсорбционная хлористолитиевая солнечная холодильная установка

Рис. 2. Принципиальная схема гелиохолодильной абсорбционной установки с разомкнутым термодинамическим циклом:
1 – дренажный бак; 2 – насос абсорбента; 3 – теплообменник растворов; 4 – ороситель; 5 – приемная воронка для раствора; 6 – солнечный регенератор; 7, 13 – поплавковые регуляторы уровня; 8 – абсорбер; 9 – испаритель; 10 – вакуум-насос; 11 – насос хладагента; 12 – фильтры; 14 – сепаратор; 15 – ресивер; 16, 17, 18 – электромагнитные вентили.

Рис. 3. Лабораторный корпус научной базы по использованию солнечной энергии ЭНИН им. Г.М. Кржижановского в г. Алушта.

нием всех основных аппаратов в едином корпусе (рис. 4). Агрегат рассчитан на работу от греющего источника с температурой 70…80 °С (солнечная и геотермальная энергия, теплота ВЭР) и по сравнению с аналогами имеет значительно меньшее потребление электроэнергии на собственные нужды.

Рис. 4. Принципиальная схема и общий вид термотрансформатора ТТА-30:
1 – испаритель; 2 – абсорбер; 3 – теплообменник; 4 – генератор; 5 – конденсатор; 6 – ресивер; 7 – гелионагреватель; 8 – электрокотел.

За 1980-90-е годы в ИТТФ создано несколько модификаций гелиоабсорбционных термотрансформаторов, экспериментальные образцы которых прошли испытания в климатических условиях Крыма, юга России, Средней Азии, Кубы, Индии, Болгарии и показали высокую эффективность предложенных технических решений. По энергетическим показателям эти установки соответствовали лучшим мировым образцам своего времени, а по ряду параметров превзошли их [9]. Гелиосистемы в Ашхабаде (с использованием АХСУ-300) и Алуште (САТ-100) входят в число крупнейших в мире объектов солнечного хладоснабжения.

Накопленный опыт эксплуатации абсорбционных термотрансформаторов показал, что для создания эффективной автономной системы солнечного теплохладоснабжения прежде всего необходимо решить вопрос кратко- и долгосрочного хранения энергии путем реализации схемы с разнесением во времени процессов ее потребления и производства тепла/холода. Для решения данной задачи в 80-е годы в Институте были начаты исследования рабочих тел твердотельных термотрансформаторов. На первом этапе работ планировалось создание адсорбционного агрегата для бытового солнечного холодильника.

Исследование сорбционных свойств известных промышленных марок адсорбентов показало, что данные материалы не обеспечиваю необходимую эффективность солнечного холодильника, т. к. они имеют высокую температуру регенерации и малую сорбционную емкость в диапазоне температур адсорбционного цикла. По этой причине главный упор в работе был сделан на создание нового адсорбента, имеющего большую влагоемкость и низкую температуру регенерации, достижимую в плоских солнечных приемниках. Было предложено использовать в качестве сорбирующего вещества соли щелочных и щелочноземельных металлов с добавкой наполнителя для повышения механической прочности гранул адсорбента. В результате многолетних исследований был разработан высокоэффективный солевой сорбент на базе сорбционных пар «бромид лития – метанол», «хлорид лития – метанол», гранулы которого имеют жесткий пористый каркас из инертного материала с внедренными в поры каркаса частичками соли. Наряду с повышением прочности гранул, это позволило добиться значительного увеличения сорбционной емкости адсорбента, т. к. благодаря пористому каркасу соль удерживается в грануле даже после ее растворения, обеспечивая работоспособность адсорбента как в области твердой, так и жидкой фазы солевого раствора [10]. Адсорбционные агрегаты на сорбенте данного типа охватывает рабочий диапазон концентраций как твердо-, так и жидкотельных термотрансформаторов.

На основании лабораторных исследований нового адсорбента получены базовые величины, необходимые для проектирования агрегата – изостеры и теплоты адсорбции, коэффициенты переноса в аппаратах и разработана методика расчета аппаратов гелиоадсорбционного холодильника [11].

Натурные испытания экспериментальных образцов солнечных холодильников (рис. 5), проведенные в климатических условиях Украины, Узбекистана, Болгарии, подтвердили высокую эффективность предложенного сорбента. Большая влагоемкость адсорбента позволила значительно уменьшить материалоемкость, соответственно, снизить тепловую инерционность солнечного генератора-адсорбера и повысить удельную холодопроизводительность адсорбционного агрегата.

Рис. 5. Принципиальная схема и общий вид солнечного адсорбционного холодильника:
1 – генератор-адсорбер; 2 – солнечный коллектор; 3 – воздушный конденсатор; 4 – испаритель; 5 – холодильная камера.

Повышенная емкость солевых сорбентов, а также способность адсорбционных холодильников вырабатывать холод без одновременного потребления энергии позволили создать весьма компактные холодоаккумулирующие адсорбционные агрегаты периодического действия. Зарядка агрегата (регенерация адсорбента) может осуществляться от электросети, после чего он способен длительное время находиться в состоянии готовности к выработке холода и при включении работает без потребления энергии. Указанные достоинства, а также простота конструкции адсорбционного холодильного агрегата делают его вполне конкурентоспособным с традиционными парокомпрессионными агрегатами, несмотря на то, что холодильный коэффициент адсорбционного цикла ниже. Адсорбционные агрегаты могут применяться в холодильниках, предназначенных для выездной торговли, для хранения продуктов и медицинских препаратов в полевых условиях, в автомобильных холодильниках и т.п. Испытаны две модификации адсорбционных холодильных агрегатов – для переносной сумки-холодильника объемом 10 литров и автомобильного холодильника-ларя объемом 35 литров (рис. 6). Регенерация сорбента в них производится от электросети в течение 1,5…2 часов, после чего испаритель с жидким хладагентом отсекается от адсорбера запорным клапаном. В состоянии готовности к выработке холода сумка-холодильник может длительное время храниться, транспортироваться и т.п. Производство холода (кипение хладагента в испарителе и поглощение образующихся паров адсорбером) начинается при открывании клапана и длится 15…20 часов.

Сорбенты типа «соль в порах матрицы» имеют большие перспективы для применения в различных технологических процессах, т.к. путем варьирования состава и концентрации активной компоненты позволяют целенаправленно синтезировать сорбционные материалы со свойствами, удовлетворяющими требованиям конкретного практического приложения. В настоящее время одним из ведущих мировых центров в области синтеза и исследования композитных адсорбентов «соль в пористой матрице» является Институт катализа СО РАН [12]. Основной вклад этого коллектива состоит в разработке нового семейства композитных сорбентов воды, метанола и аммиака, специализированных для циклов сорбционных термотрансформаторов, многие из которых испытаны в реальных прототипах. ИТТФ и ИК имеет опыт успешной совместной работы в рамках проекта INTAS по созданию и исследованию солнечного адсорбционного холодильника на новых сорбентах [13].

Рис. 6. Сумка-холодильник и холодильник-ларь с адсорбционным холодильным агрегатом

В настоящее время продолжением научного сотрудничества в этом направлении являются совместный научный проект Института технической теплофизики НАНУ, Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН и Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН по созданию сорбционных преобразователей теплоты нового поколения. В результате исследования будут разработаны и испытаны экспериментальные образцы сорбционных термотрансформаторов на новых рабочих телах, получены данные для их расчета и проектирования, выданы практических рекомендаций по их применению в промышленности, агропромышленном комплексе и коммунальном хозяйстве.

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/chalaev.pdf

Установка работает следующим образом. Испаритель теплового насоса, поглощая теплоту потока влажного воздуха, конденсирует влагу, отбираемую из осушаемого продукта, и осушает воздух, направляемый в сушилку, который перед этим подогревается в конденсаторе теплового насоса. Сконденсированная в испарителе вода накапливается в сборнике, откуда насосом подается в верхнюю часть абсорбера-минерализатора, диспергируется, проходит регулярную насадку абсорбера, стекает в накопительную емкость, откуда самотеком через рекуперативный теплообменник попадает в емкость минерализатора, где окончательно нормализуется ее состав и поступает потребителю или на разлив [3].

В последнее время в ОКТБ ИТТФ НАНУ начаты работы по созданию комбинированных комплексов осушения воздуха, сочетающих в одном целом преимущества абсорбционного и конденсационного методов осушения [4, 5].

При комбинированном использовании абсорбентов и холодильных машин, как будет показано ниже, затраты энергии существенно снижаются, причем можно полностью исключить инееобразование на охладителях.

На рис. 3 представлена технологическая схема конденсационно-абсорбционной установки осушения воздуха.

Установка работает следующим образом.

В установке одновременно осуществляется процессы охлаждения и осушения воздуха помещения с регулируемыми тепловлажностными параметрами и нагрева и увлажнения воздуха в блоке регенерации абсорбента.

Поток теплого и влажного воздуха, создаваемый вентилятором 19 абсорбера 20, проходит через развитую поверхность испарителя 11 теплового насоса (ТН), охлаждается с частичным влагоудалением и поступает в абсорбер20, развитая насадка которого орошается охлажденным в испарителе ТН крепким раствором хлористого лития.

В результате контакта потока воздуха с пленкой охлажденного крепкого раствора хлористого лития, имеющего парциальное давление водяных паров значительно ниже, чем в обрабатываемом воздухе, происходит процесс охлаждения и осушения воздуха.

Затем подготовленный воздух проходит через каплеуловитель 18, где удаляются, в случае необходимости, капли раствора хлористого лития, и поступает в помещение, где поддерживаются необходимые тепловлажностные условия.

Вентилятор 19 абсорбера 20 обеспечивает рециркуляцию воздуха в помещении. В результате воздух нагревается и увлажняется за счет поглощения им тепла и влаги, выделяемыми в помещении. Охлажденный крепкий раствор абсорбирует влагу из воздуха помещения, раствор постепенно теряет свою концентрацию и из емкости 22 абсорбера 20 насосом 22 подается в блок регенерации. По пути своего движения этот раствор абсорбента проходит рекуперативный теплообменник 9, где частично нагревается за счет двигающегося противотоком теплого крепкого раствора абсорбента, затем он окончательно нагревается в конденсаторе 7 теплового насоса и поступает в десорбер 4, орошая развитую поверхность его насадки. Поток наружного воздуха, подаваемый вентилятором 3 десорбера 4, частично подогревается в теплообменнике «воздух-воздух» 2, воздухом, выходящим из десорбера, проходит через развитую поверхность конденсатора 7 теплового насоса, где окончательно нагревается и вступает в контакт с пленкой нагретого слабого раствора абсорбента. За счет разности парциальных давлений водяных паров в воздухе и над поверхностью раствора абсорбента происходит перенос водяных паров из раствора абсорбента в воздух, проходящий через десорбер 4. Концентрация раствора абсорбента повышается и насосом 5 десорбера 4 крепкий, теплый раствор абсорбента подается в абсорбер 20, проходя на своем пути последовательно рекуперативный теплообменник 9 и испаритель 11 теплового насоса, приобретая тем самым необходимую температуру перед началом процесса охлаждения и осушения воздуха в помещении. Наружный воздух с поступившим в него водяным паром из абсорбента проходит через каплеуловитель 1, где происходит удаление капель раствора хлористого лития, и через теплообменник «воздух-воздух» 2 выбрасывается в окружающую среду.

Установка имеет возможность частичной рециркуляции, как крепкого, так и слабого раствора абсорбента за счет применения в ней трехходовых клапанов 12,14; конденсат, который возможно будет появляться на поверхности испарителя 11 ТН, предполагается собирать в емкости 13 для сбора конденсата; для улучшения процесса абсорбции перед абсорбером 20 устанавливается магнитный активатор 17.

Основные технические характеристики рассмотренных выше новых типов теплонасосных сушильных установок приведены в таблице № 2.

Выводы

1. Применение тепловых насосов в сушильных установках различной конфигурации уменьшает затраты энергии на процессы обезвоживания осушаемой продукции при соблюдении строгих экологических требований.

2. В различных фирмах, как в Украине, так и за рубежом ведутся работы по совершенствованию конструкций теплонасосных осушителей и технологий сушки на основе использования этих установок.

3. Теплонасосные сушильные установки определенной конструкции позволяют не только осушать растительное сырье, плоды, овощи, но и утилизировать при этом испаряемую воду, представляющую, как показали исследования ее качества, ценный продукт.

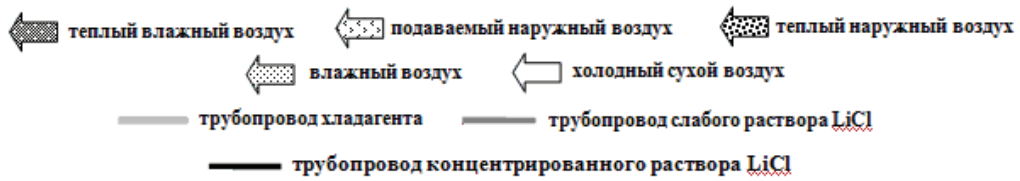

Рис. 3. Схема опытной конденсационно-абсорбционной установки для тепловлажностной обработки воздуха

I - блок регенерации абсорбента: 1 – каплеуловитель десорбера; 2 – теплообменник «воздух-воздух»; 3 – вентилятор десорбера; 4 – десорбер; 5 – циркуляционный насос десорбера; 6 – емкость концентрированного раствора LiCl II-блок конденсацинной обработки воздуха или тепловой обработки потоков абсорбента: 7 – конденсатор ТН; 8 – обратный клапан; 9 – рекуперативный теплообменник; 10 – компрессор ТН; 11 – испаритель ТН; 12 – трехходовой клапан; 13 – емкость для сбора конденсата; 14 – терморегулирующий вентиль ТН; 15 – обратный клапан; 16 – трехходовой клапан III-помещение с регулируемыми тепловлажностными параметрами воздуха: 17 – магнитный активатор; 18 – каплеуловитель абсорбера; 19 – вентилятор абсорбера; 20 – абсорбер; 21 – циркуляционный насос абсорбера; 22– емкость слабого раствора LiCl

№ п/п	Название установок	Тепловая мощность, кВт	Производительность по воздуху, м3/ч	Производительность по удаленной влаге, кг/ч	Удельный расход энергии на 1 кг удаленной влаги, кВт/ч
1	Теплонасоная зерносушилка непр ` eM		далени лаШ _ ‘MMMMo		Ц Ц ‘ Ц

Российские абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения – практика и перспективы применения

Горшков В.Г., ООО «ОКБ Теплосибмаш», Институт теплофизики СО РАН.

Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты (АБПТ- холодильные машины АБХМ и тепловые насосы АБТН) - технические устройства (машины), предназ-наченные для трансформации теплоты с низкого температурного уровня на средний температурный уровень за счет затраты высокотемпературной теплоты. Поэтому их еще называют абсорбционными бромистолитиевыми трансформаторами теплоты (АБТТ). АБХМ предназначены для охлаждения воды до +(6–15) ^{0}С и в качестве приводной энергии используют тепловую энергию горячей воды с температурой 90-115 ^{0}С или водяного пара с давлением от 0,15 МПа (абс.) и выше, теплоту сжигания газообразного или жидкого топлива. На некоторых предприятиях имеются тепловые вторичные энергоресурсы, пригодные для использования в АБХМ, что повышает энергетическую, экологическую и экономическую выгоду производства высокотемпературного холода.

Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы (АБТН) в качестве энергии высокого потенциала используют теплоту сжигания топлива или тепловую энергию конденсации водяного пара с давлением 0,4 МПа (абс.) и выше, теплоту охлаждения горячей воды с начальной температурой 145 ^{0}С и выше; в качестве теплоты низкого потенциала – возобновляемую теплоту термальных вод либо техногенную сбросную теплоту с температурой 20-50 ^{0}С.

В тепловом насосе подводимая низкопотенциальная тепловая энергия преобразуется (трансформируется) в тепло более высокого потенциала, пригодного к использованию. При этом, количество получаемой тепловой энергии в 1,6 -1,7 раз превышает затраты теплоты сжигаемого топлива или греющего пара на этот процесс.

АБТН на газовом топливе являются одним из перспективных видов энергосберегающей техники для теплоснабжения гражданских и промышленных объектов. При наличии дешевых низкопотенциальных источников тепла с температурой 25...40 ^{O}С (сбросное тепло систем охлаждения, сточных вод, геотермальной воды и т.д.), использование тепловых насосов для теплоснабжения позволяет сократить на 40-52% потребление газового или жидкого топлива. В АБТН возможна круглогодичная выработка воды с температурой 60 ^{O}С для горячего водоснабжения и сезонная выработка горячей воды до 80 ^{O}С для отопления (зимний период), и холодной воды с температурой 7...10 ^{O}С для комфортного кондиционирования (летний период). Тепловой коэффициент АБТН составляет: в одноступенчатых машинах до 1,7, двухступенчатых до 2,15; соответственно, доля дешевой низкопотенциальной теплоты, утилизируемой в АБТН для выработки полезной теплоты, составляет: в одноступенчатых ~ 40%, двухступенчатых- ~ 53%.

Таким образом, абсорбционные преобразователи теплоты (АБХМ, АБТН) – высокоэффективное энергосберегающее оборудование для тепло-хладоснабжения различных объектов коммунального хозяйства и промышленности, которые могут быть использованы как устройства для утилизации вторичных энергоресурсов.

Наибольшего успеха в развитии АБТН добилась Япония. В 1979 году в Японии была принята национальная программа под названием «Лунный свет». Уже в 1988 году на предприятиях Японии работало более 30 крупных абсорбционных бромистолитиевых теплонасосных установок. Ряд крупных АБТН (тепловой мощностью от 5 до 25 МВт) японского производства в 90 – годы прошлого века было построено в Европе.

С 2001 г. Генеральный директорат по энергетике Еврокомиссии в рамках программы по энергосбережению, в качестве лучшей практики опубликовал рекомендации по внедрению в коммунальном хозяйстве и использованию в системах тригенерации абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин (European Commission Directorate-General for Energy Save II Programme. 47 12 75-d-sw-03).

Министерство энергетики США по программе повышения эффективности наиболее энергоёмких технологий, как решение, обеспечивающее высокий экономический эффект и быструю окупаемость капитальных вложений, пропагандирует замену электроприводных ХМ и ТНУ, во всех случаях, когда имеются источники теплоты, на абсорбционные преобразователи теплоты. (Industrial Technologies Program Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy. DOE/GO-102001-1277// DOE/GO-102006-2259).

Работы по созданию и внедрению АБПТ включены в национальные программы по энергосбережению многих европейских стран. Большое внимание и постоянно растущий объем производства АБПТ в мире объясняется их высокими потребительскими качествами: высокой эффективностью, отсутствием озоноопасных и высокоэмиссионных по CO_2 рабочих веществ, низким уровнем шума при работе, длительным сроком службы.

Объем производства абсорбционных преобразователей теплоты в мире исчисляется миллиардами долларов. В настоящее время, АБПТ производятся 12 фирмами: Японии (Sanyo, Hitachi, Ebara), США (Carrier, York, Tran), Китая (Broad, Shuang-liang), Ю.Кореи (Century, LS AIR), Италии (Thermofrigo), Индии (Thermax), имеющих специали-зированные производства. Они имеют заводы в разных странах и ежегодно производят до 10 000 единиц абсорбционных бромистолитевых преобразователей теплоты. Теплоиспользующие АБХМ активно вытесняют крупные электроприводные турбокомпрессорные и винтовые парокомпрессорные водоохлаждающие машины (чиллеры), т. к. они экономят 200-250 кВт электроэнергии на каждые 1000 кВт производимого холода. В Японии и Ю.Корее уже более 50%, США, Канаде, развитых европейских странах более 30% крупных чиллеров (350-6000 кВт) абсорбционного типа. В России применение абсорбционных преобразователей теплоты только начинается и составляет всего около 1-2% объема крупных машин. Активно растет в мире и рынок топливосберегающих АБТН, позволяющих утилизировать сбросную теплоту и экономить топливо.

В СССР, в 60-х г. 20 века, под научным руководством Института теплофизики СО РАН (ак. Кутателадзе С.С., проф. Розенфельд Л.М.), при участии Ленинградского института холодильной промышленности (ЛТИХП), институт «ВНИИХОЛОДМАШ» (г. Москва) разработал и на Пензенском заводе химического машиностроения серийно изготав-ливались 4 типоразмера АБПТ первого поколения. Большой вклад в создание 2-х ступенчатых АБХМ первого поколения внесли исследования и разработки ИТТФ и ОКТБ НАНУ (к.т.н Гроссман Э.Р, инж. Шаврин В.С.) Всего было произведено около 600 шт. АБПТ общей холодильной мощностью 1600 МВт.

Параллельно, Сибирский филиал НПО «Техэнергохимпром» (рук. к.т.н. Карнаух М.С., к.т.н. Псахис Б.И.) совместно с ИТ СОАН и ЛТИХП в 1973-1984 г.г. разработали и испытали опытно-промышленные образцы конструкций прототипов АБХМ нового поколения на Стерлитамакском ПО «Сода». В период с 1973 по 1998 г.г. Институт теплофизики СО РАН (рук. ак. Накоряков В.Е.) и СПбГУНиПТ (Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, бывш. ЛТИХП, рук. проф. Тимофеевский Л.С., д.т.н. Волкова О.В.) провели большой комплекс исследований теплофизических и термодинамических свойств растворов бромистого лития, теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло-массообмена в аппаратах АБПТ, коррозионные исследования по выбору материалов для АБПТ нового поколения. На основе полученных результатов, инжиниринговая компания ООО ОКБ «Теплосибмаш» с 2000 г. по 2012 г.г. (рук. к.т.н. Попов А.В.) разработал 35 моделей АБХМ и 14 моделей АБТН семи типоразмеров, которые прошли промышленную проверку. Созданные машины не имеют аналогов в России и, по важнейшим показателям, соответствуют мировому уровню.

На рис. 1. приведены сравнительные размеры АБХМ-2500 первого поколения и АБХМ-3000П нового поколения одинаковой холодильной мощности.

Рис. 1.

Рис. 1. АБХМ с одинаковой холодильной мощностью (3 МВт) первого и нового поколений. При этом, общий сухой вес, объем заправки абсорбента в АБХМ нового поколения в 3 раза меньше, срок службы в 3,5 раза выше (25 лет и 7 лет).

На рис. 2 показаны: а-принципиальная схема одноступенчатой абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины и б- процессы в ней на P-t-e диаграмме водного раствора бромистого лития.

I – испаритель; II – абсорбер; III – генератор; IV – конденсатор;V – растворный тепло-обменник; VI – насос хладагента; VII – насос растворный; На рис.2 не показана система воздухоудаления. 1 – начало абсорбции раствора в абсорбере; 2 – выход слабого раствора из абсорбера; 3 – выход слабого раствора из теплообменника; 4 – начало кипения слабого раствора в генераторе; 5 – выход крепкого раствора из генератора; 6 – выход крепкого раствора из теплообменника.

Таблица 1.

Наименование объекта	Мощность, кВт		Тип машин	Режим работы	Год ввода в эксплуатацию
	Холодильная	Тепловая			
ОАО «Уфахимпром», г. Уфа. Холодильная установка для охлаждения технологических сред в производстве дифенилпропанола.	4500	-	АБХМ2-1500П - 2шт АБХМ-1500П - 1шт.	Непрерывный, круглогодичный	2002 г. 2004 г.
ОАО «Тулачермет», г. Тула. Холодильная установка для охлаждения электролита в производстве хрома высокой чистоты.	3500	-	АБХМ-1500П - 2шт.	Непрерывный, круглогодичный	2004 г.
ООО «Сельхозпроминвест», Краснодарский край, ст. Ярославская. Теплонасосная установка для отопления тепличного комплекса	-	3450	АБТН-600Т – 2шт.	Непрерывный, сезонный	2005 г.
ОАО «Казаньоргсинтез»,г. Казань Холодильная установка для охлаждения в производстве полиэтилена высокого давления.	1750	-	АБХМ-1500П	Непрерывный, круглогодичный	2007 г.
ОАО «Томскнефтех ди . ž - сл -					

ние этой проблемы для энергетических и технологических ГТУ.

Область применения систем охлаждения компримируемого воздуха - не только техноло-гические приложения ГТУ, в особенности – в качестве турбоприводов компрессоров и насосов газоперекачивающих (газокомпрессорных) станций (ГПС, ГКС) магистральных газо- и нефтепроводов, но и станционная электроэнергетика с ГТУ в составе ПГУ и пр. На компрессорных станциях (КС) только ОАО «Газпром» эксплуатируются около 800 агрегатов типа ГТК-10, введённых в эксплуатацию в 1970-85 гг. В связи с исчерпанием ресурса (100 тыс. ч) разработано несколько вариантов реконструкции оборудования КС с ГТК-10 [журнал «Газотурбинные технологии» №1, 2001 г., с. 7-19], в частности, внедрение цикла с промежуточным охлаждением и регенерацией тепла, с повышением КПД до – 42-44% (против 36-38% без охлаждения).

Оптимизационные расчёты по авторским программам показали широкие возможности и высокую эффективность предлагаемых систем. Сезонное повышение мощности ГТУ составляет 6-26% (по году – 2- 11%). Срок окупаемости таких систем – 4-9 лет.

Система охлаждения агрегатов и узлов станционного энергоооборудования, в том числе, с утилизацией отводимой теплоты с помощью АБХМ-2000П реализовывается на Астраханской ТЭЦ2 (см. рис. ниже). Дисконтированный срок окупаемости искусственного охлаждения элементов турбогенератора (масла, водорода и др.) с утилизацией отводимой теплоты для нагрева подпиточной воды составляет около 4 лет.

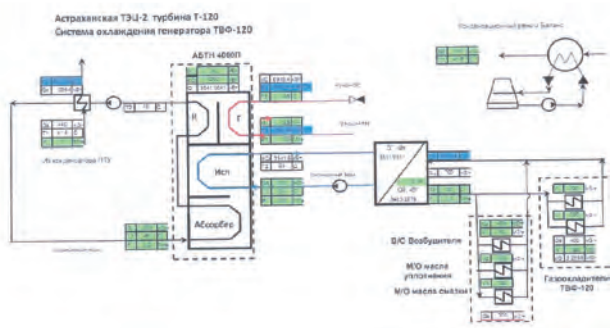

Рис. Принципиальная схема искусственного охлаждения элементов турбогенератора с помощью АБХМ-2000П с одновременной утилизацией отводимой теплоты.

Глубокая утилизация вторичных энергоресурсов (ВЭР) - сбросной низкотемпературной теплоты – продуктов сжигания топлива и оборотной охлаждающей воды, охлаждения энергооборудования с целью повышения коэффициента полезного использования топлива (КИТ), общего и электрического КПД, экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) (целевые индикаторы) с обеспечивающими рентабельность в энергетике с приемлемыми сроками окупаемости затрат путём применения АБПТ.

Основные статьи потерь тепла на энергообъектах - низкотемпературные потоки тепла с охлаждающей водой (от конденсаторов, систем охлаждения узлов и агрегатов) и с сбросными продуктами сжигания топлива в ГТУ и котлах. Низкий температурный потенциал этих источников делает невозможной или нерентабельной прямое использование этой теплоты.

На Западе получили практическое применение т.н. «конденсационные» котлы. Благодаря низкой температуре обратной сетевой воды (30-40 ^{0}C), развитым хвостовым теплообменным поверхностям (экономайзер), изготовленным из коррозионно-стойких материалов, обеспечивается охлаждение дымовых газов ниже температуры «точки росы», (температуры начала конденсации водяных паров, 48-55 ^{0}C) и тем самым - глубокая утилизация тепла, включая теплоту конденсации водяных паров. При охлаждении и утилизации теплоты сбросных продуктов сжигания до 35-40 ^{0}C к.п.д. таких котлов достигает 102-105% (по «низшей» теплотворной способности топлива, т.е. без учета теплоты конденсации водяных паров из продуктов сжигания), экономия топлива – до 10-12%. В России, из-за холодного климата, температуры обратной сетевой воды более высокие (40-70 ^{0}C) и не обеспечивают охлаждение сбросных продуктов сжигания до «точки росы». Предлагаемое решение – охлаждение сбросных продуктов сжигания топлива ниже «точки росы» и трансформация отобранной теплоты на температурный уровень 80-95 ^{0}C с помощью АБТН - является альтернативой известной технике и технологии. На энергообъектах имеются как источники НИТ, так и источники греющей среды АБТТ. Поэтому объектами их применения могут быть практически любые энергогенерирующие установки и энергокомплексы: ТЭЦ, ТЭС, ПГУ, РТС, автономные ГТУ, ГПС, дожимные компрессорные станции (ДКС) с ГТУ, котельные установки и др. Это определяет востребованность результатов работы, масштабы возможной реализации при невысоких затратах.

Вышеприведенная схема глубокой утилизации теплоты сбросных продуктов сжигания с помощью АБТН может быть реализована как в коммунальных котельных установках, так и в любой энергоустановке, работающей на газовом или жидком топливе. Как было выше отмечено, экономия топлива в таких «конденсационных котельных установках» составит 10-12%.

Пример использования АБТН в схеме когенерационного энергоблока (КЭ) с ГТУ, построенного в теплоцентрали «Иманта» в Латвии, описан в журнале «Новости теплоснабжения» 2011г.№5. В настоящий момент оборудование КЭ состоит из следующих основных элементов:

- Газовая турбина Rolls Royce RB 211-24GT, 31,52 МВт;
- Котёл утилизатор Transelektro Power 63 т/ч, 67 бар;
- Паровая турбинаB+V Industrietechnick MARC 4-H01, 16 МВт;
- Паровой котёл Vapor,12 т/ч, 13 бар;
- Абсорбционный тепловой насос BROAD BDS183X0.

Общая установленная мощность оборудования КЭ без абсорбционного теплового насоса по электроэнергии - 48 МВт и по теплу - 48 МВт, а вместе с работающим на полную мощность АБТН – по теплу 53 МВт, т.е. выше более чем на 10%.

Учитывая нынешний высокий уровень цен на природный газ в Латвии, при ежегодной экономии его потребления в объёме 842 000 м^3, проект предполагается окупить в течение трёх лет. Дополнительно к упомянутому выше, реализация проекта позволит ежегодно экономить порядка 1580 эмиссионных CO_2 и снизить потребление химически подготовленной воды, как минимум, на 30%. Капитальные затраты на реализацию проекта с АБТН составили около 700 000 евро.

Альтернативная схема утилизации теплоты циркуляционной воды (охлаждающей конденсаторы ПТУ) показана ниже, на рис.

Преимуществом этой схемы по сравнению с вышеприведенной схемой (ТЭЦ Иманта») является снижение температуры воды, подаваемой в конденсаторы и ее круглогодичная стабилизация на уровне 16-17 ^{0}C (что повышает выработку электроэнергии из-за углубления вакуума в конденсаторах) и трансформация отводимой теплоты на температурный уровень 85-95 ^{0}C, востребованный тепловыми сетями.

Эффективность предлагаемых решений: увеличение КПД выработки электроэнергии от 2 до 8%, полезной тепловой мощности от 20 до 100%, экономия удельного расхода топлива 3-5% относительно базовых режимов и моделей ГТА АЛ-31 НПО «Сатурн», мощностью 20 МВт; LM6000PF, «GE», 60МВт и др.

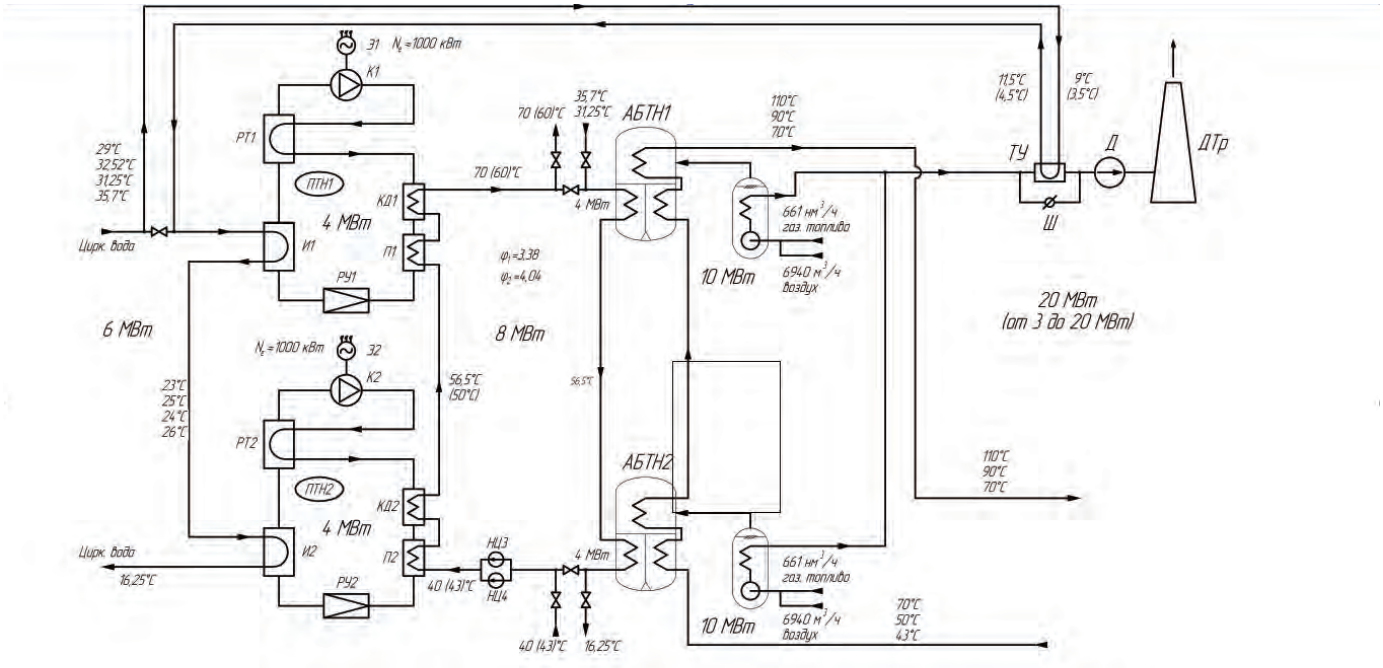

Рисунок 1 – Принципиальная схема теплонасосного модуля для утилизации низкотемпературной теплоты в составе ПГУ.

Условные обозначения: ПТН1, ПТН2 – парокомпрессорные тепловые насосы; К1,Э1-К2,Э2 – компрессоры с приводами; И1, И2 – испарители; РТ1, РТ2 – регенеративные теплообменники; КД1, КД2 – конденсаторы; П1, П2 – переохладители; РУ1,РУ2 – регулирующие устройства; НЦ1-НЦ4 – насосы циркуляционные; АБТН1, АБТН2 – абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы; ТУ – теплообменник для глубокой утилизации продуктов сжигания; Ш – шибер; Д – дымосос; ДТр – дымовая труба.

Статья написана при поддержке госконтракта № 14.518.11.7015 от 19 июля 2012 г.

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/gorshkov.pdf

Опыт внедрения теплонасосных технологий в промышленности и ЖКХ России

Закиров Д. Г.
д.т.н., главный научный сотрудник Горного института УрО РАН, генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала (г.Пермь)

Энергосбережение – одна из основных проблем, решаемых мировым сообществом в настоящее время. При этом преследуются две цели – сохранение невозобновляемых энергоресурсов и сокращение вредных выбросов в атмосферу продуктов сгорания, являющихся, в частности, основным фактором глобального потепления.

Одним из важнейших направлений решения указанной проблемы является использование энергосберегающих технологий на основе применения тепловых насосов.

В связи с непрерывным ростом стоимости топливно-энергетических ресурсов требуются новые радикальные подходы к проблеме использования геотермальных, гидротермальных источников, вторичных ресурсов промышленных предприятий, снижения имеющихся затрат на отопление и горячее водоснабжение в коммунальном секторе.

Существенное улучшение экономических и экологических характеристик производства тепловой энергии можно достичь с помощью теплонасосных установок (ТНУ), использующих низкопотенциальную теплоту возобновляемых энергетических ресурсов для целей теплоснабжения.

Преимущества применения тепловых насосов:
- Получение 3-8 кВт тепловой энергии на 1 кВт затраченной электрической.
- Рассредоточение выбросов в регионе.
- Обеспечение надежного и экономичного теплоснабжения объектов.
- Полная независимость от поставщиков тепла.
- Минимизация протяженности тепловых сетей и, как следствие, сокращение значительных потерь и затрат на их обслуживание, снижение издержек на выработку тепла и увеличение надежности теплоснабжения.

Наш научный коллектив проблемой использования вторичных энергоресурсов и низкопотенциального тепла занимается с 1986 г. В данном направлении достигнуты значительные теоретические и практические результаты.

В 1988 г. впервые в СССР была разработана и внедрена технология утилизации тепла оборотной воды компрессоров на шахте «Ключевская» ПО «Кизелуголь» (Пермская область) с применением тепловых насосов для улучшения охлаждения процесса сжатия воздуха и отопления промплощадки шахты.

Завод «Компрессор» по нашему заказу изготовил на базе передвижной холодильной установки ПХУ-50 два агрегата, предназначенных для работы в режиме ТН. Их смонтировали в здании компрессорной станции этой шахты с целью охлаждения сжатого воздуха и утилизации теплоты оборотной воды. Испытания и эксплуатация подтвердили экономическую целесообразность утилизации ранее сбрасываемой теплоты и улучшение экологической обстановки на прилегающих территориях за счёт снижения нагрузки на промышленные котельные, поскольку полученное тепло использовалось для отопления зданий административно-бытового комплекса, столовой и прилегающих зданий шахты. Кроме того, значительно улучшились условия охлаждения компрессоров и температурные режимы их эксплуатации, полностью была исключена из работы градирня. Затрачивая 1 кВт*ч электроэнергии было получено 3,5 кВт*ч эквивалентной тепловой энергии.

В 1994 г. на основе результатов исследований был выполнен рабочий проект технологического комплекса утилизации низкопотенциального тепла шахтной воды для шахты «Зенковская» АО «Прокопьевскуголь». С помощью данной теплонасосной установки мощностью 2,4 МВт проектом было предусмотрено покрывать круглогодичную нагрузку системы горячего водоснабжения и базовую нагрузку отопления.

В 1995 г. был выполнен рабочий проект, предусматривавший применение тепловых насосов для шахты «Степановская» АО «Ростовуголь» по утилизации низкопотенциальной теплоты хозяйственно-бытовых стоков с целью улучшения температурного режима их очистки.

В последние годы выполнен большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию эффективных технологий, получено более 10 патентов.

Разработаны:
- научные основы рационального применения теплонососных технологий (ТНТ);
- рекомендации по оценке эффективности применения этих технологий;
- методика и алгоритм выбора типов и параметров ТН для работы в различных условиях;
- модель и алгоритм оптимизации эколого-энергетических параметров теплоснабжения угольной шахты с утилизацией НПТ;
- ТЭО применения ТНТ в сфере ЖКХ;
- методические рекомендации по применению ТНТ в системах отопления и ГВС;

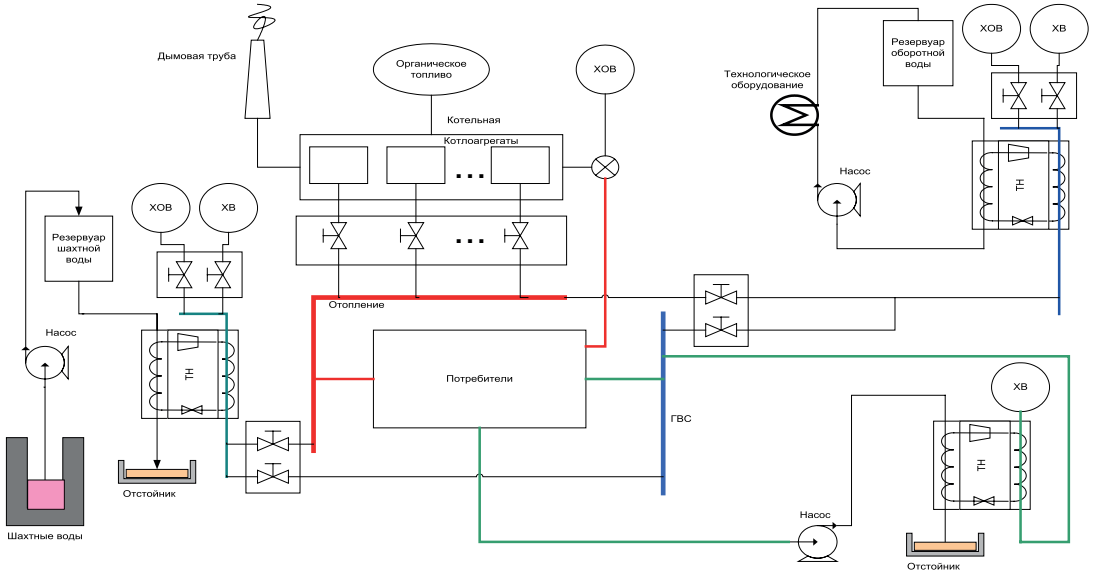

Рис. 1. Функциональная объектная модель системы теплоснабжения угольной шахты с ТН

Рис. 2 Тепловой насос ТН-110

- технические средства для использования в ТНТ — спиральный теплообменник, кожухотрубный теплообменник, тонкослойный отстойник;
- программа для расчёта параметров термодинамических циклов;
- новые энергосберегающие технологии с применением ТН, не уступающие уровню мировых стандартов.

Для шахты «5-6» АО УК «Прокопьевскуголь» разработана технология утилизации НПТ шахтной воды (защищена рядом патентов РФ), КД на спецоборудование, технический и рабочий проекты на внедрение технологии, позволяющее получать более 25 тыс. Гкал/год экологически чистой энергии.

Наш коллектив осуществлял научное руководство проектом «Разработка высокоэффективной

технологии самоочищающихся аппаратов утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод» для раздела «Новые технологии в энергосбережении» Федеральной научно-технической подпрограммы «Экологически чистая энергетика» по линии Минпромнауки РФ. Выполнен комплекс теоретических, экспериментальных, инструментальных исследований. Результаты НИР внедрены на федеральном и региональном уровне.

Определены оптимальные параметры и разработана конструкторская документация (КД) на теплообменники для использования их в составе различных ТНТ.

Выполнены теоретические исследования по интенсификации процесса теплообмена в рабочих каналах теплообменной аппаратуры методом искусственной турбулизации потока теплоносителя, для создания эффективного теплообменного аппарата, для утилизации НПТ шахтных вод, загрязнённых взвешенными веществами и нефтепродуктами. Для теоретического анализа была создана математическая модель течения потока по поверхности с дискретными турбулизаторами.

В 2001 году на шахте «Осинниковская» ОАО «Кузнецкуголь» в Кемеровской области впервые в России была испытана опытно-промышленная установка по утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод, которая полностью покрывает потребности горячего водоснабжения шахты и позволяет отключить шахтную котельную в летнее время года. В качестве теплового насоса был принят ТН-110 производства ЗАО «Энергия».

Опытная эксплуатация показала высокие технико-экономические и экологические показатели: снижение себестоимости вырабатываемой 1 Гкал тепловой энергии в 2,5 раза, по сравнению с теплом, получаемым от угольной котельной шахты; полное исключение вредных выбросов в атмосферу, образующихся при сжигании угля, и штрафов за эти выбросы, исключение из работы угольной котельной шахты в весенне-осенний период года.

Значительным тепловым потенциалом располагают хозяйственно-бытовые стоки в коммунальном хозяйстве, используя которые можно значительно снизить себестоимость тепловой энергии.

Для снижения затрат на теплоснабжение была разработана технология утилизации низкопотенциального тепла неочищенных сточных вод с помощью тепловых насосов, что позволяет использовать бросовое тепло канализационных стоков для отопления канализационной насосной станции (КНС).

Впервые в РФ на РНС-3 «Гайва» МП «Пермводоканал» г.Перми указанная технология внедрена; в течение 6- ти отопительных сезонов она полностью обеспечила потребности насосной станции в отоплении и горячем водоснабжении. В сравнении с электроотоплением себестоимость 1 Гкал тепла снизилось в 4,6 раза. Срок окупаемости проекта составил 1 год.

Кроме того, по заказу Госстроя РФ в рамках НИР нами была произведена оценка экономической эффективности применения теплонасосных технологий в ЖКХ в соответствии с разработанной методике оценки эффективности применения теплонасосных технологий.

Расчеты были произведены в случае замещения теплонасосными технологиями традиционных источников тепловой энергии в системах теплоснабжения.

В качестве источников тепловой энергии для систем теплоснабжения рассматривались котельные, работающие на газе, угле, мазуте и отопление электрокотлами. Мощность сравниваемых источников тепловой энергии была принята 1 Гкал/час. Продолжительность работы в году составляет 5496 часов, что соответствует продолжительности отопительного периода для г. Перми.

Полученные данные показывают, что эксплуатационные затраты при использовании теплонасосных технологий в качестве источника тепловой энергии в 3,7 раза меньше чем при использовании электрообогрева, в 1,3 раза меньше чем при использовании газовой котельной, в 2,4 раза меньше чем при использовании мазутной котельной и в 1,9 раза меньше чем при использовании угольной котельной.

Однако за это время значительно изменились цены на энергоносители и поэтому требуются уточнения на сегодняшний день.

Нами была разработана и внедрена технология утилизации низкопотенциального тепла на очистных сооружениях г. Кунгур для целей теплоснабжения зданий очистных сооружений. Из работы была выведена угольная котельная, себестоимость выработки тепловой энергии снизилась почти в 9 раз, срок окупаемости проекта составил 1,5 года.

А также разработан рабочий проект на внедрение технологии утилизации технических стоков на очистных сооружениях г. Кудымкар для теплоснабжения объектов очистных сооружений МУП «Кудымкарский водоканал». Проект получил положительное решение государственной экспертизы краевого учреждения и в настоящий момент находится в стадии внедрения. Себестоимость выработки тепловой энергии снизится в 3,2 раза. Срок окупаемости проекта 2,5 года.

Однако в настоящее время широкое внедрение технологий по утилизации низкопотенциальной теплоты в России сдерживается из-за перекоса цен на тепловую и электрическую энергию, отсутствия необходимых нормативно-законодательной базы и инвестиционного климата, а самое главное - недостаточной поддержки государственных и региональных органов власти.

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/zakirov.pdf

Опыт ИТТФ НАН Украины по проектированию теплонасосных станций большой мощности и проблемы их внедрения

Снежкин Ю.Ф., член-корр. НАН Украины, зам. директора ИТТФ НАНУ
Уланов Н.М., кандидат технических наук, директор ОКТБ ИТТФ НАН У

Анализ ситуации в экономике Украины, в целом, и ее энергорасточительном жилищно-коммунальном хозяйстве, в частности, показывает, что имеются колоссальные потенциальные возможности сбережения дорогостоящего органического топлива и снижения загрязнения окружающей среды продуктами сгорания и, наконец, улучшения социальных условий жизни населения при внедрении теплонасосной технологии в областях, где это внедрение целесообразно. Это, прежде всего, системы отопления и горячего водоснабжения жилищных, административных и социальных объектов, это некоторые технологические процессы в промышленности и сельском хозяйстве, системы поддержания оптимального микроклимата объектов различного функционального назначения и др.

Так в настоящее время в Украине шахтные и карьерные воды угольной промышленности, железорудных предприятий, а также карьеров по добыче нерудных материалов, сбрасываемые в гидрологическую сеть страны, составляют в сумме более миллиарда м^3 в год, в т.ч.: 788 млн. м^3/год – предприятиями угольной промышленности, 150 млн. м^3/год – железорудными предприятиями и 70 млн. м^3/год – остальными добывающими предприятиями нерудной отрасли, среднегодовая температура которых составляет 22-26 °С.

Очевидно, что и сточные воды городов представляют собой возобновляемый источник тепловой энергии.

Суммарные объемы вышеперечисленных вод, производимых в огромных количествах городами, практически не изменяются в течение года. Так, например, в г. Киеве сточных вод ежесуточно образуется 1,4 млн. м^3, в Одессе – 400 тыс. м^3, в Кривом Роге – 455 тыс. м^3, в Симферополе – 200 тыс. м^3, в Виннице – 110 тыс. м^3, а всего по стране – свыше 10 млн. м^3 в сутки.

Следовательно, воды, циркулирующие в системах водопроводно-канализационных хозяйств городов Украины, также делают их идеальным источником низкопотенциального тепла для использования в тепловых насосах. Существуют и другие виды теплоносителей низкопотенциальной энергии: вода систем оборотного водоснабжения, технологические жидкости, вода различных водоемов и рек, воздух окружающей среды и т.д.

Имеющийся в настоящее время уровень научно-технических разработок позволяет за счет внедрения теплонасосных технологий и оборудования обеспечить энергосберегающее теплохладоснабжения объектов ЖКХ и других отраслей экономики.

Десятилетиями работают подобные системы в Стокгольме, Токио и других городах мира. Объем продаж тепловых насосов за рубежом превысил 125 млрд. долларов США, а по прогнозам Мирового Энергетического Комитета к 2020 году доля тепловых насосов в теплоснабжении составит 70 %.

Значительным количеством низкопотенциального тепла обладают крупные города Украины, так в г. Киеве только за счет утилизации тепла сточных и артезианских вод тепловыми насосами можно получить 500-600 МВт тепла, которое можно было бы использовать, например, для горячего водоснабжения.

- В 2009-2012 годах ОКТБ ИТТФ НАНУ разработало техническую документацию на ряд крупных теплонасосных станций, в т.ч.:система теплоснабжения шахты «Должанская-Капитальная»;
- система теплоснабжения микрорайона по ул. Савчука, г. Чернигов;
- система абсорбционной теплонасосной станции для ТЭЦ, г. Смела;
- система теплохладоснабжения завода по очистке шахтной воды в г. Антраците.

Основные технико-экономические показатели вышеперечисленных и других теплонасосных систем приведены в таблице.

Что же мешает внедрению тепловых насосов в Украине:

1. Проблемы, решения которых зависят от Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины.
   - Свыше 80 % специалистов теплоэнергетиков не знает, что такое и зачем нужны тепловые насосы. Необходимо организовывать в регионах семинары по энергосбережению в ЖКГ с целью повышения уровня информированности специалистов коммунального хозяйства, ознакомления с объектами, оборудованными теплонасосными энергосберегающими устройствами и системами.
   - Действует устаревшая методология отечественной тарифной политики на тепловую и электрическую энергию, отсутствует система классификации видов энергетической продукции по качеству и количеству, нет методов ценообразования на сбросное тепло, на-

пример, сточных вод, вод, поступающих на градирни ТЭЦ и т.д.
- Отсутствие, например, в крупных городах Украины механизмов взаимоотношений как финансовых, так и технических между организациями «Теплокоммунэнерго» и «Водоканалов» по поставкам горячей воды, которая может быть получена с помощью тепловых насосов в системах «Водоканалов» и передана в системы «Теплокоммунэнерго»; по взаимному использованию теплотрасс, теплопунктов и бойлерных и т.д.
- Нежелание «Водоканалов» переходить в тех случаях, когда это возможно, на канализационные трубы со встроенными теплообменниками и диаметром свыше 400 мм (например, при строительстве новых сетей и реконструкции старых). Такие трубы позволяют создавать тепловые пункты с тепловыми насосами, не привязываясь к существующим канализационным насосным станциям.
- Отсутствие нормативной базы (ГОСТов, ДБН и т.д.), требующей при строительстве новых зданий, микрорайонов и сооружений в первую очередь рассматривать возможность обеспечения их горячей водой и холодной водой для систем кондиционирования через теплонасосные системы и, если уже нет такой возможности, то тогда применять традиционные технологии.

2. Проблемы, решения которых зависят от других министерств и ведомств Украины.
- Механизм исполнения бюджета не соответствует требованиям времени, для чего необходимо:
- закладывать в бюджет надо реальные суммы с конкретными правилами получения денег из разных фондов и источников, причем эти правила должны действовать уже с начала января;
- если предусматривается процедура тендеров, то они также должны начинаться с января текущего года. Инстанции, проводящие тендер, должны иметь экспертные группы по оценке новизны и эффективности предлагаемых технических решений;
- победитель конкурса должен иметь право получать от заказчика аванс в размере 40-50% от суммы работ, т.к. большинство крупных работ с учетом времени прохождения экспертизы продолжаются 8-12 месяцев, и работать все это время за собственные средства.
- Энергоэффективность работы разных государственных организаций в области энергосбережения (Госэнергоэффективность, НАЭИ, Нацпроекты и госинвестиции, Минэнергоуглепром, Минрегионбуд и т.д.) оценивать не по количеству разработанных программ, методик и «круглых столов», конференций и т.д., хотя и это необходимо, а по объему средств, внедренных в реализацию тех или иных конкретных установок и оборудования, полученных, как из бюджета, так и из задействованных при этом инвестиций. За каждый случай возврата в бюджет не использованных бюджетных средств наказывать соответствующих руководителей.
- НКРЕ своей тарифной политикой должно оперативно, а не годами разрабатывать и утверждать тарифы, стимулирующие энергосбережение: это и тарифы на электроэнергию для тепловых насосов; это и льготный ночной тариф на электроэнергию очень важный для Украины, территория которой расположена в одном часовом поясе (в этой связи непонятно его увеличение с 25% до 35% от дневного тарифа); Причем эти льготы должны действовать в течение длительного времени, например, до 10 лет.
- Обязать таможенную и налоговую службы строго и без проволочек выполнять постановления правительства по таможенным льготам при поставках из-за рубежа энергосберегающего оборудования и реальной отмены налога на прибыль предприятий, внедряющих это оборудование.
- Каждое изменение в сторону увеличения тарифов на энергоносители (электроэнергию, природный и углеводородный газ, тепловую энергию, жидкое топливо), а также на воду и водоотведение должно быть прозрачным и экономически обоснованным при этом обязательно должны быть сформированы конкретные технические мероприятия, реализация которых должна приводить к уменьшению стоимости тех или иных тарифов.

При определении направлений использования возобновляемой энергии следовало бы производить сравнительный анализ экономической эффективности внедрения различных видов энергии и установок: солнце, ветер, геотермальная энергия, биогаз, тепловые насосы и т.д. в части оценки количества дополнительной энергии, которая будет произведена за одинаковый объем инвестирования.

Для реализации энергосберегающих технологий, в т.ч. теплонасосных, следовало бы в регионах создать определенную структуру, отвечающую за внедрение новых технологий, и определить механизм материального стимулирования всех участников проектов, установив при этом период действия экономии энергоресурсов в 10 лет.

Выводы

Широкомасштабное внедрение тепловых насосов, использующих низкопотенциальную теплоту различного происхождения для теплохладоснабжения, представляет собой новую, более прогрессивную технологию, позволяющую:
- существенно сократить потребление природного газа;
- уменьшить загрязнение окружающей среды;
- упростить обслуживание систем теплохладоснабжения и уменьшить ее металлоемкость;
- снизить потери тепла при его транспортировании;
- повысить уровень комфорта в помещениях;
- содействовать прогрессу в коммунальной теплоэнергетике.

Украине следует перенимать опыт развитых стран по применению теплонасосных технологий, где их доля в теплоснабжении до 2020 года должна составить 75%.

Таблица 1.

№ п/п	Краткое описание инвестиционных проектов	Тепловая мощность, МВт	Источник низкопотенциального тепла и его расходы	Стоимость проекта, млн. грн.	Стадия готовности проекта	Экономия природного газа, млн. нм^3	Срок окупаемости, лет
1	Теплонасосная система горячего водоснабжения (ТНС ГВС), г. Краматорск	1,44	Неочищенные сточные воды G = 120 м^3/ч	3,9	Внедрена в 2008 г.	1,47	2,47
2	ТНС ГВС шахта № 10 «Нововолынская»	0,6	Шахтные воды	1,92	Разработана рабочая документация	0.62	3.02
3	ТНС ГВС, г. Севастополь	55	Морская вода Камышовой бухты	204,5	ТЭО	34,5	2,32
4	ТНС ГВС, (Радиогорка) г. Севастополь	2,3	Морская вода Черного моря	7,8	ТЭО	2,35	3,2
5	ТНС отопления и ГВС, г. Украинка	84,0	Сбросные воды Трипольской ТЭС	432,0	ТЭО	86,2	6,4
6	Когенерационная теплонасосная станция теплоснабжения, по ул. Савчука в г. Чернигове	10,35	Неочищенные сточные воды G = 1900 м^3/ч	40,95	ТЭО	6,036	3,8
7	ТНС ГВС, 165 квартал, п. Кирово, г. Дзержинск	4,5	Шахтная вода шахты Северная	11,4	ТЭО	4,6	2,4
8	Теплонасосный комплекс теплоснабжения шахты «Должанская – Капитальная»	11,85	Шахтная вода G = 960 м^3/ч	5,56	ТЭО	0,771	2,65
9	Абсорбционная теплонасосная станция в системе теплохладо-снабжения ТЭЦ, г. Смела	5,0	Тепло конденсации пара ТЭЦ	3,8	ТЭО	Экономия древесной щепы 32,286 тис. т	2,2
10	Теплонасосная установка теплохладо- снабжения помещений по очистке шахтной воды, г. Антрацит	0,78	Тепло промывочной воды G = 220 м^3/ч	4,0	ТЭО	0,51	2,6
11	ТНС отопления и ГВС санатория «Червона калина» Ровенской области	2,5	Озерная вода	9,2	Проектное предложение	2,6	2,8
12	ТНС КНС «Правобережная» Киевводоканал	0,75	Сточные воды	4,12	Проектное предложение	0,57	2,37

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/snezhkin.pdf

Науково-технічний центр теплонасосніх технологій ІТТФ НАН України

Басок Б.И., Недбайло А.Н., Ткаченко М.В.
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев.

В Інституті технічної теплофізики Національної академії наук України (ІТТФ НАН України) активно розвивається науково-технічний центр теплонасосних технологій, у якому розробляються, а потім проходять апробацію комбіновані полівалентні системи теплопостачання і кондиціонування приміщень різного призначення.

Його існуюча матеріально-технічна база складається із теплових насосів типу ґрунт-рідина, які використовуються в системах повітряного і підлогового водяного опалення лабораторного приміщення і частини виставкової зали, а також їхнього кондиціонування, теплового насоса типу повітря-рідина, що підключений за допомогою оригінальної гідравлічної схеми в централізовану систему опалення радіаторного типу частини корпуса, горизонтального ґрунтового колектора і підземного акумулятора теплоти з різними типами ґрунтових теплообмінників, що оснащені датчиками температури ґрунту, а також сонячного колектора. Також проводяться дослідження ґрунтових теплообмінників різного типу спеціального призначення у складі систем теплопостачання окремих приміщень із використанням теплових насосів рідина-рідина. Системи вимірювань, реєстрації і аналізу первинних даних автоматизовані і комп'ютеризовані, що дозволяє проводити дослідження беззупинно в режимі реального часу.

Основними завданнями діяльності центру є:

- Проведення комплексних наукових досліджень щодо розробки і впровадження енергоефективних низько- і середньотемпературних систем теплопостачання будівель різного призначення на основі теплонасосних технологій у комунальній енергетиці (системи опалення типу водяна тепла підлога [1, 2], капілярне опалення, повітряне опалення і кондиціонування за допомогою повітряних теплообмінників (фанкойлів) [2], радіаторного типу та ін.);

- Розробка і науково-технічний супровід систем опалення, кондиціонування і гарячого водопостачання із використанням ґрунтового акумулювання теплоти інсоляції [3, 4], скидної теплоти енергетичних і промислових підприємств, за допомогою ґрунтових теплообмінників різних конструкцій (коаксіальний, U-подібні багатопетельні, бетонозаливна паля) [5], а також теплоти вентиляційних викидів;

- Дослідження і аналіз процесів вилучення відновлювальної теплоти з ґрунту, повітря, водоймищ, ґрунтових вод різними теплообмінними системами (горизонтальні ґрунтові колектори різної конфігурації, водяні теплообмінники у водоймі, колодязі, свердловині) [5], а також теплоти каналізаційних і промислових стоків;

- Розробка схемотехнічних рішень щодо використання сонячної радіації для теплозабезпечення будівель різного типу у складі моно- і бівалентних систем із колекторами [6, 7];

- Дослідження і аналіз можливості використання скидної теплоти водообігових конденсаційних циклів енергетичних об'єктів (ТЕЦ, когенераційних установок) на основі теплонасосних технологій [8 - 10];

Техніко-економічні обґрунтування енергоефективності використання різних систем теплопостачання [11], розробка методик розрахунку теплотехнічних і технологічних параметрів окремих об'єктів із використанням теплових насосів різних типів (грунт - рідина, рідина - рідина, повітря - рідина) і теплопродуктивності [12].

Як приклад наведемо розроблену оригінальну принципову гідравлічну схему (рис. 1), що дозволяє використовувати потенціал відновлювальної теплоти ґрунту за допомогою горизонтального багатопетельного ґрунтового колектора (поліетиленова труба 32х3 мм) із розподільчим вузолом, що розташований на території інституту на глибині 1,6 м [2]. Така конструкція дозволяє вводити до експлуатації ділянки трубопроводу різної довжини, змінюючи тим самим питоме теплове навантаження. В контурі циркулює 20% водний розчин пропіленгліколю

В холодний період року тепловий насос IVT Greenline 6C Plus тепловою потужністю 6 кВт спрямовує теплоносій із необхідним температурним потенціалом до низькотемпературних систем опалення (одночасно або поодинці) типу водяна тепла підлога окремого лабораторного приміщення і повітряних теплообмінників (фанкойлів Aermec FCW30), що розташовані в двох приміщеннях. Схема укладки водяного контуру в підлозі є біфілярною (труба ПЕХ 16х3,4 мм), із спрямованими назустріч подавальним і зворотним трубопроводами.

В теплий період року схема передбачає здійснення пасивного кондиціонування повітря в обох приміщеннях (одночасно або поодинці) за допомогою гідравлічної розв'язки контурів (пластинчатий теплообмінник Swep E5T) повітряних теплообмінників і ґрунтового колектора. При цьому відбувається компенсування теплового стану ґрунту, що змінився впродовж опалювального періоду.

Встановлення в кожному з гідравлічних контурів тепломірів різних конструкцій (Apator LQM-III-K і ультразвукових) дозволяє виконувати необхідні

балансові вимірювання кількості теплоти, що передається. Кожен споживач електричної енергії підключений через окремий електролічильник Энергомера СЕ101. Автоматизована система аналізу експериментальних даних передбачає вимірювання температури і питомих теплових потоків за допомогою термоелектричних перетворювачів власного виробництва і вторинних цифрових приладів УКТ-38 і И-8 із наступним архівуванням значень.

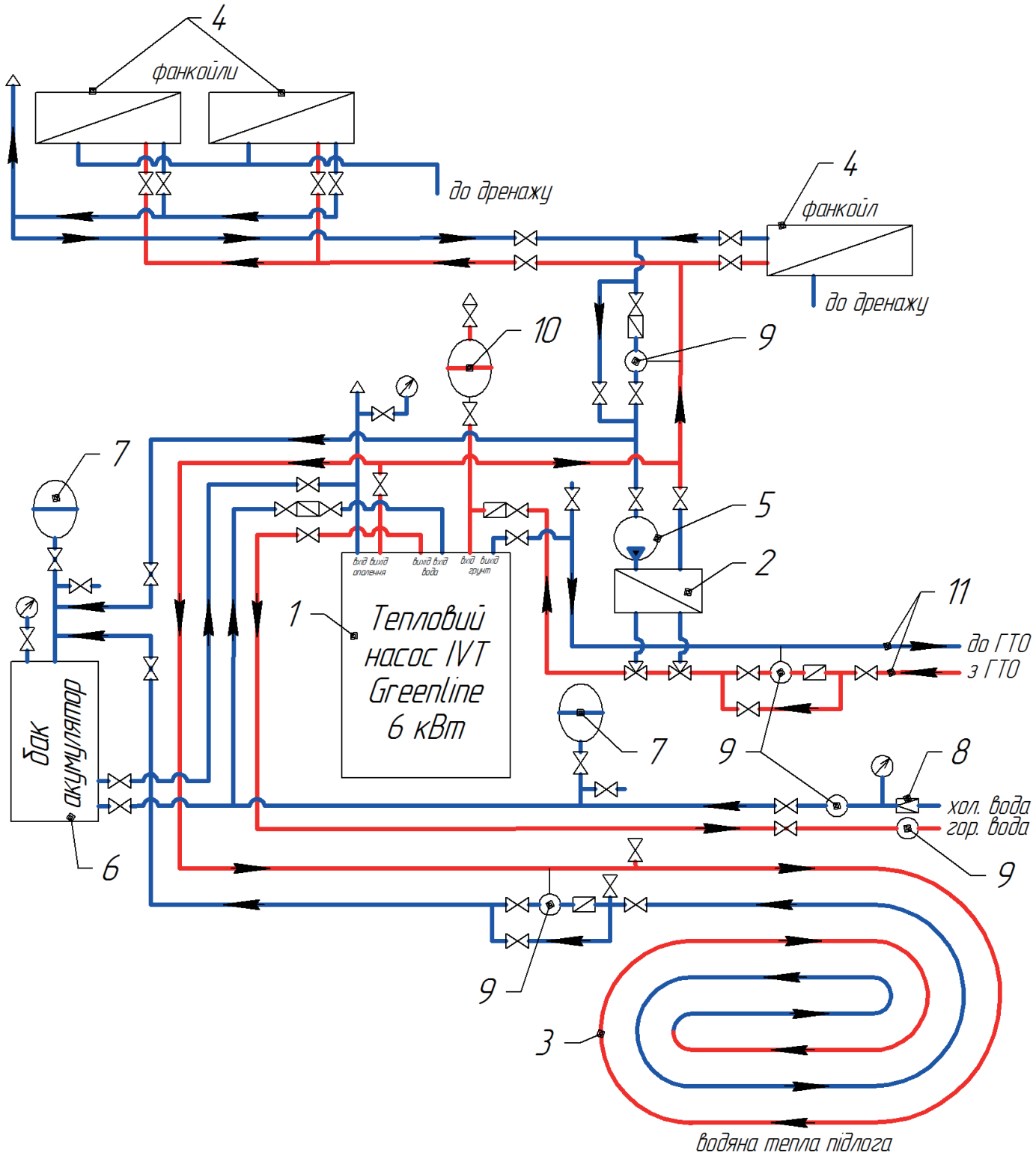

Рис. 1. Гідравлічна схема системи теплопостачання і кондиціонування лабораторного і адміністративного приміщень

1 – тепловий насос; 2 – пластинчатий теплообмінник; 3 – система опалення типу водяна тепла підлога; 4 – система повітряного опалення (кондиціонування) на основі фанкойлів; 5 – циркуляційний насос; 6 – бак-акумулятор; 7 – розширювальна мембранна ємність; 8 – редуктор; 9 – лічильники; 10 – розширювальна ємність ґрунтового колектора; 11 – контур ґрунтового колектора.

Дані в характерних місцях поряд з ґрунтових колектором на різній глибині і між різними шарами теплої підлоги, а також вздовж вертикальної лінійки від полу до стелі в лабораторному приміщенні отримуються у режимі реального часу за допомогою спеціального програмного забезпечення ОВЕН на комп'ютері.

Окремою є можливість дослідження квазістаціонарного теплового режиму приміщення за допомогою вищенаведених низькотемпературних систем і контрольно-вимірювального комплексу.

Система теплопостачання і кондиціонування приміщень різного призначення із використанням теплового насосу типу грунт-рідина зарекомендувала себе як ефективна, економічна і екологічна система із високим ступенем надійності і комфортності щодо кліматизації приміщень згідно до санітарно-гігієнічних вимог.

На рис. 2 представлено узагальнену принципову схему модернізації системи теплопостачання і створеної експериментальної установки теплопостачання з тепловим насосом «повітря-вода» потужністю 16 кВт та підключення її до існуючої централізованої системи опалення [12].

Модернізація системи опалення адміністративного корпусу ІТТФ НАН України здійснена шляхом відключення частини системи опалення будівлі за допомогою запірної арматури від системи централізованого теплозабезпечення і встановлення теплового насосу IVT Optima 1700 (рис. 2) типу «повітря-вода» вихідною теплової потужністю 16 кВт для покриття теплових втрат тієї частини будівлі, що від'єднана від районної системи теплопостачання. Оскільки, передбачається впровадження модернізації системи опалення об'єктів адміністративного, житлового чи іншого призначення, то доцільно обрано джерело низькопотенційної теплоти – повітря навколишнього середовища, що не обмежує використання модернізованої схеми в залежності від поверховості забудови, де інші, а саме теплота ґрунту, ґрунтових вод, відкритих водойм, не завжди доступні.

Модернізована система може працювати як від індивідуального теплового пункту, використовуючи теплову енергію, що генерована в районній котельні або на ТЕЦ, так і від теплового насосу, використовуючи електроенергію з місцевої мережі, для приводу компресора та відновлювану теплоту повітря. При роботі системи за старою схемою для уникнення забруднення трубопроводів та опалювальних приладів від теплоносія, що надходить з теплової мережі встановлено барботажний сепаратор бруду і газів Spirovent.

При роботі системи від теплового насосу частина контуру типової системи опалення радіаторного типу відключається від індивідуального теплового пункту за допомогою запірної арматури, при цьому для гідравлічного урівноваження циркуляції по стояках старої системи та для попередження температурних перекосів в системі передбачені балансуючі клапани. Рекомендується встановлення балансуючих клапанів на зворотних трубопроводах частини системи опалення будівлі, що залишилась в роботі від індивідуального теплового пункту, регулювання цієї системи бажано здійснювати за температурою зворотної води, а також зменшенням витрат теплоносія на систему опалення будівлі в індивідуальному тепловому пункті. При цьому, відсікаючи частину системи опалення, не буде порушено температурного режиму будівлі та буде досягнуто максимального ефекту енергозбереження за рахунок зменшення використання теплової енергії від централізованої теплової мережі та зменшення теплового навантаження на ІТП.

Централізована система теплопостачання може працювати при різних параметрах теплоносія, а саме, при теплозабезпеченні з використанням відкритої схеми опалення, тиск води в системі може досягати значення до 1 МПа, що не допустимо для контуру теплового насосу. Для уникнення негативного впливу теплової мережі на тепловий насос було передбачити гідравлічне роз'єднання контуру теплового насосу з контуром системи опалення через пластинчатий теплообмінник Alfa Laval CB14-20H.

При цьому, в якості теплоносія в контурі системи опалення використовується вода, а в контурі теплового насосу циркулює 20% водний розчин пропіленгліколю, що має здатність не замерзати до температури - 22 ^{0}C, для можливості відключення теплового насосу з причини аварії або технічного обслуговування системи опалення від централізованого теплопостачання. В експериментальній установці були реалізовані різні схеми підключення теплообмінників, кожна з наведених схем була прорахована теоретично.

Таким чином, здійснюється відключення від теплової мережі шістьох або чотирьох опалювальних стояків (в залежності від необхідності підтримування теплового режиму приміщень) із радіаторами "Delta" типу 22 за допомогою запірної арматури.

Циркуляція в обох контурах із заданої витратою забезпечується, відповідно, насосами Wilo-Star-RS 25/6 та Wilo-Top-S 25/10 з очищенням теплоносія сітчастими фільтрами.

Передбачене автоматичне відключення циркуляційних та теплового насосів за допомогою датчику тиску у разі розгерметизації контурів та втраті напору. Для компенсації об'ємного розширення теплоносія застосовуються два експанзомати. Об'єм баків розраховано відповідно до об'єму теплоносія в контурі, його коефіцієнта температурного розширення та температурного графіка роботи системи опалення. Вимірювання кількості теплоти, яка витрачається на опалення приміщень, здійснюється окремо у кожному з контурів ультразвуковими лічильниками теплової енергії MULTICAL 66E, що дає змогу оцінити втрати теплоти у трубопроводах та ефективність роботи теплообмінників. Електричний котел Еко-Компакт К-6/6-380 тепловою потужністю 6 кВт призначений для резервного (аварійного) та пікового теплопостачання у разі неможливості роботи теплового насоса або його недостатньої теплопродуктивності. Для збільшення

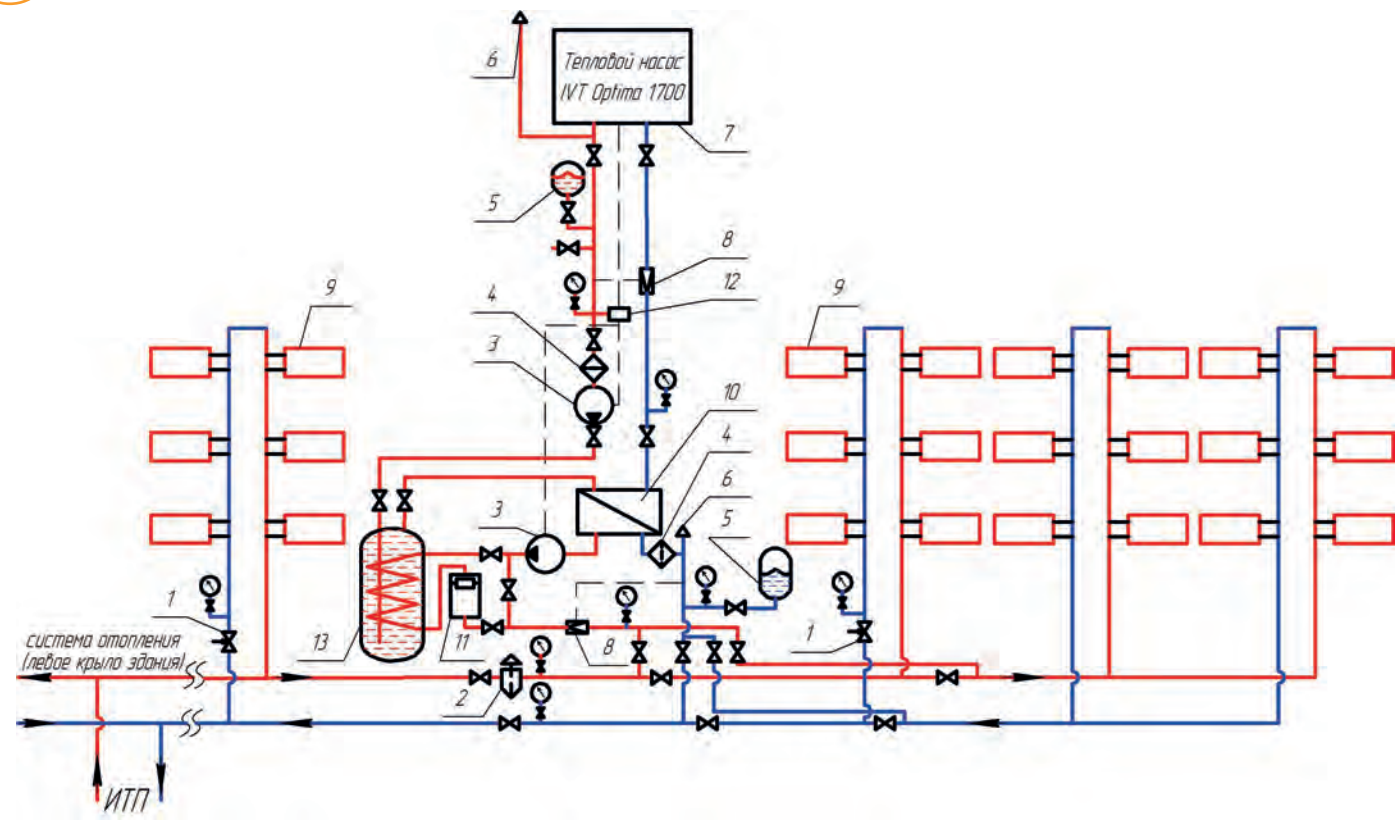

Рис. 2. Гідравлічна схема системи опалення частини опалення адміністративного корпусу

1 – клапани балансуючі; 2 – барботажний сепаратор; 3 – насоси циркуляційні; 4 – фільтри сітчасті; 5 – баки розширювальні мембранні; 6 – повітряспускники; 7 – тепловий насос повітря-вода (ТН); 8 – лічильники теплоти; 9 – радіатори системи опалення; 10 – пластинчатий теплообмінник; 11 - електричний котел, 12 – датчики тиску; 13 – бойлер-накопичувач; ІТП – індивідуальний тепловий пункт.

об'єму теплоносія в контурі теплового насосу та для покращення теплообміну між контурами було вмонтовано в схему комбінований бойлер – накопичувач TATRAMAT OVK 120. Для проведення досліджень ефективності роботи теплового насосу температура теплоносія у прямому та зворотному трубопроводах обох контурів вимірюється термометрами опору типу ТСП-002к та реєструється вторинними контрольними приладами УКТ-38. Всі споживачі електричної енергії підключені окремим чином через електролічильники Энергомера СЕ101. За опалювальний період середня можлива економія теплової енергії при встановленні теплового насосу потужністю 16 кВт в будівлі з максимальними тепловтратами 208 кВт становить –15 %.

Системи теплопостачання і кондиціонування приміщень різного призначення із використанням теплових насосів зарекомендували себе як ефективні, економічні і екологічні технічні рішення із високим ступенем надійності і комфортності щодо кліматизації приміщень згідно до санітарно-гігієнічних вимог.

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/basok_centre.pdf

Разработка энергосберегающих технологий для газоперерабатывающего комплекса на основе тепловых насосов и АБХМ

Шомова Т. П., Султангузин И. А. НИУ «МЭИ», Шомов П. А. НТЦ «Промышленная энергетика»

Анализ топливно-энергетического баланса ГПК

Газоперерабатывающие заводы представляют собой сложные энерготехнологические системы, и для их исследования необходимо применять системный подход. В качестве примера рассмотрим газоперерабатывающий комплекс (ГПК), состоящий из газоперерабатывающего (ГПЗ) и гелиевого (ГЗ) заводов, тесно связанных между собой по технологическим и энергетическим потокам. Основным сырьем для них являются сырой газ и нестабильный конденсат газоконденсатных месторождений.

Особенностью процессов газопереработки является то, что и сырьем, и продукцией, по сути, являются различные виды газообразных и жидких углеводородных энергетических ресурсов. Для технологических процессов очистки и осушки газов, разделения газов и жидких углеводородов на отдельные компоненты и фракции требуются пар, электроэнергия, топливный газ, холод различных параметров.

Основными энергоресурсами, потребляемыми на ГПЗ и ГЗ, являются электрическая и тепловая энергия. В данном случае, большая часть электрической и тепловой энергии обоих заводов покрывается за счет сторонней ТЭЦ, работающей на топливном и товарном газе ГПЗ и ГЗ. Сторонняя ТЭЦ не входит в состав ГПК, но по сути интегрирована в его единый энерготехнологический комплекс. На промплощадке ГПЗ используется также собственный топливный газ и пар вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) котлов-утилизаторов установок производства серы.

Основным энергоресурсом для ГПЗ является пар на установки очистки газов от серы - 76% от всего количества тепловой энергии. 63% тепловой нагрузки ГПЗ покрывается от сторонней ТЭЦ и 37% от собственных ВЭР. Процентное соотношение по видам топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) для ГПЗ представлено на рис. 1а.

Для ГЗ основным энергоресурсом является электроэнергия, рис. 1б., большая часть которой направляется на компрессоры сжатия метановой фракции и этана в дожимных компрессорных цехах (63%), пропановые холодильные установки (21%), азотно-кислородные станции (6%), прочие нужды (10%).

Далее системный анализ материального и топливно-энергетического балансов ГПК и его заводов лёг в основу разработки программы энергосберегающих проектов [1,2].

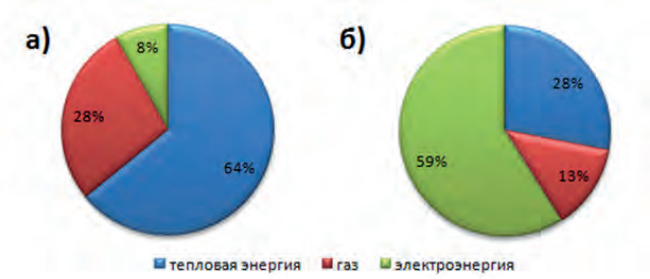

Рис. 1 Процентное соотношение потребления ТЭР, по видам топлива, технологическими комплексами: а) – газоперерабатывающий завод; б) – гелиевый завод.

Применение тепловых насосов и АБХМ на предприятиях ГПК

Процессы газопереработки осуществляются области относительно низких температур (-30 ºС - +150 ºС) при большом количестве низкопотенциальных ВЭР, которые практически не используются. При этом расходуется много электроэнергии на аппаратах воздушного охлаждения (АВО) и на перекачку оборотной воды.

С другой стороны одним из основных потребляемых энергетических ресурсов является пар низкого давления (до 0,5 МПа), например, в ребойлерах. При этом образующийся конденсат имеет температуру примерно 120 ºС, тепловой потенциал которого обычно не используется. На его охлаждение приходится использовать те же самые АВО и оборотную воду.

Для осушки газа используется холод, получаемый в пропановых холодильных установках (ПХУ) при температурах -30 ºС. Для получения гелия, разделения метановой и этановой фракций используются температуры ниже -100 ºС.

Все это является благоприятной средой для применения тепловых насосов и абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин (АБХМ) [3,4].

Несмотря на простоту этой идеи, как ни странно, область применения тепловых насосов парокомпрессионного и абсорбционного типа в газоперерабатывающей отрасли крайне узка.

Парокомпрессионные тепловые насосы (ТН) с коэффициентом трансформации тепла 5 - 8 могут применяться на установках очистки газа от сероводорода и диоксида серы, на установках осушки

обессеренного газа, на установках переработки нестабильного газового конденсата и сырой нефти, на установках переработки широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ).

Тепловой насос на блоке разделения ШФЛУ

Все процессы очистки и разделения ШФЛУ связаны с весьма энергозатратными процессами нагрева и охлаждения товарной продукции. Поток ШФЛУ, подаваемый в ректификационную колонну, необходимо подогревать с 30 ºС до 80 ºС. Подвод тепла, необходимый для процесса газоразделения, осуществляется в печах подогрева за счет циркуляции углеводородной фракции с температурой до 170 ºС. Охлаждение насосов циркуляции кубовой жидкости осуществляется оборотной водой, на рис. 2 представлены результаты его тепловизионного обследования.

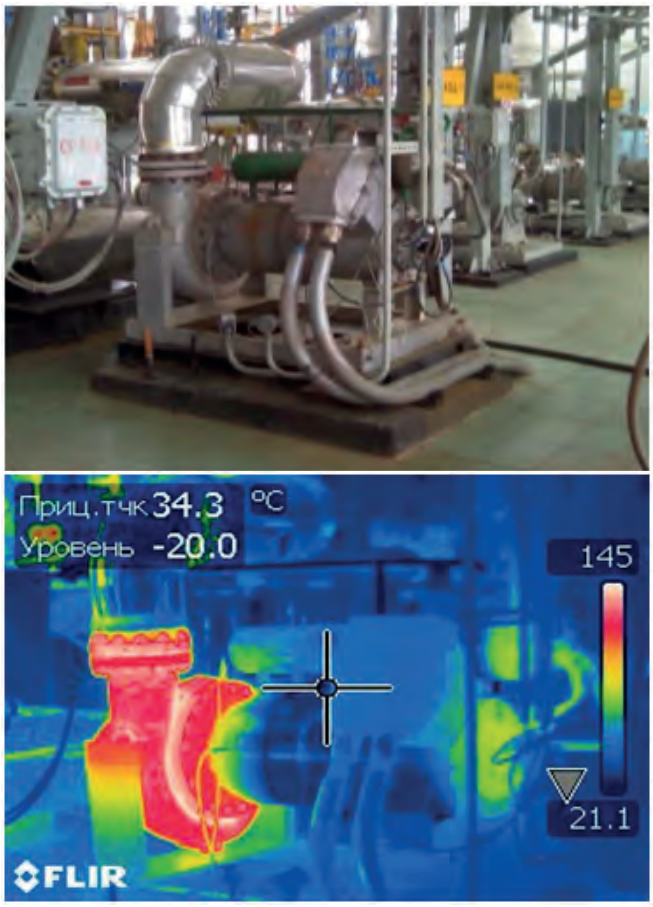

Рис. 2 Циркуляционный насос кубовой жидкости (а) – фотография циркуляционного насоса; б) – тепловизионный снимок)

Установка теплового насоса для охлаждения двигателей циркуляционных насосов кубовой жидкости колонны позволит повысить надежность работы насосов, сократит потребление пара в теплообменном аппарате и природного газа на трубчатых печах, за счет нагрева ШФЛУ, а также устранит расход оборотной воды от градирен. Капитальные затраты на внедрение данного мероприятия составят 2,2 млн. рублей, а срок окупаемости – 2,5 года.

Утилизация тепла конденсата с помощью АБХМ

В процессе очистки и осушки природного газа первой очереди ГПЗ за ребойлерами выходит большой объем неиспользуемого парового конденсата с температурой более 120 °С, рис.3.

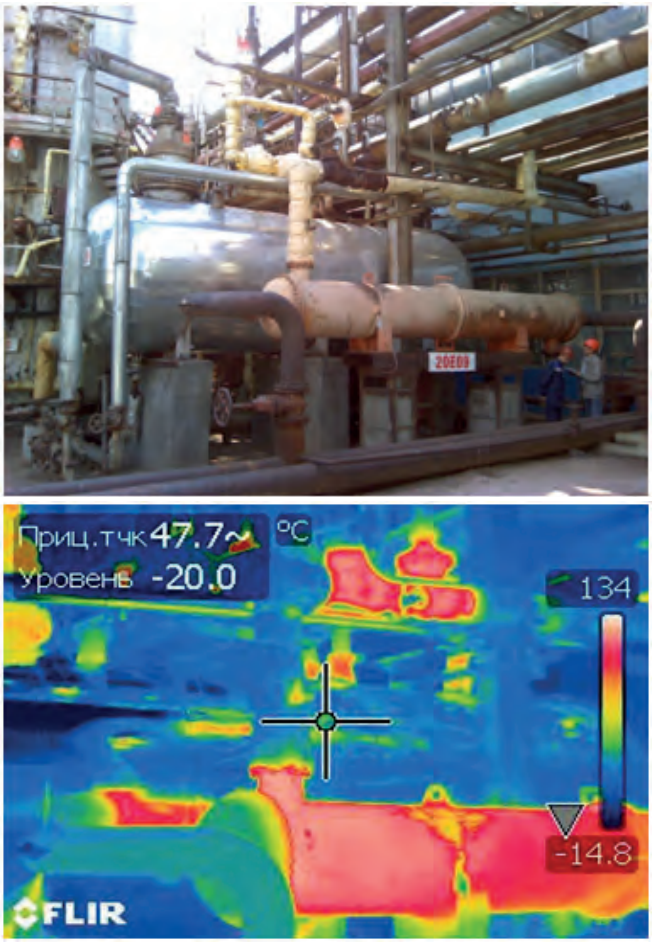

Рис 3. Конденсатосборник (Захолаживание конденсата оборотной водой)

Предлагается установить АБХМ для утилизации тепла конденсата с конденсатоотводчиков за ребойлерами нагрева амина. Полученный холод с температурой +7 ºС может использоваться для охлаждения обессеренного газа с экономией жидкого пропана в испарителе и электроэнергии на привод компрессора ПХУ.

Проект обеспечивает утилизацию тепла конденсата и снижает нагрузку на ПХУ, чистый дисконтированный доход составляет 77,4 млн. рублей при сроке службы оборудования 25 лет. Дисконтированный срок окупаемости равен 1,8 года.

Охлаждение воздуха на всасе компрессора

На азотно-компрессорной станции ГПЗ для сжатия воздуха предназначены три воздушных компрессора. В летний период, из-за повышения температуры окружающей среды их производительность снижается. Предлагается установить мини АБХМ с газовым обогревом для охлаждения воздуха на всасе компрессора. Данное мероприятие позволяет повысить производство жидкого кислорода и азота в летний период, при снижении температуры воздуха на всасе компрессора с помощью АБХМ на 20 °С производительность компрессора возрастает на 7,3%. А также сэкономить энергию покупной тепловой энергии, в зимний период, за счет выработки тепла в АБХМ при сжигании природного газа.

Экономический эффект от данного мероприятия составляет порядка 1,5 млн. рублей в год, а срок окупаемости 3 года.

В таблице 1 представлены основные экономические показатели для предложенных мероприятий.

В настоящее время прорабатываются мероприятия по внедрению ТН и АБХМ для другого газоперерабатывающего завода – завода стабилизации конденсата. В основу комплекса разрабатываемых мероприятий также лег анализ топливно-энергетического баланса предприятия. В цехе переработки ШФЛУ с извлечением изопентана и получением пропана основным потребляемым видом ТЭР является пар с высоким значением себестоимости. Для его экономии предлагается установить ТН с компрессором дополнительного сжатия паровой фазы верхнего продукта на колонне извлечения изопентана. Конденсация верхнего продукта может осуществляться в дополнительном теплообменнике с испарением нижнего продукта колонны и экономией пара в ребойлере. Снижение расхода тепловой энергии в виде пара на трех колоннах составит 137 040 Гкал/год с экономией до 5,4 млн. долларов в год. Еще одно мероприятие по внедрению АБХМ для утилизации тепла конденсата позволит сократить потерю продукции в денежном эквиваленте на 500 тыс.долл. в год. Срок окупаемости данных проектов - от 0,5 до 1,5 лет.

В заключении можно сказать, что вся газоперерабатывающая промышленность наилучшим образом подходит для внедрения тепловых насосов и абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин. Их применение может существенно снизить энергоемкость процессов переработки газа на газоперерабатывающих заводах. Кроме того, уменьшится температура возврата конденсата на ТЭЦ, в результате чего увеличится КИТ при производстве электрической и тепловой энергии [4,5].За счет выработки дополнительного холода сократится потеря товарной продукции. Повысится надежность работы оборудования. Помимо этого тепловые насосы являются экологически чистыми технологиями.

Список обозначений

- АБХМ – абсорбционная бромистолитиевая холодильная машина;
- АВО – аппарат воздушного охлаждения;
- ВЭР – вторичные энергетические ресурсы;
- ГЗ – гелиевый завод;
- ГПЗ – газоперерабатывающий завод;
- ГПК – газоперерабатывающий комплекс;
- КИТ – коэффициент использования топлива;
- ПХУ – пропано-холодильная установка;
- ТН – тепловой насос;
- ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;
- ШФЛУ - широкая фракция легких углеводородов.

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/shomova.pdf

Новое теплоснабжение в 21 веке

Схемы теплоснабжения городов:

- Алушта
- Запорожье
- Саки
- Бахчисарай
- Токмак
- Симферополь
- Красноперекопск
- Джанкой
- Судак
- Кременчуг
- Феодосия

ЭСКО ЭКОСИС

Энергосервисная компания «Экологические Системы»

www.ecosys.com.ua

Практическое использование тепловых насосов на объектах жилищно-коммунального хозяйства Украины

Литвинюк Ю.Н.
тех. директор ООО «Прогресс-XXI»

Украинский рынок энергосберегающих систем достаточно молод, посему именно сейчас множество энергетических компаний делают акцент на чистую, возобновляемую энергию. Одним из основных направлений в развитии энергосберегающих систем, являются системы с тепловыми насосами.

На сегодняшний день тепловые насосы набирают все большей актуальности и доступности, сфера их использования не ограничивается частными домами и все больше объектов жилищно-коммунального хозяйства Украины переходят на тепловые насосы..

Тепловой насос – это многофункциональное устройство, совмещающее в себе котел, источники горячего водоснабжения и кондиционер для охлаждения. Отличительными качествами тепловых насосов, в первую очередь являются использование тепловыми насосам, для покрытия нужд в тепле возобновляемой низко-потенциальной энергии, сосредоточением которой есть никто иная, как наша планета, если быть более точным – окружающая среда (земля, вода, воздух, сточные воды). Как говорил Йозеф Геббельс: «Всё гениальное просто». Данное высказывание можно использовать и при рассмотрении тепловых насосов. Простота теплового насоса основывается на его принципе работы, который является обратным принципу работы холодильной машины (обратный цикл Карно) – устройство обихода каждого современного человека. Принцип работы теплового насоса заключается в передаче тепла от низкотемпературного источника к среде с более высокой температурой (система отопления, горячего водоснабжения, нагрев приточного воздуха и пр.)

Для удобства, полноты, а также конструктивной подачи информации в рассматриваемом вопросе (Практическое применение ТН на объектах жилищно-коммунального хозяйства Украины - ЖКХ) выделим 5 основных пунктов:

1. Основные источники тепла для тепловых насосов при использовании на объектах ЖКХ Украины (таблица 1);
2. Типа тепловых насосов, которые целесообразно использовать на объектах ЖКХ Украины (таблица 2);
3. Преимущества использования тепловых насосов на объектах ЖКХ Украины;
4. Перечень основных факторов, которые необходимо учитывать при установке тепловых насосов для обеспечения нужд в тепле и холоде объектов ЖКХ Украины;
5. Перспективы внедрения теплонасосных установок (ТНУ) на объектах ЖКХ Украины.

Преимущества использования тепловых насосов на объектах жилищно-коммунального хозяйства Украины

- ***высокая энергетическая эффективность*** (высокая энергетическая эффективность тепловых насосов по сравнению с традиционными системами отопления аргументируется тем фактом, что на 1 кВт использованной электроэнергии он производит 3-7 кВт тепловой энергии);
- ***высокая экономичность*** (эксплуатационные расходы для получения тепловой энергии с использованием тепловых насосов в 2-5 раза ниже, чем расходы традиционных теплоэнергетических систем для выполнения того же функционала с использованием различных видов органического топлива);
- ***экологичность использования*** (использованию альтернативных источников энергии , сопутствует отсутствие вредоносных выбросов в атмосферу, которые пагубно отражаются на окружающей среде, а также на организме человека);
- ***надёжность*** (малая часть механизированных деталей, которые вращаются – компрессор, циркуляционные насосы. Также тепловые насосы отличаются своими компактными габаритами и автоматизированным управлением);
- ***универсальность*** (система с тепловым насосом – это система, способная работать, как на отопление, горячее водоснабжение, так и на охлаждение);
- ***стабильность*** (работа теплового насоса характеризуется низким уровнем шума, высокой комфортабельностью благодаря погодозависимому регулированию и незначительными колебаниям температуры, а также влажности);
- ***широкая возможность использования*** (возможность использования низкопотенциального тепла любого типа);
- ***полная автоматизация работы установки***;
- ***низкие расходы на сервисное обслуживание*** (стоимость годового обслуживания теплового насоса значительно ниже, чем стоимость годового обслуживания традиционных генераторов тепла и холода);
- **совместимость** (тепловой насос объединяется практически с любой системой тепло-, хладоснабжения с принудительной циркуляцией теплоносителя);
- **пожаробезопасность - и взрывобезопасность** (так как в работе системы не используется органическое топливо, по сравнению с традиционными теплоэнергетическими системами, соответственно отсутствует какая-либо процедура сжигания, которая может повлечь за собой возгорание, взрыв.

Таблица 1. Основные источники тепла для тепловых насосов при использовании на объектах жилищно-коммунального хозяйства Украины

Источник тепла	Характеристика источника тепла	Стоимость установки	Использование и требования	Примечания
Наружный воздух	Большие изменения температуры (-20~+30°C)	Низкая	Повсеместное использование	Необходим дополнительный источник тепла и размораживание испарителя в холодный период года
Вентиляционный воздух	Умеренные изменения температуры (+15~+26°C)	Низкая	Повсеместное использование	Позволяет рекуперировать тепло. Хорошо подходит для больших зданий
Водоемы	Низкие изменения температуры (+1~+11°C)	Изменяется с удалением от воды	Нужна близость до водоема адекватной глубины и площадь поверхности зеркала воды	Возможно засорение или загрязнение. Необходимо разделение контуров источника тепла и потребителя
Подземные воды	Очень низкие изменения температуры (+8~+16°C)	От средней до высокой	Нужны подземные воды надлежащего качества. Соответствующие службы могут запретить забор и обратный сброс воды	Существующие скважины позволяют снизить капитальные затраты. Необходимо разделение контуров источника тепла и потребителя
Грунт (вертикальное и горизонтальное использование)	Низкие изменения температуры для вертикального исполнения; высокие изменения для горизонтального исполнения (+2~+11°C)	От средней до высокой	Нужна большая площадь земли для обустройства грунтовых теплообменников	Необходимо иметь участок земли или фундамент зданий или их фундамент для размещения грунтовых теплообменников
Канализационные сточные воды	Очень низкие изменения температуры (+12~+18°C)	Средняя	Нужна близость канализационных коллекторов или станции очистки стоков	Позволяет утилизировать тепло от сточных вод используя его на теплоснабжение близко стоящих зданий или на собственные нужды

Таблица 2. Типа тепловых насосов, которые целесообразно использовать на объектах ЖКХ Украины

Тип теплового насоса	Источник тепла	Тепловой насос передает энергию для/в	Преимущества и недостатки
Воздух-воздух	Воздух	Воздух	Прямое кондиционирование воздуха. Воздуховоды могут быть очень большими
Воздух-вода	Воздух	Вода	Косвенное кондиционирование воздуха приводит к тепловым потерям. Позволяет аккумулировать тепло (холод). Водяные системы распределения более компактны. Позволяет проводить санитарную обработку горячей воды
Вода-воздух	Вода или рассол (внутренние инженерные сети, грунтовой коллектор, воды со скважины, вода из водоемов, другие)	Воздух	Прямое кондиционирование воздуха. Пространство может быть, сохранено используя прокладку труб источника воды в здании, уменьшая при этом прокладку воздуховодов
Вода-вода	Вода или рассол (внутренние инженерные сети, грунтовой коллектор, вода со скважины, вода из водоемов, другие)	Вода	Косвенное кондиционирование воздуха приводит к тепловым потерям. Позволяет аккумулировать тепло (холод). Водяные системы распределения более компактны. Позволяет проводить санитарную обработку горячей воды

Перечень основных факторов, которые необходимо учитывать при установке тепловых насосов для обеспечения нужд в тепле и холоде объектов ЖКХ Украины

- ***фактор экономический:*** учитывает уровень цен на электрическую энергию и альтернативные энергоносители, цены на оборудование, которое используется, его монтаж и пусконаладочные работы, возможность использования ТН для производства тепла и холода, цен на систему автоматизации и сервисного обслуживания;
- ***фактор термодинамический:*** учитывает цикл работы ТН, источник низкопотенциального тепла и его температуру; температуру теплоносителя потребителя тепла, свойств рабочего тела;
- ***фактор конструктивный:*** тип компрессора, тип теплообменников, их технические характеристики, использование оборудования с частотными приводами, уровень автоматизации;
- ***фактор эксплуатационный:*** ориентировочный срок окупаемости оборудования, гарантийный срок завода-изготовителя оборудования, срок эксплуатации источника тепла ТН;
- ***фактор экологический:*** отсутствие процесса сжигания топлива в цикле ТН, уменьшение выбросов CO_2 и HO_x за счет вытеснения части нужного топлива при высокой энергетической эффективности установки;
- ***фактор социальный:*** улучшение условий работы и жизни человека;
- ***фактор возможности использования:*** высокая возможность использования в условиях ограничения альтернативных энергоносителей и трудностей подключения к инженерным сетям в густонаселенных городах.

Перспективы внедрения теплонасосных установок (ТНУ) на объектах ЖКХ Украины

- ***использование имеющихся местных источников низкопотенциального тепла*** (канализационные сточные воды, реки, море, др.) для теплоснабжения с использованием мощных ТНУ, с единичной мощностью от несколько МВт и температурой т/н 90 °С;
- ***использование комбинированных*** (реверсивных) ТНУ для производства тепла в холодный период года и холода - в летний;
- ***широкое использование ТНУ типа «воздух-воздух» и «воздух-вода»*** для тепло-, хладоснабжения зданий с использованием вентиляционного воздуха, в качестве источника тепла, особенно с наружной установкой в южных регионах Украины;
- ***использование ТНУ «вода-вода»*** на станциях водозабора и скважинах центрального водоснабжения для обеспечения теплом и холодом хозяйственно-бытовых помещений коммунальных водоснабжающих предприятий и зданий, которые находятся рядом;
- ***широкое использование ТНУ*** для создания оптимального микроклимата в гражданских зданиях, спортивных и киноконцертных комплексах, крытых бассейнах, где есть нужна, как в тепловой энергии, так и в утилизации тепла выбрасываемого воздуха и водяных потоков;
- ***использование мощных ТНУ*** (единичной мощностью от 10 МВт и выше) в схемах энергетических, химических и нефтеперерабатывающих предприятий – охлаждение циркуляционной воды технологических процессов, понижение температуры «обратки» системы центрального теплоснабжения и др., для обеспечения нужд в тепловой энергии различных потребителей.

Дабы подытожить всё вышесказанное, а также для наглядности рассмотрим промышленный объект с уже установленным и функционирующим тепловым насосом ООО «Прогресс-XXI».

Рассматриваемый объект являет одним из многих объектов, как промышленного масштаба, так и частных сооружений, работы, по установке энергосберегающих систем, на которых проводились ООО «Прогресс-XXI». Данный объект – насосная станция «Оболонь 1» и хлораторная ПАТ «Киевводоканал». Насосная станция «Оболонь 1» общей отопительной площадью, которая составляет 1800 кв.м., расположена недалеко от станции метро Оболонь г. Киева. На этом объекте установлена система теплоснабжения с тепловым насосом AiK MAXI 70, мощность которого составляет 79 кВт. Основной функциональной направленностью в работе теплового насоса является отопление и горячее водоснабжение насосной станции и помещения хлораторной. Энергетическая система включает в себя: - тепловой насос; - смонтированный электрический котел, выполняющий роль резервного источника тепла, тепловая мощность которого составляет 60 кВт; - бак-аккумулятор для отопления объёмом 1000 л; - бак-аккумулятор для горячего водоснабжения, объём которого 300 л; Источником тепла для теплового насоса выступают артезианские скважины. Глубина каждой скважины в отдельности, составляет 230 метров, а температура воды в них 16 °С, которая является постоянной на протяжении всего года.

В результате проделанных работ, система отопления, насосной станции «Оболонь-1», была полностью реконструирована на низкотемпературную, с использованием стальных панельных радиаторов, температурный график которых составляет 55-45 °С.

Срок окупаемости проекта реконструкции системы отопления насосной станции «Оболонь-1» ПАТ «Киевводоканал» с помощью теплового составил 2 года. Также нужно учитывать, что температурный режим помещений и как следствие комфортные условия пребывания персонала улучшились, это обусловлено наличием погодозависимой автоматики в тепловом насосе. До реализации проекта полноценного горячего водоснабжения насосной станции не было, после реализации

Сегодня системы с тепловыми насосами, которые используют в качестве источников низкопотенциального тепла – энергию природу, способны конкурировать и заменять традиционные теплогенерирующие системы, которые в свою очередь работают на органическом топливе.

Рис. 1. Изображение теплового пункта насосной станции «Оболонь-1»

Рис. 2. Изображение теплового пункта в машинном зале насосной станции «Оболонь-1»

Презентацию доклада можно скачать на сайте:
http://conf.esco.co.ua/reports/litvinuk.pdf

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Содержание №3 (12), 2013

Международная конференция «Тепловые насосы в странах СНГ»

Долинский А. А., директор ИТТФ НАНУ, академик НАНУ., Басок Б. И., заместитель директора ИТТФ НАНУ, член-корреспондент НАНУ (Украина, Киев). «Теплонасосные технологии в Украине. Состояние и перспективы развития»

Басок Б. И., заместитель директора ИТТФ НАНУ, член-корреспондент НАНУ., Недбайло А. Н., к.т.н., с.н.с. ИТТФ НАНУ (Украина, Киев). «Научно - технический центр теплонасосных технологий ИТТФ НАН Украины. Исследования и разработки»

Чалаев Д. М., ведущий научный сотрудник ИТТФ НАНУ (Украина, Киев). «Сорбционные тепловые насосы: разработка, внедрение, перспективы»

Снежкин Ю.Ф., чл.-корр.НАНУ, зам. директора ИТТФ НАНУ, Уланов Н.М., к.т.н., директор ОКТБ ИТТФ НАНУ (Украина, Киев) «Опыт ИТТФ НАНУ по проектированию теплонасосных станций большой мощности и проблемы их внедрения»

Степаненко В.А., директор компании ЭСКО «Экологические Системы», главный редактор журнала «Тепловые насосы», Афанасьев А.С., заместитель директора ООО ЭСКО «Экологические Системы» (Украина, Запорожье) «Тепловые насосы в системах теплоснабжения и кондиционирования городов и зданий Украины в 21 веке»

Горшков В.Г., главный специалист «ОКБ Теплосибмаш», Институт теплофизики СО РАН (РФ, Новосибирск) «Росийские абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения – практика и перспективы применения»

Трубий А. В., специалист ООО «Сантехник ЛТД и К « (Украина, Киев). «Системы тепловых насосов: опыт монтажа и эксплуатации в Украине»
Басок Б. И., заместитель директора ИТТФ НАНУ, член-корреспондент НАНУ (Украина, Киев) «Актуальность ТН»

Петин Ю. М., генеральный директор ЗАО «Энергия», Опарин Е. В. зам., директора ЗАО «Энергия» (РФ, Новосибирск). «Тепловые насосы нового поколения»
Гогонин И.И., д.т.н., Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе (РФ, Новосибирск). «Интенсификация теплообмена в теплообменных аппаратах тепловых насосов»

Трубий А. В., специалист ООО «Сантехник ЛТД и К « (Украина, Киев) «Тепловые насосы IVT, Stiebel Eltron, Mitsubishi Electric эффективность использования»
Максутов С.М., директор компании Усть-Каменогорский Завод Тепловых насосов «SunDue» (Казахстан, Усть-Каменогорск) «Несколько не стандартных решений на основе Тепловых насосов»

Уланов Н. М., к.т.н., директор ОКТБ Института теплофизики НАНУ (Украина, Киев) «Энергоэффективность теплонасосных сушильных установок»

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Литвинюк Ю.Н., тех. директор ООО «Прогресс-XXI», (Украина, Киев). «Практическое использование тепловых насосов на объектах ЖКХ Украины»

Бенесюк И.А., директор ПФ «ПромЭко», член президиума «АВОК-Украина». «Опыт проектирования и эксплуатации систем отопления на базе тепловых насосов типа «Воздух-вода» в бюджетных организациях»

Басок Б. И., заместитель директора ИТТФ НАНУ, член-корреспондент НАНУ., Недбайло А. Н., к.т.н., с.н.с. ИТТФ НАНУ (Украина, Киев) «Проекты использования мощных тепловых насосов на объектах большой энергетики и ЖКХ»

Басок Б. И., заместитель директора ИТТФ НАНУ, член-корреспондент НАНУ (Украина, Киев) «Экспериментальные исследования теплопотерь через ограждающие конструкции здания с разновариантной термомодернизацией»

Степаненко В.А., директор компании ЭСКО «Экологические Системы», главный редактор журнала «Тепловые насосы», Афанасьев А.С., заместитель директора ООО ЭСКО «Экологические Системы» (Украина, Запорожье) «Опыт проектов термомодернизации бюджетных зданий. Тепловые насосы»

Закиров Д. Г., главный научный сотрудник, д.т.н., профессор ФГБУ Горный институт УрО РАН (РФ, Пермь) «Опыт внедрения теплонасосных технологий в промышленности и ЖКХ России»

Шомова Т.П., инженер-теплоэнергетика ООО НТЦ «Промышленная Энергетика» (РФ, Иваново) «Разработка энергосберегающих технологий для газоперерабатывающего комплекса на основе тепловых насосов и АБХМ»

Ряснова Е. В., аспирант ИТТФ, ведущий инженер ТОЭТ ИТТФ НАН Украины «Анализ рынка комбинированных солнечно-теплонасосных систем для теплоснабжения зданий»

Романец Н.П. председатель правления компании СТЭК (Украина, Киев) «Реконструкция жилого фонда города энергоэффективные технологии»

Романец Н.П. председатель правления компании СТЭК (Украина, Киев) «Комплексная реконструкция зданий, инженерных сетей и сооружений в микрорайоне «Теремки», «Виноградь», «Минский» г. Киева» Часть 1

Романец Н.П. председатель правления компании СТЭК (Украина, Киев) «Комплексная реконструкция зданий, инженерных сетей и сооружений в микрорайоне «Теремки», «Виноградь», «Минский» г. Киева» Часть 2

Ткаченко М. В., научный сотрудник ИТТФ НАН Украины «Принцип работы и приоритетность использования системы теплоснабжения энергоэффективного дома»

Ткаченко М. В., научный сотрудник ИТТФ НАН Украины «Низкотемпературые системы отопления на основе тепловых насосов»