ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Журнал № 4 (13) / 2013

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

Роль тепловых насосов при термомодернизации существующих зданий

Комбинированные отопительные технологии на базе возобновляемых источников энергии выходят на рынок

MuoviTech

BEST IN EARTH

Вот уже более 10 лет компания MuoviTech является мировым лидером по инновационным разработкам в сфере геотермальных технологий. Главный офис нашей компании находится в городе Борас, Швеция. Бизнес был основан семьёй Ойала в 2002 году. На сегодняшний день компания насчитывает более 15 представительств по всему миру и имеет ряд заводов в Европе: Швеции, Финляндии, Нидерландах, Польше и Великобритании. Все производство сертифицировано и отвечает высоким стандартам качества.

Настоящий прорыв компания MuoviTech осуществила в 2008 году, запатентовав революционный продукт- турбулентный зонд, эффективность коллектора увеличилась в среднем на 20%. TurboCollector признан в Европе как самый инновационный и в то же время самый эффективный продукт для теплопередачи грунтового контура за последние 30 лет.

Наша продукция MuoviTech

Ламинарные и турбулентные геотермальные зонды

Все виды распределительных колодцев

Весь спектр комплектующих для наземного монтажа теплового насоса:
муфты, переходники, изоляционные трубы, распределительные гребенки и многое другое

MuoviTech расширяет свои горизонты и сейчас продукция самого высокого европейского уровня для монтажа геотермальных тепловых насосов доступна и на нашем рынке. MuoviTech открыла свое представительство в странах СНГ и теперь Ваш заказ может быть обработан и доставлен в короткие сроки.

По всем интересующим Вас вопросам обращайтесь к нашему представителю по адресу:

Украина, г. Харьков, ул. Артема, 6 этаж.
Тел. +38 (057) 754-59-49, +38 (067) 571-62-71
Email: vladimir.burniagin@muovitech.com
Web: www.muovitech.com.ua
Представитель в Украине и странах СНГ -
Владимир Бурнягин

5 – 8 ноября 2013 г.

ufi Approved Event

INTERNATIONAL WATER FORUM AQUA UKRAINE

XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОДНЫЙ ФОРУМ

AQUA UKRAINE 2013

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Форум проводится по распоряжению Кабинета Министров Украины

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины

Министерство экологии и природных ресурсов Украины

Государственное агентство водных ресурсов Украины

Messe Berlin GmbH

Международный выставочный центр

При поддержке Ассоциаций:
"Укрводоканалэкология"
"Питьевая вода Украины"

RentMedia

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Украина, Киев, Броварской пр-т, 15

- **Водоподготовка, водоснабжение, водоотведение**
- **Инженерные сети, трубы, насосы, арматура**
- **Очистка сточных вод, очистные сооружения, технологии и оборудование**
- **Технологии и системы контроля качества воды**
- **Разведка и добыча подземных вод**
- **Охрана водных ресурсов**
- **Бутылированные воды**

Научно-практические конференции

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Журнал № 4 (13) / 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 2

Направления модернизации жилищно-коммунального хозяйства Украины 6

Концепция создания системы теплохолодообеспечения дома высокой энергетической эффективности 11

Нестандартные решения на базе ТН 15

Интенсификация теплообмена при испарении и кипении пленки, орошающей пакет горизонтальных труб 17

Использование альтернативных источников тепловой энергии предприятием «Мариупольтеплосеть» 26

Рынок тепловых насосов

Комбинированные отопительные технологии на базе возобновляемых источников энергии выходят на рынок 28

Мировой рынок кондиционеров

Применение тепловых насосов

Роль тепловых насосов при термомодернизации существующих зданий 32

Направления модернизации жилищно-коммунального хозяйства Украины

Василий Степаненко,
главный редактор журнала «Тепловые насосы»

Шестой уклад, согласно теории «длинных циклов» Николая Кондратьева, начался в 2010 г. и продлится до 2050 г. Его контуры уже определяют вектора развития передовых стран мира - биотехнологий, нанотехнологий, технологий генной инженерии, мембранных и квантовых технологий, фотоники, микромеханики, термоядерной энергетики и др. Согласно прогнозам, при сохранении нынешних темпов технико-экономического роста, 6-й технологический уклад вступит в фазу развития в 2010–2020 гг., а в фазу зрелости – в 40-е гг. 21 века. При этом в 2020–2025 годах произойдет новая научно-техническая и технологическая революция.

Введение

Прошедший мировой финансовый кризис перевернул большую страницу в развитии человечества - завершился пятый длинный экономический цикл и начал формироваться новый технологический уклад мировой экономики. «...Теория длинных циклов была разработана советским экономистом Николаем Кондратьевым (1892—1938). В 1920 году он сделал вывод о том, что в истории развития мировой экономики наблюдается циклическая регулярность, в ходе которой на смену фазам роста приходят фазы спада с периодом цикла порядка 50 лет. Такие колебания были им обозначены как большие или длинные экономические циклы, впоследствии названные Й. Шумпетером в честь российского ученого, репрессированного в 1938 году, кондратьевскими циклами. Многие исследователи стали называть их также длинными волнами, или кондратьевскими волнами, иногда К-волнами...» (из Википедии).

Что немаловажно - технологическое развитие или смена технологических укладов происходило синхронно с развитием экономическим, а смена технологических укладов начиналась с кризиса экономических отношений - своеобразная иллюстрация известного закона диалектики «отрицание отрицания».

Характерный период мирового цикла — 50 лет с возможным отклонением в 10 лет (от 40 до 60 лет). Циклы состоят из чередующихся фаз высоких и низких темпов экономического роста (повышательной и понижательной). Экономики ведущих стран мира за два столетия, начиная с 1770 г., прошли пять циклов, уже реализовались пять технологических укладов.

Как верно заметил академик РАН Сергей Глазьев, процесс смены укладов является очень сложным, в решающей степени зависящим от экономической политики. «...Он несет с собой угрозу огромных потерь, но и открывает новые колоссальные возможности. Потери возникают в связи с тем, что смена технологических укладов обесценивает инвестиции в традиционно сложившиеся на-правления экономического развития. Как правило, массовая нерентабельность или резкое падение прибыльности происходит после скачка цен на энергоносители, что мы и наблюдали в недавнее время. Именно так в истории и начинались смены укладов...» (1).

Мы сегодня находимся на большом перегибе истории человечества - рушится основа современного мироздания предыдущих десятилетий, рушится миф о дальних пределах экономического роста, о неисчерпаемости ресурсов планеты, изменения затрагивают основы основ и новые технологии должны дать ответ на главный вопрос - как жить человечеству дальше.

Шестой технологический уклад - изменения для городов и зданий

Есть все основания утверждать, что основные изменения в период шестого технологического уклада произойдут в городах и зданиях, или в устоявшихся терминах в секторе ЖКХ - именно здесь начинающиеся изменения носят революционный характер. Ожидаемые изменения в секторе ЖКХ большинства стран мира существенно повлияют на мировую геополитику, энергетику, экологию, перераспределят товарные рынки и центры влияния. ЖКХ в этот период становится наиболее конкурентным рынком мира на несколько ближайших десятилетий.

Очень важным для будущего Украины сегодня является определение и выбор моделей развития ЖКХ, все основные риски развития кроются именно в этом секторе. Здесь наша история застыла на отметке 70-х годов прошлого столетия, именно здесь политики уже несколько десятилетий не могут справиться с растущими экономическими, энергетическими и экологическими проблемами. Наши города и здания стареют и болеют почти как люди - болезни этой муниципальной старости накапливаются десятилетиями и, порой, создают ощущение полной безнадёжности для жителей этих городов и зданий.

Сегодня очень нужны идеи и планы обновления наших городов и зданий, основанные на комфорте обитания, архитектурном совершенстве, ресурсной, энергетической и экологической самодостаточности не только городов, но и самих зданий. Эти идеи и планы должны «... снизить угрозу огромных потерь, и от-крыть новые колоссальные возможности»(1). Мы уже пережили период разрухи (1991-2000 гг.), который по своим последствиям вполне соизмерим с последствиями гражданской войны. Но 20-е годы прошлого столетия создали прецедент успешности масштабного энергетического планирования - идеей и планом глобального обновления нашей страны стал план ГОЭЛРО, почти невероятный по тем временам план для государства, разбитого гражданской войной - план, который успешно реализовался.

В получившей широкую известность книге «Фактор пять» (под общей редакцией Эрнста Ульриха фон Вайцзеккера) для выживания мирового сообщества предлагаются восемь ключевых стратегий повышения энергоэффективности со снижением потребности в топливе, энергии и ресурсах в пять раз по отношению к существующим сегодня в мире уровням потребления (2). Можно полагать, что снижение потребности в топливе и энергии в пять раз к 2040 году и будет основной задачей для сектора ЖКХ Украины.

Кризис жилищно-коммунального хозяйства Украины, как начало становления нового технологического уклада

Хочу повторить тезис о роли кризиса при смене технологических укладов, как индикатора и катализатора такого фазового перехода. Этот тезис позволяет обосновать выявление инфраструктурных секторов ЖКХ Украины наиболее под-готовленных к модернизации, а также обосновать появление новых ёмких рыночных ниш для услуг, материалов и оборудования.

Наиболее кризисными секторами в ЖКХ Украины сегодня являются 3 сектора:

- сектор жилых многоэтажных зданий
- сектор бюджетной сферы (общественных зданий)
- сектор централизованного теплоснабжения

Электроснабжение, водоснабжение городов и другие коммунальные инфраструктуры также будут подвержены кризисным явлениям, но в значительно меньшей степени, чем вышеупомянутые сектора, которые сегодня становятся наиболее инвестиционно привлекательными.

Отдельным, бурно развивающимся сектором является сектор переработки городских отходов в топливо и энергию (пищевых, твёрдых бытовых, древесных и др.) - с растущей инвестиционной привлекательностью по причине ресурсной новизны и экономической целесообразности.

Ниже приведены пояснения к оценке кризисного состояния этих секторов ЖКХ Украины.

Кризис жилищного сектора

Основные признаки кризисного состояния жилищного сектора городов Украины:

- длительное старение зданий. Капитальных ремонтов существующих зданий не было уже 40 лет. Значительная часть существующего жилого фон-да в городах Украины выработала свой проектный ресурс.
- снижение технической и экономической эффективности инженерных систем зданий. Бурный прогресс и тотальное обновление инженерных систем жилых зданий в соседних странах постоянно увеличивают этот разрыв.
- быстро растёт уровень устранимых энергетических и ресурсных потерь в жилых многоэтажных зданиях - с 10-15% в 1950 году до 90% в 2016 году. Это объясняется быстрой эволюцией нормативной базы ведущих стран мира в сторону энергоэффективности, а также технологической революцией при переходе мирового сообщества к концепции энергопассивного дома.
- доходные части бюджетов городов и граждан растут в несколько раз медленнее, чем тарифы на энергоресурсы. К 2020 году эти кассовые разрывы приведут к массовому кризису неплатежей и к неизбежности смены существующей экономической модели в этом секторе.
- Фактический отказ муниципалитетов и государства финансировать капи-тальные ремонты жилых многоэтажных зданий при отсутствии возможностей для жителей по привлечению финансовых средств на термомодернизацию зданий.
- Государство уже не может поддерживать перекрёстное субсидирование населения по тарифам на энергоресурсы по причине снижения доходности бюджетов всех уровней и продолжающегося роста цен на энергоресурсы.

Модель передачи жилых многоэтажных зданий из коммунальной собственности в собственность ОСББ, существующая в Украине не позволяет привлечь средства для обновления основных фондов жилищного сектора. Основная фаза кризиса в жилищном секторе ещё впереди, после ликвидации перекрёстного субсидирования и после реализации странами ЕС своих программ термомодернизации жилых зданий в соответствие со стандартом энергопассивного дома - примерно в 2018 - 2020 году.

Кризис сектора бюджетной сферы

Основные признаки кризисного состояния сектора бюджетной сферы в городах Украины подобны жилищному сектору:

- длительное старение бюджетных зданий. Капитальных ремонтов существующих зданий не было уже 30-40 лет. Значительная часть

существующего фонда общественных зданий в городах Украины выработала свой проектный ресурс.
- снижение технической и экономической эффективности инженерных систем бюджетных зданий. Бурный прогресс и тотальное обновление инженерных систем бюджетных зданий в соседних странах постоянно увеличивают этот разрыв.
- быстро растёт уровень устранимых энергетических и ресурсных потерь в бюджетных зданиях - с 10-15% в 1950 году до 90% в 2016 году. Это объясняется быстрой эволюцией нормативной базы ведущих стран мира в сторону энергоэффективности, а также технологической революцией при переходе мирового сообщества к концепции энергопассивных зданий.
- доходные части бюджетов городов растут в несколько раз медленнее, чем тарифы на энергоресурсы. К 2015 - 2017 гг. кассовые разрывы между фактической потребностью и возможностями бюджетов муниципалитетов оплачивать энергоснабжение бюджетных зданий приведут к кризису неплатежей и к неизбежности смены существующей экономической модели в этом секторе.

Высокие тарифы на энергоресурсы в бюджетном секторе городов Украины (в 3-3.5 раза выше, чем для населения) превращают его в коммерчески привлекательный сектор для внебюджетного финансирования глубокой термомодернизации. Как следствие, уже сегодня ряд международных финансовых организаций готов финансировать проекты энергоэффективной модернизации. Следствием высоких тарифов в секторе бюджетной сферы является ускорение кризисных проявлений и повышение приоритета для целей модернизации в соответствие с технологиями нового, шестого уклада.

Кризис систем централизованного теплоснабжения Украины

Основные признаки кризисного состояния:
- Уменьшение объёмов сбыта тепловой энергии предприятий централизованного теплоснабжения в 2 раза по сравнению с 1990 г., горячей воды централизованного приготовления уже нет в 380 городах из 420.
- Массовая потеря экономической эффективности предприятий тепловых сетей, хроническая задолженность потребителей без надежд на погашение долга.
- Критический (до 80%) износ основных фондов предприятий тепловых сетей, особенно трубопроводных систем.
- Отказ государства в финансировании модернизации систем теплоснабжения при отсутствии средств у городов и предприятий тепловых сетей.

Модель централизованного теплоснабжения городов на основе крупных газовых котельных и ТЭЦ лишена будущего в Украине в силу долгосрочного роста цен на природный газ в мире. Наиболее значимым фактором сегодня является отсутствие экономически обоснованной модели рентабельности предприятий тепловых сетей и отсутствие модели привлечения финансовых ресурсов, достаточных для обновления их основных фондов - ТЭЦ, котельных и трубопроводных сетей.

Термомодернизация зданий потребителей со снижением потребности в тепле в 2-4 раза за 15 следующих лет по сути приведёт к банкротству большую отрасль коммунального хозяйства Украины-централизованное теплоснабжение. Т.е. кризис существующих систем централизованного теплоснабжения на природном газе ещё не достиг своей глубины и будет расти по мере перехода потребителей к реализации энергоэффективных проектов и программ для зданий.

Если коротко подвести итоги этого раздела, то автор хотел сказать, что модернизация зданий и систем теплоснабжения в городах Украины невозможна без смены существующей модели развития, основанной на механизмах централизованной экономики. Критическое состояние трёх указанных инфраструктур будет быстро расти, провоцируя политический кризис. Выбор новой модели развития этих инфраструктур для Украины подсказывают развитые страны, начавшие переход в шестой технологический уклад.

Новые технологии для сектора ЖКХ в период 2020-2040 гг.

Становление шестого технологического уклада в секторе ЖКХ развитых стран мира уже началось. Основные технологии и оборудование уже испытаны в развитых странах мира для разных климатических условий, сформированы стра-тегии перехода. Если попытаться сжато сформулировать основные линии этих стратегий, то их можно свести к двум мегатрендам:
- снижение потребности в углеводородном топливе, тепловой и электриче-ской энергии в несколько раз от существующих уровней потребления.
- системное снижение стоимости тепловой и электрической энергии, путём замещения углеводородного топлива местными источниками, в том числе возобновляемыми.

Рождение шестого технологического уклада сопровождается появлением принципиально новой энергетической политики в сфере ЖКХ ведущих стран мира, ориентированной прежде всего на интересы потребителей, а не на интересы производителей энергии. Это принципиальное отличие от энергетической политики стран СНГ, где приоритет в развитии принадлежит сектору генерации, развитие же секторов потребления традиционно рассматривается по остаточному принципу. Впервые в истории человечества в основе мировых трендов энергетической политики развитие человечества связывается со снижением, а не повышением потребления энергоресурсов.

Одновременно, в начале 21 века масштабные эксперименты ведущих стран мира создали новую энергетическую политику непрерывного повышения рентабельности новых технологий возобновляемой энергетики (биотопливо, солнце, ветер, энергия Земли, сбросного тепла и др.), старые энергетические технологии на основе углеводо-

родных видов топлива начинают проигрывать это экономическое состязание. Один из примеров такого состязания - к 2020 году 70% мирового производства тепловой энергии будет осуществляться не путём прямого сжигания топлива в котлах и на ТЭЦ, а от тепловых насосов (прогноз Мирового энергетического агентства). Тепловые насосы, несмотря на более высокую стоимость капитальных вложений, отбирают рынок у котлов по экономическим причинам - из за более низких эксплуатационных затрат. Одновременно стимулируется тенденция к децентрализации систем теплоснабжения - опять по экономическим причинам, так как потери тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения намного выше, не говоря уже о комфорте.

Признаки близкого и комфортного будущего

Термомодернизация жилых и общественных зданий

Снизить потребность всех существующих зданий Европы в тепловой энергии требует Директива EPBD - директива об энергетической эффективности зданий. Суть её проста - к 2020 году всем странам Европы необходимо провести термомодернизацию всех существующих зданий до стандарта энергопассивного дома. Вновь строящиеся здания должны будут отвечать стандарту «зеро» - практически не потреблять энергию извне. Ниже приведен график, отражающий эволюцию нормативных требований к энергетической эффективности зданий в Германии - за полвека технологии энергетической эффективности зданий шагнули от нормы 265 кВт.час на м^2 в год до нормы 15 кВт.час на м^2 в год. В 17.5 раз за полвека в мире выросла энергетическая эффективность зданий, а стоимость их модернизации уже позволяет организовать массовое применение этих технологий.

Синхронно с бурным ростом технологий снижения потребления энергии быстро растут технологии возобновляемой и децентрализованной энергетики - новым зданиям уже будет достаточно электроэнергии с крыш и тепла из воздуха. Базовое потребление энергии зданиями ЕС к 2020-2030 году будет автономным, а централизованные энергосистемы будут нужны только для резервирования и покрытия пиковых нагрузок.

Принципиально новой особенностью шестого технологического уклада является необходимость синхронности процессов модернизации секторов потребления и генерации, одновременно с пересмотром существующих принципов транспортировки топлива и энергии. Рождается наибольший за всё время существования человечества пересмотр структур топливно-энергетических балансов городов и стран, что повлечёт за собой значительные экономические последствия в секторах ЖКХ.

Новое поколение технологий (на примере компании Виссманн) - переходные модели к коммунальной энергетике 6-го технологического уклада

Гибридный тепловой насос Vitocaldens 222-F мощностью до 28 кВт

Компактный гибрид теплового насоса и газового конденсационного котла идеаль-но подходит как для нового строительства, так и для модернизации существую-щей отопительной системы здания. Устройство полностью готово к эксплуатации – в одном корпусе заключен тепловой насос (мощность 9 кВт), газовый конденса-ционный котел (19 кВт) и емкостной водонагреватель объемом 130 литров.

Система контроля автоматически устанавливает приоритет работы газового конденсационного котла (КПД 107%) либо теплового насоса (КПД 350%), анализируя текущую отопительную нагрузку или программу отопления, введенную пользователем.

Концепция создания системы теплохолодообеспечения дома высокой энергетической эффективности

Басок Б.И., Недбайло А.Н., Ткаченко М.В., Божко И.К.
ИТТФ НАН Украины.

Сочетание архитектурных приемов с технологическими особенностями поддержания комфортных санитарно-гигиенических условий в помещениях различного назначения является неотъемлемой составляющей современного энергоэффективного строительства. Мировые тенденции в повышении энергетической эффективности систем теплоснабжения в целом направлены на использование природных возобновляемых источников энергии, сбросных вторичных энергоресурсов, децентрализацию поставки теплоты, а также переход на низкотемпературные отопительные системы. Новейшие системы теплоснабжения энергоэффективных зданий во многих случаях поливалентны с высокой степенью автоматизации управления процессами поддержания норм температурно-влажностного режима помещений. Низкотемпературные системы отопления имеют температуру поверхности теплообмена, не превышающую (+30 ...+40)°С. Основным механизмом передачи теплоты в таких системах является свободная конвекция воздуха (75%) вдоль нагретой поверхности с постепенным перемешиванием его в объеме помещения. Радиационная составляющая теплообмена здесь низкая (до 25%). В качестве примера можно привести такие системы отопления, как водяной (в т.ч. капиллярный) и электрический теплые полы, теплая стена или потолок; воздушная система отопления и кондиционирования с помощью фанкойлов пленочные системы отопления, бытовые и промышленные сплит-системы и т.д. Среднетемпературные системы отопления имеют температуру в диапазоне (+40 ... +65)°С. При этом имеет место совокупность конвективного (60%) и радиационного (40%) теплообмена отопительных приборов, соответственно, с воздухом и предметами в помещении. Классическими примером является радиаторная-конвекторная система. Среднетемпературные системы отопления распространены в жилых, административных и промышленных зданиях различного назначения. Источником теплоты в них обычно является теплоноситель от централизованного снабжения (ТЭЦ, котельные, когенерационные установки). Также целесообразно использование таких систем с тепловыми насосами различных типов. Высокотемпературные системы отопления имеют температуру нагревателя, превышающую +80°С. Основным механизмом теплообмена является концентрированное излучение в инфракрасном спектре волн (от 60% и более с ростом температуры и повышением степени черноты поверхности прибора). В качестве примера можно привести излучатели с керамическими, металлическими или полупроводниковыми электронагревательными элементами с рефлекторами. Такие системы крайне целесообразно использовать в помещениях, где требуется локальный подогрев, с большой высотой потолка или на открытой территории. В основном широкое распространение они получили в производственных помещениях, сельском хозяйстве, а также в промышленных технологических целях.

Разработанное схемное решение теплохолодообеспечения энергоэффективного дома общей площадью 300 м^2 предполагает систему, параметры которой регулируются в зависимости от температур окружающего и внутреннего воздуха [1]. В связи с этим, астрономический год был условно поделен на три периода – летний, переходной (весна и осень) и зимний периоды. Для поддержания комфортных условий в помещениях на протяжении года, а также соблюдения санитарно-гигиенических норм микроклимата были разработаны схемные решения по каждому из вышеупомянутых периодов года. Для контроля и автоматизации процессов теплохолодообеспечения, каждое помещение энергоэффективного дома оснащается датчиками температуры, влажности и скорости движения внутреннего воздуха.

Далее рассмотрим более подробно работу системы теплохолодообеспечения в каждый из периодов года.

Летний период

Летний период – период, когда среднесуточная температура наружного воздуха не ниже +21 °С. Основной задачей в этот период – осуществление кондиционирования воздуха в помещениях. Системой теплохолодообеспечения предусмотрено два независимых варианта кондиционирования, которые представлены на рис. 1.

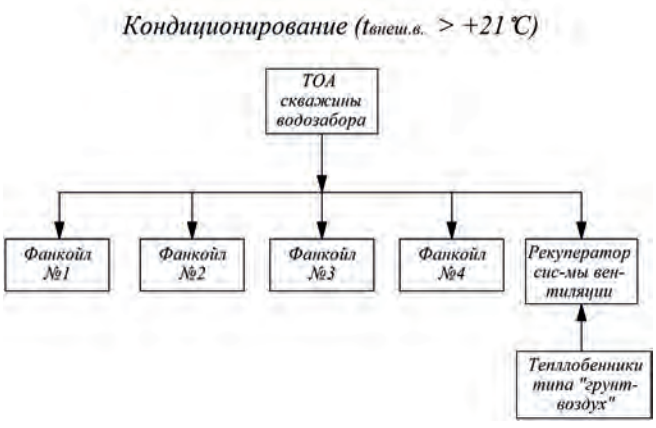


Рис. 1 – Кондиционирование наружного воздуха в летний период года

Первая схема кондиционирования основана на применении теплообменников типа «грунт-воздух», которые расположены в грунтовом массиве на территории Института технической теплофизики НАН Украины по ул. Булаховского, 2а в г. Киеве. Теплообменники выполнены из труб наружным диаметром 110х3,2 мм, материал – НПВХ. Прокачиваемый с помощью осевого вентилятора по трубам наружный воздух охлаждается в грунтовом массиве (до температуры близкой +8 °С) и направляется на рекуператор системы вентиляции. Таким образом, осуществляется централизованное кондиционирование всего дома.

При необходимости может быть задействована вторая схема более интенсивного кондиционирования с использованием теплообменника скважины водозабора (теплоноситель – вода). Внутренний воздух, проходя через рекуператор системы вентиляции, нагревает охлаждающую его воду. Далее вода контура рекуператора охлаждается в теплообменном аппарате скважины водозабора, за счёт проточной воды из скважины (с температурой около +12 °С), поступающей на водоснабжение дома.

При необходимости дополнительно предусмотрена возможность локального кондиционирования отдельных помещений за счёт установки фанкойлов. Подключение фанкойлов и рекуператора системы вентиляции осуществляется с использованием насоса с частотно регулируемым приводом для перекачивания охлаждающей воды.

Второй задачей системы теплохолодообеспечения в летний период является приготовление горячей воды и восстановление теплового состояния грунтового аккумулятора теплоты.

Основным источником тепловой энергии для приготовления воды для нужд горячего водоснабжения являются тепловые солнечные коллекторы, установленные на крыше дома. Холодная вода из скважины, поступает на станцию повышения давления (СПД) и далее закачивается в баки-накопители холодной и горячей воды. Последний, отличается тем, что является бойлером косвенного нагрева «рубашечного» типа со встроенным электрическим нагревателем. Во внутреннюю секцию поступает холодная вода из станции повышения давления. Во внешнюю секцию – «рубашку» поступает нагретый в солнечный тепловых коллекторах водный раствор этиленгликоля. За счет этого происходит приготовление горячей воды. После заполнения обоих баков станция повышения давления автоматически отключается в целях экономии электроэнергии. Данные баки запаса горячей и холодной воды устанавливаются на верхнем этаже дома. Это решение принято для обеспечения водоснабжения в случае отключения электроэнергии. В случае, когда нет поступления солнечной энергии и происходит остывание горячей воды, в баке-накопителе автоматически включается электрический нагреватель.

При профиците тепловой энергии, полученной от солнечных коллекторов, нагретый раствор этиленгликоля прокачивается через пластинчатый теплообменник и, подогревая воду, восстанавливает тепловое состояние грунтового аккумулятора теплоты (массива грунта). В последующем, грунтовой аккумулятор теплоты используется в качестве низкопотенциального источника теплоты для теплового насоса в переходной и зимний периоды года.

Таким образом осуществляется сброс излишней теплоты, полученной в солнечный тепловых коллекторах.

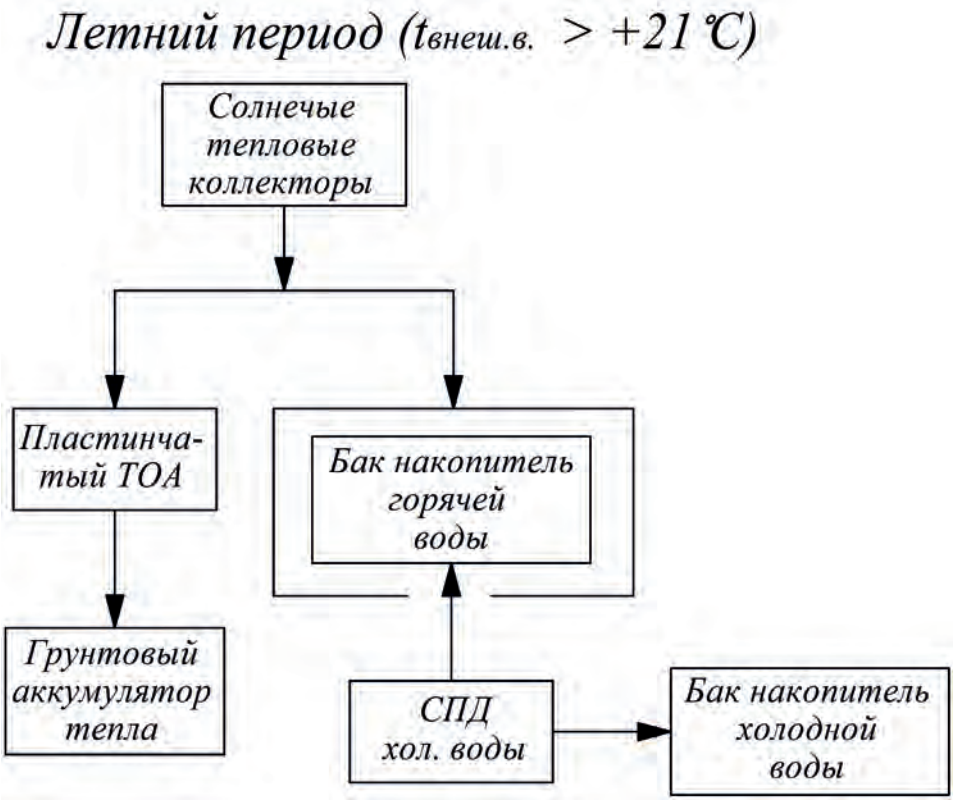


Рис. 2 – Приготовление горячей воды и регенерация грунтового аккумулятора теплоты

Рис. 3 – Работа системы теплоснабжения в переходной период года

Переходной период

Переходной период – это период, в течении которого среднесуточная температура наружного воздуха колеблется в пределах от +8 °С до +21 °С. В этот период основными задачами являются работа системы горячего водоснабжения и покрытие тепловых потерь энергоэффективного дома за счёт работы системы вентиляции. Схема работы системы теплоснабжения в этот период представлена на рис. 3.

Приготовление горячей воды в переходной период осуществляется по той же схеме, что и в летний период года.

При понижении температуры внутреннего воздуха в двух и более помещениях ниже +20 °С часть нагретого в солнечный коллекторах раствора этиленгликоля поступает на пластинчатый теплообменный аппарат и нагревает воду, которая, в свою очередь, поступает на рекуператор системы вентиляции. Понижение температуры в двух и более помещениях принято для минимизации влияния человеческого фактора (например, наличие открытого окна) на автоматику системы теплохолодообеспечения.

При сохранении тенденции снижения температуры внутреннего воздуха после заданного промежутка времени работы пластинчатого теплообменника происходит его отключение и включение теплового насоса. Этот механизм работает в ночные периоды или при снижении интенсивности солнечного излучения за счет облачности.

В качестве источников низкопотенциальной тепловой энергии для теплового насоса предусмотрен набор теплообменников. Каждый из них имеет свой приоритет. Смена источника возможна как в автоматическом, так и в ручном режимах.

В переходный период при включении теплового насоса первым источником низкопотенциальной энергии для него служит теплообменник скважины водозабора [2].

Тепловые потери дома в переходной период будут компенсироваться за счет работы системы вентиляции. Также для повышения температуры внутреннего воздуха в отдельных помещениях возможно использование фанкойлов. При снижении температурного потенциала водозаборной скважины до уровня, который не может обеспечить стабильную работу, происходит переключение источника низкопотенциальной энергии теплового насоса с теплообменника скважины водозабора на грунтовый аккумулятор теплоты.

Также в переходной период происходит зарядка бака-аккумулятора системы отопления. Предполагается его использование в зимний период для приготовления теплоносителя для низкотемпературных отопительных приборов.

Зимний период

Система теплохолодообеспечения переключается в зимний режим работы при снижении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже +8оС на протяжении трех суток. Основная задача в данный период – поддержание температуры внутреннего воздуха на уровне +20 °С [3], вне зависимости от температуры наружного воздуха. Схема работы в зимний период представлена на рис. 4.

Основным источником теплот т 0 оОс

пол, который размещен перед входной дверью. Низкотемпературные отопительные приборы подключаются к тепловому насосу через бак-аккумулятор, поскольку на выходе из теплового насоса нагретая вода имеет температуру до +55 °С.

Особое внимание следует уделить группе теплообменников – источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса. Кроме уже знакомых нам теплообменника скважины водозабора и грунтового аккумулятора теплоты, тут предусмотрена еще группа теплообменников, расположенных в грунтовом массиве на территории Института технической теплофизики НАН Украины по ул. Булаховского, 2а в городе Киеве.

В эту группу входят одноходовой теплообменник в виде 6 ниток трубы наружным диаметром 32х3 мм, которые образуют 3 петли длинной 15 метров, а также 8 ниток трубы наружным диаметром 32х3 мм, которые образуют 4 петли длинной 20 метров. Также тут представлен 3-х секционный многоходовой паяный теплообменник из материала ПЕ100 с наружным диаметром трубы 40х4,2 мм. Глубина заложения всех вышеупомянутых типов теплообменников составляет 2,2 м.

Данные теплообменники расположены на схеме (рис. 4) теплохолодообеспечения энергоэффективного дома в порядке возрастания значения теплообменной поверхности. Приоритетность включения источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса соответствует обозначениям I – V.

Таким образом, разработаная принципиальная схема системы теплохолодообеспечения и водоснабжения в настоящее время реализуется в Институте технической теплофизики НАН Украины при создании на основе строящегося пассивного дома указанной площади высокоэнергоэффективного здания типа «ноль-энергии» с использованием возобновляемых и альтернативних источников энергии [4].

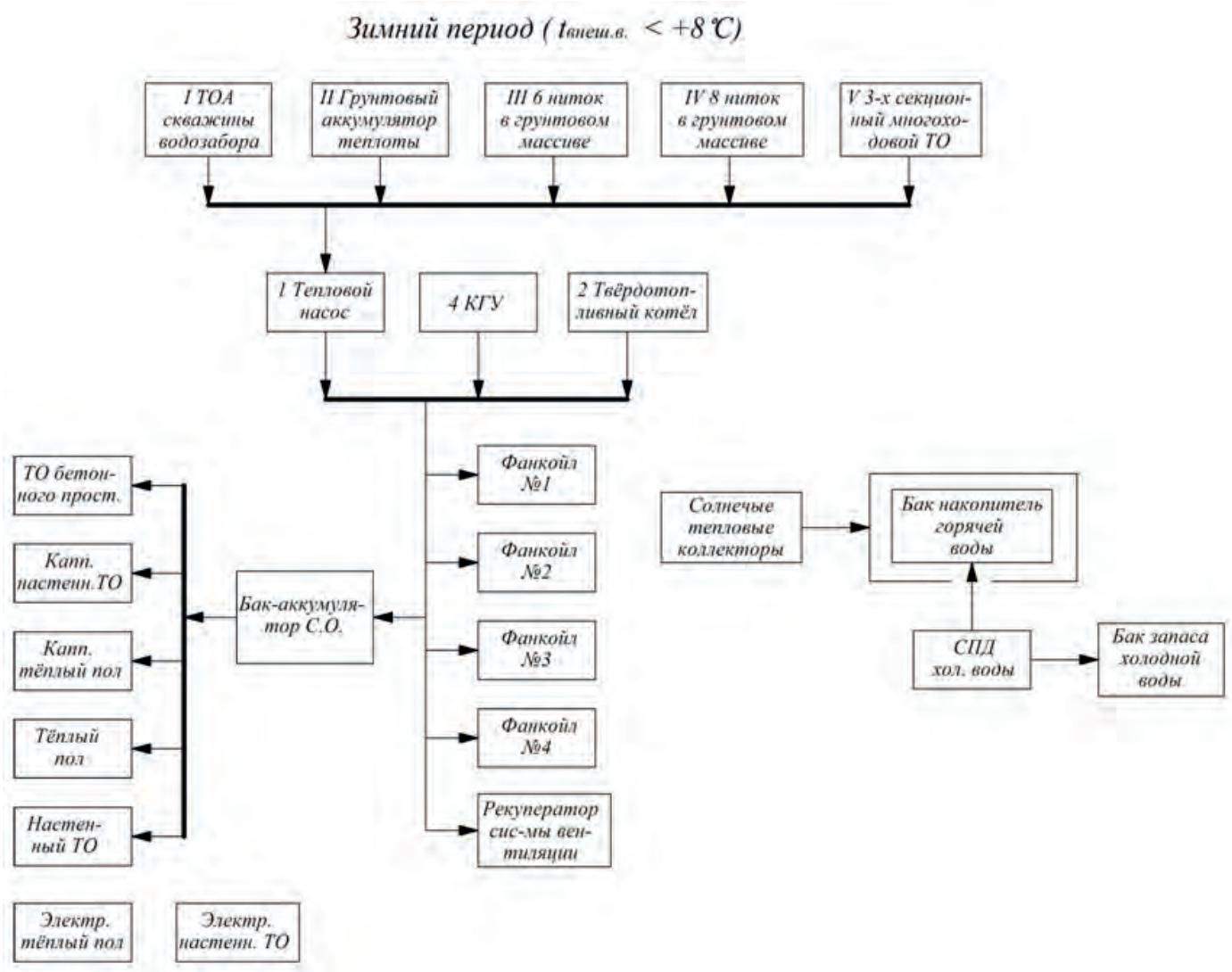


Рис. 4 – Работа системы теплоснабжения в зимний период года

Нестандартные решения на базе ТН

Максутов С.М.
«Усть-Каменогорский Завод Тепловых насосов «SunDue»

Компания «Усть-Каменогрский Завод Тепловых Насосов» существует с 2000 года, с 2005 занимается серийным производством тепловых насосов и чилеров, а с 2010 года выпуском приточных вентиляционных систем.

Приоритеты компании - это выпуск и разработка качественной продукции и внимательное отношение к каждому партнеру. Главные направления - разработка и серийное производство климатического оборудования: ТНУ всех модификаций, чиллеров, вентиляционных установок. С недавнего времени введены новые линейки, такие как: фэнкойлы, модели приточно-вытяжной вентиляции со встроенным ТН и теплоутилизаторы. Оборудование создается, разрабатывается и проектируется в собственном КБ, поэтому постоянно совершенствуются все серийные модели с учетом пожелания наших партнеров, находящихся во всех уголках СНГ, т.е. в различных климатических условиях.

Дополнительный профиль фирмы - это пусконаладка и шеф-монтаж климатических систем, где используется возобновляемая и энергосберегающая энергетика. Создание и проектирование оборудования происходит по разработанному профессионалами компании стандарту Республики Казахстан СТ ТОО 39622717-001-2008.

Серийные линейки:

- ТН вода-вода
- ТН вода-воздух и воздух-вода
- линейка ТН для производства ГВС и подогрева бассейнов
- ТН грунт-вода
- ТН грунт-воздух
- Системы приточно-вытяжной вентиляции со встроенным ТН^{NEW}

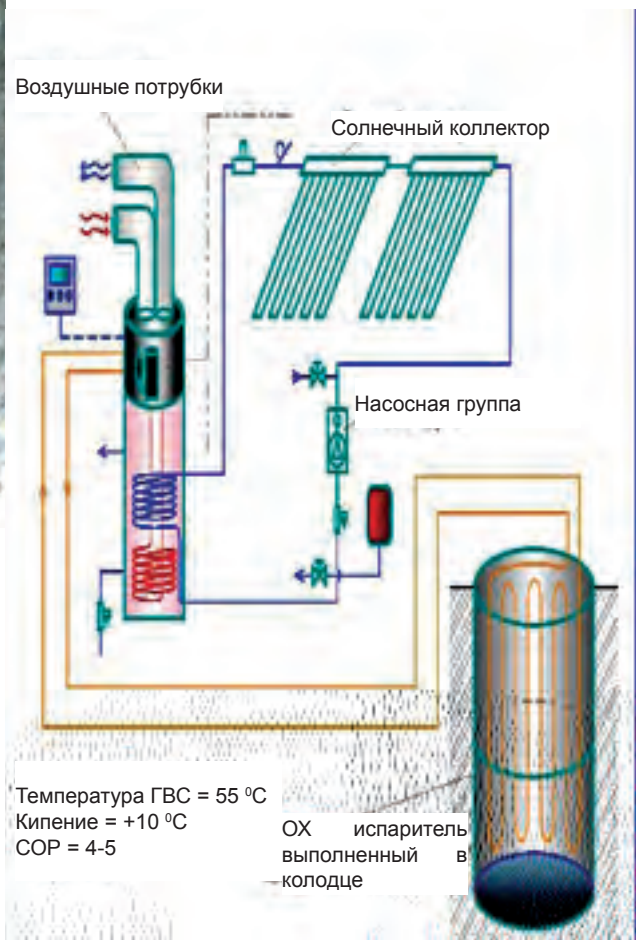
Пример 1:
Объект, на приведенных фото, полностью отапливаемый тепловым насосом на базе винтового компрессора.

Выходная тепловая мощность ТН составляет 120 кВт. На первом уровне здания находится автомойка, как следствие имеющая большие теплопотери из за наличия большого количества постоянно открывающихся ворот, поэтому радиаторная или панельная система отопления в данном случае малоэффективна. Для отопления применен фреоновый предконденсатор работающий по принципу воздушного калорифера. Обогрев происходит теплым воздухом с температурой +40 ^{0}C. Остальные 3 этажа имеют панельную систему отопления (теплый пол) выполненную с шагом трубы 150 мм трубой «PEX B», рабочий график теплоносителя которой составляет +30...25 ^{0}C, при наружной температуре -36 ^{0}C. Теплоноситель в панельную систему подается из основного водяного конденсатора ТН. Фреоновая система рассчитана так, что фреон не успевает конденсироваться в предконденсаторе (25% всей площади теплообмена), а конденсация происходит уже в основном водяном конденсаторе с низкой температурой, результатом чего является большая эффективность рабочего цикла ТН (+6W30) и соответственно высокий COP=5. Данный ТН работает с открытой схемой теплоисточника- 2 переливные скважины. ТН для отопления всего 4-х этажного комплекса потребляет 25 кВт. Сезонный COP = 4,5. Среднемесячный расход электроэнергии ТН=9 тыс. кВт. Окупаемость в сравнении с использующимися ранее «Теплофонами» составила 3 отопительных сезона, без учета режима кондиционирования.

Пример 2:

На данном примере показан принцип действия серийной бытовой модели "SPA-Droid", используемой для приготовления ГВС. Модель представляет собой косвенный бак с тремя встроенными теплообменными аппаратами (ТОА) и спрятанным в головной части многофункциональным тепловым насосом. Первый ТОА является конденсатором ТН, намотанным на внешней поверхности нержавеющего бака. Второй, предназначен для солнечного коллектора, которым управляет контролер ТН. Третий, предназначен для работы с теплоносителем теплого пола сауны или бани, для которой в основном рассчитана данная модель. Уникальность данной модели состоит в наличии портов для внешнего ДХ или пластинчатого испарителя. При использовании ДХ петли-испарителя, теплоотбор осуществляется из септика, в который сливается использованная горячая вода. Происходит возврат сливаемого дармового тепла с высоким КОП. Другой вариант использования ДХ петли - утилизация тепла от холодильного оборудования, в этом случае обеспечивается контакт петли с конденсатором ХМ. Модель так же имеет воздушный режим для летнего периода, отбор тепла в этом режиме происходит от встроенного воздушного испарителя, что так же позволяет использовать охлажденный воздух для кондиционирования. SPA Droid выпускается в 2х модификациях: 150 и 300 литровые модели.

Ознакомиться со всеми каталогами на оборудование УКЗТН можно на сайте производителя: heat-pump.kz



Здесь $\alpha_0 \left[\frac{Вт}{м^2 гр}\right]$;

- коэффициент теплоотдачи при кипении,

$\left[\frac{}{гр}\right]$

- конвективный теплообмен на начальном участке теплового пограничного слоя;

- безразмерные параметры.

Зависимость (6) является модифицированным критериальным уравнением Лабунцова, дополненная членами и

Здесь

- теплообмен при испарении.

Предполагается, что кипение происходит по всему периметру трубы, а члены L_d/L или $(1- L_d/L)$ позволяют разделить периметр трубы на область с конвективным теплообменом на начальном участке и область с испарением.

- отношение физических свойств теплоносителя к физическим свойствам охлаждаемой стенки

Характерная зависимость коэффициента теплоотдачи от теплового потока при разных плотностях орошения трубного пучка, полученная в показана на рис. 3. Из приведенных данных следует, что теплообменом при кипении в пленке практически не зависит от плотности орошения, а зависит от теплового потока. При испарении теплообмен в основном определяется плотностью орошения и слабо зависит от теплового потока. При испарении теплообмен в основном определяется плотностью орошения и слабо зависит от теплового потока. Кроме того, теплообмен при кипении в пленке происходит заметно интенсивнее, чем при кипении в большом объеме, т.к. сопровождается теплообменом при испарении.

- безразмерный параметр характеризующий шероховатость теплоотдающей стенки. Как показано в [23] зависимость (6) удовлетворительно описывает результаты опытов по теплообмену при кипении различных жидкостей в условиях свободной конвекции, в том числе и при кипении холодильных агентов.

В исследованиях теплообмена при испарении и кипении необходимо различать два числа Рейнольдса: по плотности орошения

и скорости парообразования .

Рис. 2. Локальный коэффициент теплоотдачи по периметру трубы при испарении воды D=50,8 мм; $t_{вх}=t_s$ = 100 ^{0}C по данным.

Теплообмен при пузырьковом режиме кипения в пленке можно описать зависимостью.

(6)

Суммарный отвод тепла от обогреваемой пленки всегда является интегральным, т.к. кипение в пленке всегда сопровождается ее испарением. В табл. 1 указано рабочее вещество и приведены основные параметры экспериментальных исследований по теплообмену при испарении и кипении в пленке, орошающей пакет горизонтальных труб.

На рис. 4 показано сопоставление экспериментальных данных с расчетом по изложенному выше алгоритму. Здесь теплообмен при испарении при волновом режиме течения пленки вычислялся по (2), теплообмена в начальном участке теплового пограничного слоя по (4), а теплообмен при кипении по (6).

На рис. 4 не приведены результаты экспериментов из-за невозможности их корректной обработки. Данные расчета удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов.

Рис. 3. Зависимость среднего коэффициента теплоотдачи хладона R22 от плотности теплового потока при орошении пучка обогреваемых горизонтальных труб.

$$T_S = 273\ K$$

$2-0-G=1.19\cdot10^{-4}\left[\frac{м^3}{м\cdot с}\right]$ $3-\Delta-G=2.39\cdot10^{-4}\left[\frac{м^3}{м\cdot с}\right]$ *4 - кипение в большом объеме.*

Рис. 4. Обобщение данных
1- вода; 2 - вода; 3 - вода; 4 - R12; 5 - R22; 6 - Аммиак.

Таблица 1. Пакет горизонтальных труб.

Вещество	T_S, K	Материал стенки	D, мм	R_z μkμ	$q\cdot10^{-3}\ \frac{Вт}{м^2}$	R_e	R_{e^*}	$\frac{\alpha_{экс}}{\alpha_0}$	$\frac{\alpha_{экс}}{\overline{\alpha}}$	Лит., ист.
вода	373-400	Латунь	25.4; 50.8	1.6-3.2	16-79	140-850	160-510	1.5-2.0	0.8-1.2	[10]
вода	373	Медь	25.4	-	154-208	37.5-310	980-1330	1.23-1.1	0.82-0.95	[13]
вода	315-331	Латунь	18	-	10-190	65-600	1800-3600	-	-	[17]
вода	373	Латунь	30	-	40-65	510-1400	84-124	20-25	0.82-1.1	[18]
вода	373-400	Латунь	50.8	1.6-3.2	16-79	110-310	500-1300	1.7-2.5	0.8-0.95	[19]
R12	243	Нержавеющая сталь	18	1.0	25	60-400	106	1.82	1.0	[20]
R22	233-273	Нержавеющая сталь	18	1.0	6-20	75-400	14-50	1.84-2.36	0.81-1.1	[20]
R11	318	Медь	25	-	1-140	62.5-250	68-320	-	-	[21]
аммиак	295	-	50.8	-	5-16	50-680	-	-	0.93-1.17	[22]

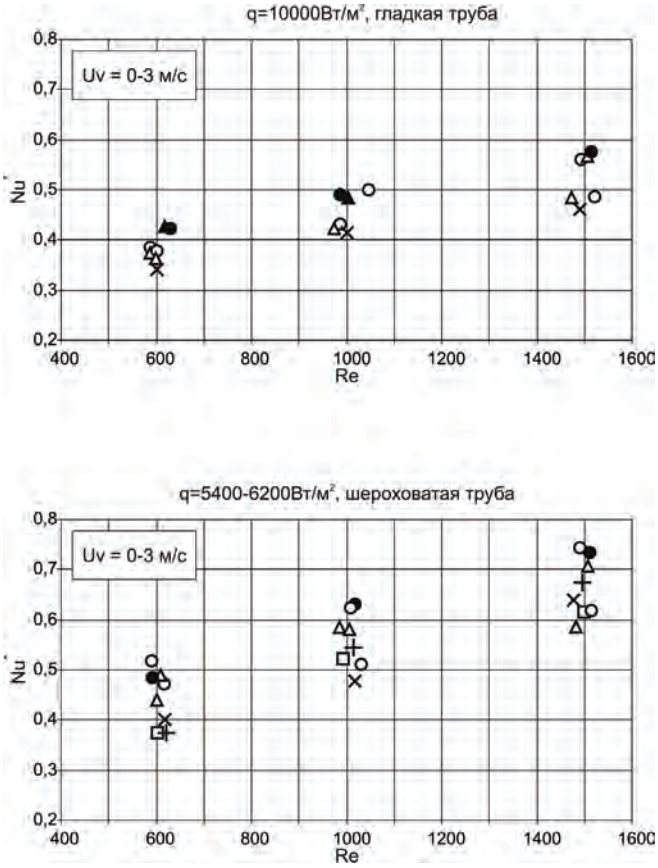


Рис. 9. Влияние скорости пара на теплообмен при испарении и кипении.

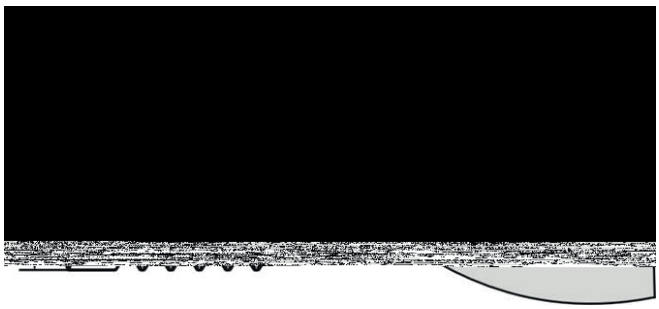
3. Опыты Fujii при испарении и кипении хладона R11 на оребренной трубе.

Труба из меди D=25 мм, установлена в пакете из 6 труб, из которых только две обогреваются

$$\mathrm{Re} \approx 125-250,\ q=(1-140)\cdot 10^3\ \text{Вт}/\text{м}^2$$

На рис. 10 показан профиль оребрения и дана таблица с геометрическими параметрами оребрения в этих экспериментах.

Рис. 11 демонстрирует результаты опытов при кипении на гладкой и оребренной трубах. Интенсификация теплообмена при испарении достигает 5 раз, а при кипении около 4 по сравнению с гладкой трубой.



		G1	G2	G3
x	mm	0,5	1,0	2,0
b	mm	0,5	0,7	1,50
h	mm	0,43	0,6	1,30
2ϕ	гр	60	60	60
x/b		1,00	1,67	1,54
Fop/F		2,03	1,74	1,87

Рис. 10. Параметры оребренной трубы.

Рис. 11. Теплообмен при испарении и кипении на оребренной трубе.

Заключение. Различные способы интенсификации теплообмена в парогенераторе теплового насоса позволяют в несколько раз увеличить теплопередачу при испарении и кипении, а следовательно в несколько раз сократить габариты и вес теплообменника.

Новое теплоснабжение
в 21 веке

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

Энергосервисная компания
«Экологические Системы»

www.ecosys.com.ua

Использование альтернативных источников тепловой энергии предприятием «Мариупольтеплосеть»

Р. М. Дубиков
Главный инженер
ККП «Мариупольтеплосеть»

Предприятие «Мариупольтеплосеть» организовано в 1967 году.

16.09.05 г. решением исполкома городского совета №1272 было организовано коммерческое коммунальное предприятие «Мариупольтеплосеть».

Основная его задача — бесперебойное и надежное обеспечение потребителей теплом и горячей водой.

Предприятие обеспечивает теплом 2286 объектов, в том числе: 1852 жилых домов, 87 детских учреждения, 27 больниц, 3 приюта, 72 школы.

Основным потребителем тепловой энергии является население, на долю которого приходится до 80% реализованного тепла, остальные 20% тепла реализуются бюджетным и другим предприятиям, учреждениям и организациям.

На сегодняшний день предприятие эксплуатирует:
- 74 котельных, в т.ч. 69 газовых;
- 60 ЦТП, 16 ТП,
- 25 бойлерных;
- тепловых сетей — 917,26 км в 1-трубном исчислении.

Суммарная установленная мощность котельных 1153,814 Гкал/час.

На предприятии действует 6 автоматизированных мини-котельных мощностью 0,1 - 0,9 Гкал/час.

На сегодняшний день большая часть установленных мощностей и оборудования городских систем теплоснабжения приблизилась к критическим срокам своей эксплуатации, часть центральных тепловых пунктов оснащена устаревшим технологическим оборудованием.

Перед предприятием остро стал вопрос по снижению убытков и возвратов за недопоставку тепловой энергии путем модернизации систем теплоснабжения, внедрения новых технологий на котельных, ЦТП, тепловых сетях. Это позволит решить вопросы по предоставлению потребителям качественных услуг.

ККП «Мариупольтеплосеть», как и другие теплоснабжающие коммунальные предприятия, испытывает на себе всю тяжесть сегодняшней экономической ситуации в связи с высокими ценами на энергоносители – газ, электроэнергию, воду, вместе с тем заниженные тарифы на тепло и горячую воду приводят к недостатку средств на проведение ремонтов и приобретение нового оборудования.

Повысить эффективность работы предприятия в современных условиях можно только на основе внедрения нового энергосберегающего оборудования и технологий, в том числе альтернативных источников теплоснабжения.

Так, за период 2009-2012 г.г. предприятием внедрены 13 тепловых насосов типа «воздух-вода» на 10 котельных для обеспечения горячим водоснабжением объектов социальной инфраструктуры города в неотопительный период.

Тепловой насос - это источник энергии для системы горячего водоснабжения. Основное отличие теплового насоса от других генераторов тепловой энергии, например, электрических, газовых и дизельных генераторов тепла заключается в том, что при производстве тепла до 80 процентов энергии, накопленной в теплое время года, отбирается из окружающей среды.

Следует отметить, что за рубежом теплонасосная техника находит широкое применение на протяжении уже более 30 лет. В Украине практическое использование тепловых насосов находится в зачаточном состоянии. Несмотря на это предприятие «Мариупольтеплосеть» одним из первых приступило к внедрению этой малораспространенной технологии, и риск оказался оправданным.

Также в целях снижения объемов потребления природного газа в период 2011-2012 г.г. выполнены работы по внедрению возобновляемых источников тепловой энергии – гибридных установок на 2 котельных предприятия для качественного и бесперебойного обеспечения лечебных учреждений горячей водой в неотопительный период.

Гибридная система использует тепло нескольких альтернативных источников, например солнце и воздух, солнце и тепло земли и др.

Основными элементами существующих гибридных систем являются:
- гелиополе солнечных коллекторов, размещенных на открытых площадках;
- тепловые насосы типа «воздух-вода»;
- латентный тепловой аккумулятор;
- промежуточная буферная.

Гелиополе и тепловой насос являются источниками тепловой энергии.

Латентный тепловой аккумулятор обеспечивает суточное и сезонное аккумулирование, хранение и использование солнечной энергии круглогодично. Позволяет сгладить несовпадение графиков нагрузки системы солнечного теплоснабжения с суточным и годовым поступлением солнечной энергии, а также погасить стагнацию (перегрев) гелиополя. Другими словами латентный тепловой аккумулятор позволяет реализовать гибридную схему теплоснабжения с использованием альтернативных источников энергии.

Промежуточная буферная емкость используется для накопления воды готовой к использованию конечным потребителем и обеспечивает покрытие пиковых ее расходов.

Отказ от использования природного газа в неотопительный период путем замещения его альтернативными низкопотенциальными возобновляемыми источниками тепловой энергии позволяет предприятию значительно сократить расходы на приобретение топливно-энергетических ресурсов, а работа оборудования в автоматическом режиме – сократить фонд оплаты труда.

Уровень автоматизации производственного процесса обеспечивает бесперебойную работу всего оборудования без участия обслуживающего персонала. Автоматика отслеживает потребность объекта в горячем водоснабжении и в зависимости от погодных условий самостоятельно регулирует работу всех систем для обеспечения заданных режимов.

Экологическая эффективность от реализации указанных мероприятий обусловлена следующими факторами:

- уменьшением выбросов вредных веществ в окружающую среду;
- уменьшением объема выбросов газов с парниковым эффектом;
- уменьшением теплового загрязнения окружающей среды.

Социальное значение - заключается в повышении уровня комфортности и стабильности горячего водоснабжения.

Предприятие «Мариупольтеплосеть» не собирается останавливаться на достигнутом и в дальнейшем планирует также развиваться в направлении энергосбережения и повышения социальных стандартов.

Опыт внедрение тепловых насосов на ККП «МАРИУПОЛЬТЕПЛОСЕТЬ»

Применение технологии производства горячей воды тепловыми насосами является одним из важнейших путей повышения эффективности использования топлива на предприятии. Наибольшее распространение получили тепловые насосы воздушного типа. Именно их предприятие и внедряет, начиная с 2009 года. На сегодняшний день для обеспечения горячим водоснабжением объектов социальной инфраструктуры города в неотопительный период установлены 13 тепловых насосов на следующих объектах:

- котельная гост. «Спартак»;
- котельная я/с № 52;
- котельная горбольницы № 3;
- котельная я/с № 101;
- котельная я/с № 7;
- котельная я/с № 20;
- котельная ОШ № 57;
- котельная я/сада пос. Талаковка;
- котельная школы - интерната № 2, по пер. Космическому,1
- котельная школы - интерната по проезду Шопена, 32/2.

Принцип работы теплового насоса: Тепловой насос по сравнению с традиционной теплогенерирующей установкой позволяет сэкономить до 80% энергоресурсов. Чем меньше расчетная температура теплоносителя, тем больше эффективность теплового насоса.

Что такое тепловой насос? Тепловой насос — это источник энергии для системы горячего водоснабжения. Основное отличие теплового насоса от других генераторов тепловой энергии, например, электрических, газовых и дизельных генераторов тепла заключается в том, что при производстве тепла до

80 процентов энергии извлекается из окружающей среды. Тепловой насос «забирает» тепловую энергию из грунта, воздуха, скальной породы или озера, накопленную за теплое время года.

Источником тепла является, воздух. Охлажденный теплоноситель, проходя по трубопроводу нагревается на несколько градусов. Внутри теплового насоса теплоноситель, проходя через теплообменник, называемый испарителем, отдает отобранное из окружающей среды тепло во внутренний контур теплового насоса. Внутренний контур теплового насоса заполнен хладогеном. Хладоген, имея очень низкую температуру кипения, проходя через испаритель, превращается из жидкого состояния в газообразное. Это происходит при низком давлении и температуре -5 °С. Из испарителя газообразный хладоген попадает в компрессор, где он сжимается до высокого давления и высокой температуры. Далее горячий газ поступает во второй теплообменник, конденсатор. В конденсаторе происходит теплообмен между горячим газом и теплоносителем из обратного трубопровода системы отопления. Хладоген отдает свое тепло в систему гор.водоснабжения, охлаждается и снова переходит в жидкое состояние, а нагретый теплоноситель системы горячего водоснабжения поступает к потребителю.

Преимущества системы горячего водоснабжения на тепловом насосе:

- В связи с тем, что тепловой насос не нуждается в топливе какого-либо вида, предприятием экономится природный газ.
- Автономность — поскольку работа тепловог о насоса не зависит от поставок органического топлива и не нужно прокладывать тепло-газо коммуникации.
- Экономичность — тепловой насос использует введенную в него энергию на порядок эффективнее любых котлов, сжигающих топливо и использующих электрическую энергию.
- Надежность — тепловой насос надежен, его работой управляет автоматика. В процессе эксплуатации система не нуждается в специальном обслуживании, возможные манипуляции не требуют особых навыков и описаны в инструкции.
- Долговечность — они могут прослужить без особого внимания к себе от 25 до 50 лет, и даже после этого срока сохраняют свою работоспособность.
- Безопасность — эти агрегаты взрыво и пожаробезопасны. Нет топлива, нет открытого огня, опасных газов или смесей. Взрываться здесь просто нечему, нельзя также угореть или отравиться. Ни одна деталь не нагревается до температур, способных вызвать воспламенение горючих материалов. Остановки агрегата не приводят к его поломкам или замерзанию жидкостей. В сущности тепловой насос опасен не более чем холодильник.
- Комфорт — тепловой насос работает устойчиво, колебания температуры и влажности в помещении минимальны, отсутствует шум, применяется климатический контроль.
- Экологичность — экологически чистый метод отопления и кондиционирования. Во время работы отсутствуют вредные выбросы в окружающую среду CO, CO_2, NO_x, SO_2, PbO_2, приводящие к нарушению озонового слоя, кислотным дождям, не оказывает вредного воздействия на организм.
- Не требует никаких согласований: при монтаже тепловых насосов не нужно никаких согласований, нет бумажной волокиты. Срок окупаемости 2 года. Затраты на установку теплового насоса составили 138,0 тыс.грн. В 2009 году предприятием планируется установка тепловой станции для обеспечения горячим водоснабжением потребителей горбольницы №3. В связи с тем, что в Мариуполе в 2009 году будет проводиться «Евро-2009», ККП «Мариупольтеплосеть» гарантирует горячее водоснабжение гостиницы «Спартак» даже при полном отсутствии газа. Также установка тепловых насосов производится в рамках выполнения распоряжения КМ Украины от 19.02.09 № 256-р «О первоочередных мероприятиях по сокращению объемов потребления природного газа в период до 2010 года».

КОМБИНИРОВАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ВЫХОДЯТ НА РЫНОК

Как известно, основные стратегические цели Европейской климатической политики – снижение выбросов CO_2, увеличение доли кондиционерных и отопительных решений на основе возобновляемых источников энергии, а также значительное повышение уровня энергоэффективности систем отопления и охлаждения зданий различного назначения.

Директива по Энергоэффективности, одобренная Европейским Парламентом, обещает существенно ускорить процесс разработки и выпуска энергосберегающей продукции в Европе. При данных обстоятельствах, поставщики климатической отрасли находятся в активном поиске путей повышения эффективности отопительных решений, и комбинированные тепловые насосы разрабатываются в качестве наиболее энергоэффективной альтернативы традиционным системам.

Под решением на базе комбинированного теплового насоса обычно понимается система или сочетание систем с двумя или более источниками энергии, сопряженными посредством интеллектуального управления.

Интеллектуальные средства управления играют ключевую роль в таких системах, а также:

- Управляют работой комбинированной системы и, как правило, интегрированы в оборудование моноблочного исполнения. В случае модульного исполнения, средства управления представляют собой отдельный блок.
- Обеспечивают наиболее эффективную эксплуатацию системы – обуславливающую обычно минимальные операционные затраты – посредством выбора наименее дорогого типа энергоносителя, а также режима работы, наиболее подходящего к фактическим потребностям здания.
- Конфигурируются соответствующим образом с целью оптимизации использования первичной энергии в странах с законодательными требованиями установки этих систем в сегменте нового строительства.

Доступные в настоящее время комбинированные тепловые насосы в основном сочетают тепловые насосы с газовым или мазутным конденсационным котлом или с системой теплообменной вентиляции. И хотя гибридные связки теплового насоса с гелиоэнергетическим узлом также предлагаются на рынке, они обычно не работают при помощи интеллектуальных средств управления.

Как уже упоминалось выше, комбинированные системы теплового насоса доступны в однокорпусном исполнении, или в виде отдельных модулей.

В обоих случаях тепловой насос, как правило, оснащен средствами интеллектуального управления, определяющих работу системы сразу после подключения теплового насоса к бойлеру. Возможен также вариант поставки контроллера в качестве автономного блока.

Энергосбережение

Несмотря на недоступность в настоящее время результатов полевых испытаний гибридных тепловых насосов, недавние тесты этих систем четко показывают возможность – в условиях средне-Европейского климата – покрытия тепловым насосом 82% годовых потребностей дома.

В целом бойлер используется в течение наиболее холодного периода – при температуре ниже 3 °C или значении коэффициента производительности COP ниже 2.5. Бойлер также обеспечивает дополнительное тепло, необходимое для подготовки бытовой горячей воды, поскольку температура подачи воды у большинства тепловых насосов не превышает 50 °C.

Развитие рынка

Пионерами внедрения более эффективных отопительных систем, сочетающих возобновляемые источники энергии с конденсационными котлами с целью уменьшения энергопотребления в условиях домашнего хозяйства и достижения целей Европейского Союза по снижению выбросов углекислого газа, считаются Нидерланды и Германия.

Комбинированные тепловые насосы были впервые выведены на отопительный рынок Великобритании в 2011 году, однако до сих пор продолжают представлять собой нишевый рынок, насчитывающий лишь несколько сот систем.

В Великобритании гибридные тепловые насосы преимущественно установлены в существующих домах – 88% – и являются заменой традиционным газовым бойлерам. С учетом большого количества работающих бойлеров на британском рынке – свыше 13 млн. устройств по состоянию на 2010 год, – потенциал для роста комбинированных систем на базе теплового насоса, принимая во внимание постоянно растущие цены на энергоносители, чрезвычайно высок. Реализация Британской Правительственной Политики Green Deal, принятой в

объем инвестиций из-за рубежа, что способствует значительному росту ее экономики. Ожидается, что рынок систем кондиционирования Индонезии увеличится в 2013 году более чем на 20%.

В Таиланде ВВП на душу населения составляет почти 6000 долларов США. Стремление растущего среднего класса к удовлетворению своих потребностей — один из факторов, обеспечивающих экономический рост. Тайский рынок кондиционеров воздуха вырос в 2012 году на 15% — до 1,2 миллиона штук. Таиланд является производственной базой для многих японских производителей, а в последнее время производственные мощности в Таиланде стали размещать китайские производители комплектующих для кондиционеров.

Во Вьетнаме доход на душу населения остается относительно низким, но, по прогнозам английской компании Euromonitor International, доля среднего класса в этой стране увеличится примерно с 25% в 2010 году до почти 50% в 2020-м. С учетом этого можно предположить, что вьетнамский рынок систем кондиционирования вырастет до 1 миллиона штук в течение следующих нескольких лет.

Для Юго-Восточной Азии характерны жаркий круглогодичный климат и большая доля молодежи среди населения — эти два фактора являются ключом к развитию рынка. К тому же стремление растущего среднего класса к удовлетворению своих потребностей придает кондиционерному рынку ЮВА дополнительное ускорение.

Сотрудничество, порождающее многогранную синергию

На мировой арене разворачивается жесткая конкурентная борьба между основными производителями кондиционеров. В результате усиления конкуренции многие компании вовлекаются в процессы слияния и поглощения, цель которых — получить преимущество на рынке.

Если раньше главными инициаторами слияний и поглощений были американские корпорации, то сейчас в этой роли все чаще выступают японские и китайские компании, работающие над реорганизацией каналов сбыта, увеличением доли на рынке и привлечением квалифицированного персонала. Так, компания Midea вступила в альянс с компанией Carrier в Индии, Бразилии и на Ближнем Востоке. Компания Haier приобрела новозеландские компании Fisher и Paykel, в то время как компания Hisense подписала соглашение о сотрудничестве с американской компанией Whirpool.

Рис. 2. Направления экспорта кондиционеров из Китая в 2012 году. Источник: Таможенная служба КНР

Одной из главных новостей в климатической индустрии в 2012 году стало приобретение компанией Daikin американской компании Goodman. Это приобретение сделало реальностью мечту Daikin стать производителем кондиционеров №1 на американском рынке.

За последние несколько лет китайские компании зарекомендовали себя как крупнейшие производители оборудования по OEM-контрактам. Однако в ближайшие годы для укрепления позиций на мировом рынке китайцы будут нуждаться в масштабном расширении модельного ряда продукции под собственными торговыми марками.

Баланс между централизованным и децентрализованным производством

Многие производители кондиционеров стремятся разместить производство в непосредственной близости от основных потребителей, строя заводы по всему миру. Помимо прочего, это также является способом уменьшения валютных рисков.

Между тем, по мнению экспертов, концентрация предприятий в единый центр позволила бы уменьшить затраты за счет масштабов производства. Как наилучшим образом уравновесить столь противоположные требования — этот вопрос производители кондиционеров должны решить в ближайшие годы.

Европа — стимулирующее регулирование и состояние экономики

В 2012 году спрос на бытовые кондиционеры (RAC) в Европе упал на 3%. Одной из причин этого стали экономический спад и, как результат, уменьшение покупательной способности населения. В некоторых регионах, однако, аномальная жара

подстегнула продажи, сохранив уровень спроса.

Стагнация экономики и последовавшее за ней снижение инвестиций в строительную инфраструктуру привели к падению спроса на VRF-системы.

Важным фактором, способным значительно повлиять на развитие климатической индустрии в Европе, является экологическое законодательство. Предложенное Евросоюзом ужесточение регламента по фторсодержащим газам в случае принятия способно серьезно изменить расстановку сил на рынке кондиционеров.

Лето 2012 года в Турции было более продолжительным и жарким, чем обычно. В результате по сравнению с 2011 годом продажи бытовых кондиционеров увеличились на 18, а полупромышленных систем — на 10%.

В противоположность Турции рынок России, рост которого в 2011 году был движущей силой европейского кондиционерного рынка, в 2012 году продемонстрировал падение.

Однако Россию, как и Турцию, практически не затронула рецессия западноевропейской экономики, и если лето 2013 года будет жарким, то российский рынок кондиционеров, подстегнутый спросом, восстановится.

Несмотря на то что Евросоюз выбрал для ужесточения регламента, касающегося использования популярных хладагентов, не лучшее время с точки зрения состояния экономики, в 2013 году эксперты прогнозируют улучшение показателей рынка систем кондиционирования.

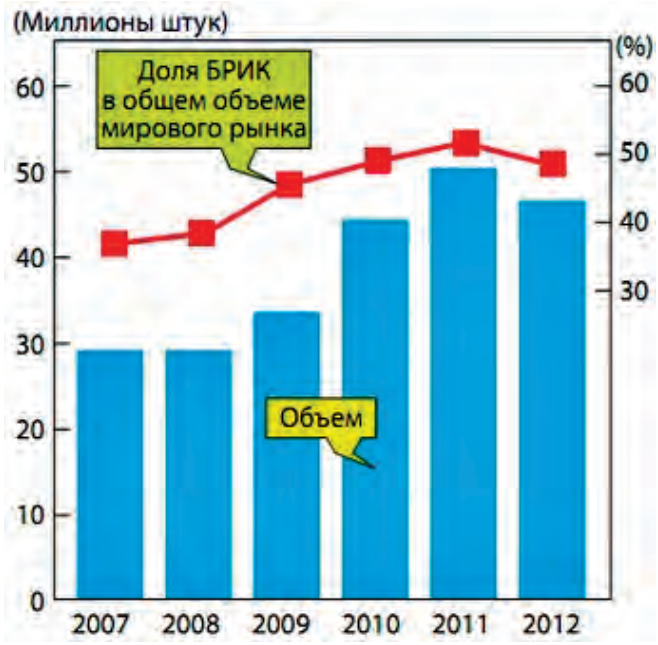


Рис. 3. Объем рынка систем кондиционирования стран БРИК (по количеству наружных блоков)

Обнадеживающая Африка

В Африке проживает около 1 миллиарда человек, или 15% всего населения земного шара. При этом общий спрос на африканском рынке кондиционеров оценивается в 2,6 миллиона штук, что составляет всего 2,7% от объема мирового рынка. Эти цифры показывают, что в Африке имеется значительный потенциал дальнейшего развития рынка систем кондиционирования.

Африканская жилищная и энергетическая инфраструктура понемногу улучшается, частично благодаря инвестициям из Китая и Южной Кореи. Продажи оборудования азиатских брендов растут, и рынки кондиционеров во многих регионах заметно развиваются. Нигерия, важнейший рынок в Западной Африке, за прошедшие несколько лет стала главным центром сборки кондиционеров.

Неопределенность на рынке хладагентов

Пока еще не достигнуто согласие по вопросу замены хладагентов на мировом рынке и главных локальных рынках.

В Китае ведущие производители готовятся начать серийное производство кондиционеров, которые используют хладагенты R290 (пропан) и R32. Однако пока на китайском рынке преобладают кондиционеры, работающие на R22. Широкому внедрению таких смесей, как R1234yf, препятствуют их высокая стоимость и нерешенные проблемы с эксплуатацией.

В ноябре 2012 года на международном симпозиуме по новым хладагентам и технологиям защиты окружающей среды в Японии (Kobe Symposium) было представлено большое количество докладов и исследований, касающихся безопасности хладагента R32.

К приходу R32 на свои рынки готовятся Индонезия и Таиланд. Китайская ассоциация производителей холодильного и кондиционерного оборудования (CRAA) проводит тестирование безопасности оборудования на R32.

Испытания на безопасность занимают важное место в работе таких авторитетных организаций, как Институт кондиционирования, отопления и охлаждения (AHRI) по программе LOW-GWP AREP.

Ожидается, что первые результаты этих испытаний будут преданы гласности в конце 2013 года.

Новые технологии и функции

Ситуация с инверторными кондиционерами на двух крупнейших мировых кондиционерных рынках — в КНР и США — демонстрирует удивительный контраст.

В Китае менее чем за 5 лет доля инверторных моделей на рынке увеличилась с 7 до 51%. Повышение требований к энергоэффективности оборудования, намеченное на 2013 год, ожидаемо приведет к дальнейшему расширению доли инверторов на китайском рынке.

Между тем, на американском рынке бытовых моноблочных кондиционеров (наиболее распространенный тип бытовых систем кондиционирования в США) доля инверторов составляет менее 3%. С покупкой компанией Daikin, ведущего производителя моноблочных кондиционеров, моделям с постоянной скоростью вращения компрессора, видимо, все-таки придется потесниться.

Производители прилагают большие усилия к разработке новых технологий, которые позволили бы обеспечить потребителей кондиционерами с наилучшими техническими характеристиками по низкой цене.

Частью таких усилий стала разработка алюминиевого теплообменника, поскольку цена на алюминий остается стабильной, в то время как цена на медь продолжает расти.

Другие разработки касаются замены дефицитных редкоземельных элементов другими материалами. Результатом этой работы стало начавшееся серийное производство не содержащих редкоземельных металлов электродвигателей, имеющих те же характеристики, что и их более дорогие аналоги.

Среди новинок в области технологических решений следует упомянуть управление воздушным потоком, позволяющее экономить электроэнергию без ущерба для комфорта, использование информационных технологий для дистанционного управления кондиционерами посредством системы «умный дом» или с помощью смартфонов, а также новые технологии очистки воздуха.

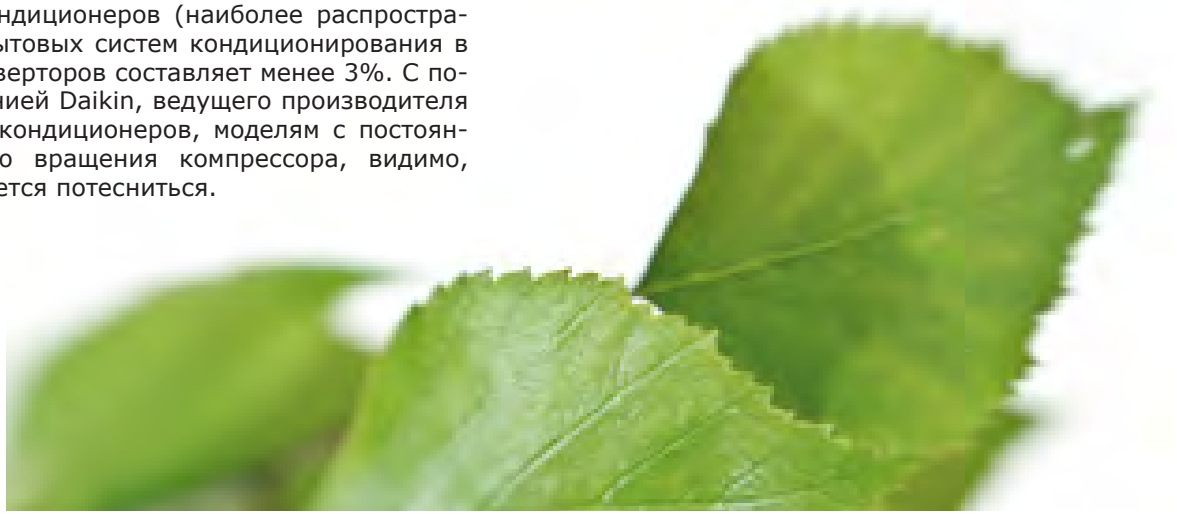
Перспективы

Более половины мирового рынка кондиционеров приходится на две страны — Китай и США. В то время как европейский рынок остается в состоянии стагнации, рынок США показывает признаки постепенного восстановления. Китайский рынок продолжает неуклонно наращивать объемы, хотя и несколько сбавил темпы роста.

И КНР, и США демонстрируют понимание важности экологических проблем. Все большее распространение на этих рынках получают кондиционеры, произведенные с использованием энергосберегающих технологий.

Для быстрорастущих развивающихся рынков, таких как Индия, Латинская Америка и Африка, новые модели экологичных кондиционеров с высокой энергоэффективностью являются одним из инструментов для уменьшения вредного влияния на окружающую среду и снижения потребления электроэнергии.

Источник: http://planetaklimata.com.ua/



Роль тепловых насосов при термомодернизации существующих зданий

Переведено энергосервисной компанией «Экологические Системы»

Filippo Busato
University of Padova – Department of Management and Engineering

Renato Lazzarin
University of Padova – Department of Management and Engineering
renato@gest.unipd.it

Marco Noro
University of Padova – Department of Management and Engineering

Краткое содержание

В статье представлен анализ использования тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения при термомодернизации существующих зданий.

Первая решаемая задача - высокая температура старых радиаторных систем плохо совместима с новыми тепловыми насосами в старых холодных зданиях. Улучшение тепловой изоляции здания при термомодернизации позволяет снизить температуру теплоносителя для существующих радиаторных систем. В статье предлагается простая методика анализа для решения этой задачи.

Вторая решаемая задача - производство горячей воды. Выбор мощности котла обычно обусловлен необходимостью быстрого нагрева воды - чем выше расчётная тепловая мощность для отопления помещений, тем больше требований к расчёту установленной мощности теплового насоса. Выбор установленной мощности тепловых насосов должен производится на основе точных расчётов, учитывая их высокую стоимость. Также для теплового насоса необходим бак-аккумулятор горячей воды с теплообменником и контролем температуры горячей воды.

В статье сделаны оценки применения тепловых насосов типа «воздух-вода» для трех климатических зон Европы (Афины, Милан, Хельсинки), тепловые насосы сравниваются с газовыми котлами (при термомодернизации коттеджа и многоэтажного жилого дома на интервале годовой эксплуатации).

Введение

В современном мире стремительно растет интерес к теме энергосбережения с применением возобновляемых источников энергии. Тепловые насосы, несомненно, наиболее благоприятный и экономичный способ отопления жилых зданий и производственных помещений. Теплонасосные технологии весьма актуальны как для новых зданий, так и при термомодернизации уже существующих зданий.

Тепловые насосы используют для своей работы низкопотенциальные источники тепла (грунт, воду, воздух), при этом потенциал выбранного источника может оказаться недостаточен. Максимальная температура теплового насоса на выходе обычно составляет 60 ^{0}C, а старые радиаторные системы рассчитаны на более высокие температуры. Раньше это приводило к ограничениям использования тепловых насосов для стран с холодным климатом.

Себестоимость теплового насоса, в первую очередь зависит от его технических характеристик - чем выше его возможности, тем дороже цена.

Для выбора теплового насоса его технические характеристики имеет первостепенное значение. Мощность тепловых насосов выбирают, как правило, ниже, чем максимально допустимая расчетная нагрузка. Особенно это важно для воздушных тепловых насосов, где при снижении температуры внешнего воздуха снижается мощность и производительность теплового насоса.

На рисунке 1 представлены графики расчетных нагрузок на здание с учетом сезонной зависимости (от температуры наружного воздуха. Из графиков ясно, что потребляемая мощность теплового насоса растёт зимой и уменьшается с ростом температуры наружного воздуха. Точка пересечения линии отопительной мощности теплового насоса с линией нагрузки называется точкой равновесия, на рисунке она немного ниже 0 °C. На высоких температурах мощность теплового насоса полностью обеспечивает тепловые нагрузки, в то же время при низких температурах требуется резервирование источника (газовый котел, теплый пол и др.). Правильный расчет точки равновесия - один из самых важных элементов проектирования.

Исходные данные, необходимые для внедрения тепловых насосов при термомодернизации зданий:

- Суммарная кривая нагрузок отопления (охлаждения) здания, как функция температуры внешнего воздуха
- Характеристики устройств распределения тепла
- Прогнозный тренд и величина спроса на ГВС
- Текущие и прогнозируемые тарифы на электроэнергию и природный газ
- Характеристики источника сбросного тепла для теплового насоса

Наиболее важные элементы термомодернизации будут рассмотрены ниже.

Рисунок 1. Потребляемая электрическая мощность теплового насоса в режимах отопления и охлаждения, COP и нагрузки (тепло-холод здания) в зависимости от температуры наружного воздуха

Типы тепловых насосов

В настоящее время определилось два основных принципиальных направления в развитии ТН:

- парокомпрессионные тепловые насосы (ПТН);
- абсорбционные тепловые насосы (АТН).

Компрессионные тепловые насосы приводятся в действие с помощью механической энергии (электроэнергии), в то время как абсорбционные тепловые насосы могут также использовать тепло в качестве источника энергии (с помощью электроэнергии или топлива).

Еще одна важная классификация – это выбор источника отбора тепла для тепловых насосов, которые могут быть, как естественного, так и искусственного происхождения. В качестве естественных источников низкопотенциального тепла могут быть использованы:

- тепло земли (тепло грунта);
- подземные воды (грунтовые, артезианские, термальные);
- наружный воздух.

В качестве искусственных источников низкопотенциального тепла могут выступать:

- удаляемый вентиляционный воздух;
- канализационные стоки (сточные воды);
- промышленные сбросы;
- тепло технологических процессов;
- бытовые тепловыделения.

При термомодернизации зданий наиболее распространенным источником является наружный воздух, так как бурение часто не возможно из-за сложившихся геологических условий. Также если в ходе работы предлагается система механической вентиляции, то подходящим источником может быть отработанный (отточный) воздух в вентиляционных системах.

Парокомпрессионные тепловые насосы особенно чувствительны к разнице температур между холодным источником и тепловым полезным эффектом. Абсорбционные тепловые насосы менее чувствительны, а тепловые насосы с приводом от двигателя являются промежуточными. Выбор наиболее подходящего типа теплового насоса является основным при термомодернизации[3]. Наиболее важные элементы, которые будут рассмотрены:

- перепады температур;
- наличие (и относительная стоимость) электроэнергии и природного газа;
- вероятность возможного легкого выхлопа результатов сгорания смеси;
- наличие подходящего холодного источника;
- соотношение между зимними и летними нагрузками.

Влияние разницы температур

Как было сказано выше, электрический тепловой насос сильно зависит от разницы температур между конденсатором и испарителем. Типичный пример показан на рисунке 2, где для температуры холодного источника (воздух при 2 °C) COP и PER (Primary Energy Ratio для фактора преобразования электроэнергии равного 0,45) оцениваются в зависимости от температуры горячей воды. В интервале от 30 °C до 60 °C COP и PER почти удваиваются.

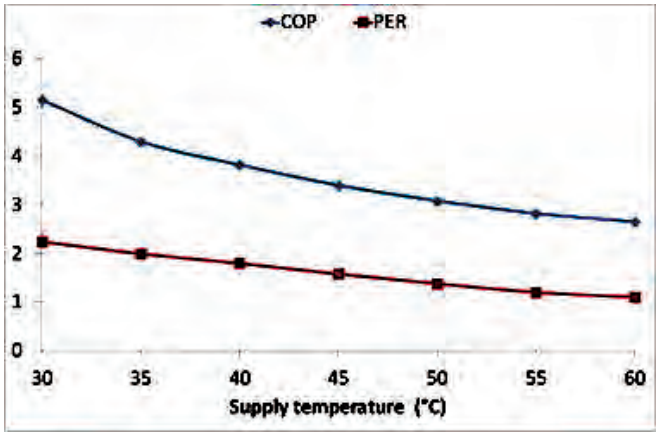


Рис. 2. COP и PER парокомпрессионного теплового насоса в зависимости от температуры (температура наружного воздуха 2 °C)

На рисунке 3 представлено соотношение первичной энергии абсорбционного теплового насоса в температурном поле от 45 до 65 ^{0}C. При более низкой температурной подачи действие работы является менее благоприятным, а при более высокой температуре наоборот, особенно начиная с 50 °C.

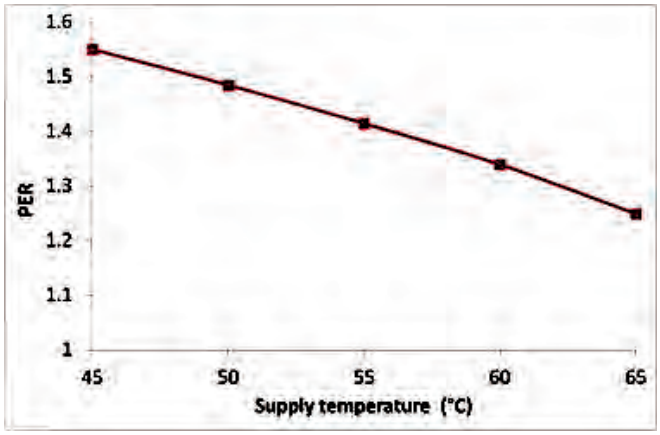


Рис. 3. PER тепла абсорбционного теплового насоса в зависимости от температуры приточного воздуха

Нужно отметить, что работа компрессионного теплового насоса с приводом от двигателя чувствительна к температуре подачи, но меньше чувствительна, чем для электрических тепловых насосов, так как эффект сдерживается восстановлением тепла от двигателя [4]. Рис. 4 показывает 30% эффективность двигателя и 60% восстановление от затрат энергии на двигатель.

Выше 50 °C абсорбционные и компрессионные тепловые насосы в основном эквивалентны.

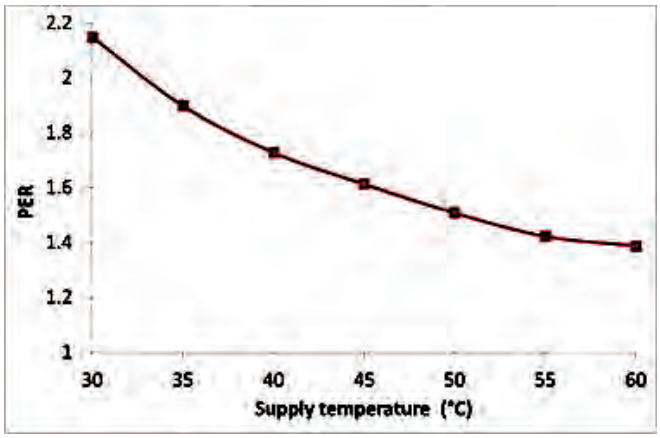


Рис. 4. PER теплового насоса на газовом двигателе как функция температуры приточного воздуха

Другим важным фактором является температура низкопотенциального источника. На рис. 5 показаны возможные COP и тренды PER парокомпрессионных тепловых насосов, оценивая влияние размораживания на качество работы. Обратите внимание на выравнивание кривой при температурах ниже 0 °C, интенсивный рост особенно заметен в пределах от 5 °C и 0 °C [5]. В свою очередь абсорбционные тепловые насосы менее чувствительны и соотношение первичной энергии всегда больше чем 1,5 при наружном воздухе выше -5 °C (рис. 6). Небольшое размораживание снижает пар некоторых хладагентов в испарителе и это является недостатком.

Рис. 5. COP и PER парокомпрессионного теплового насоса как функция температуры внешнего воздуха (температура подачи равна 50 °C)

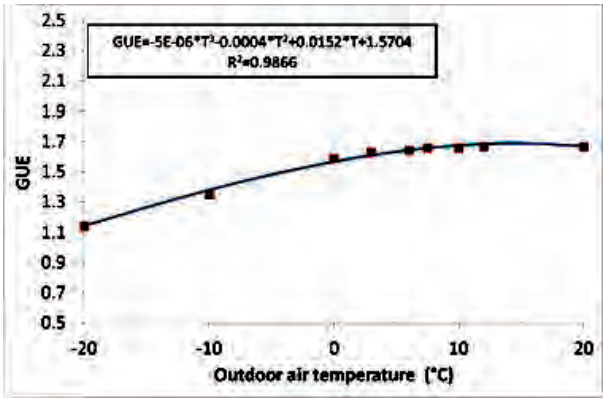


Рис. 6. Эффективность использования газа (Gas Utilization Efficiency (GUE)) абсорбционного теплового насоса как функция температуры наружного воздуха (температура подачи 50 °C)

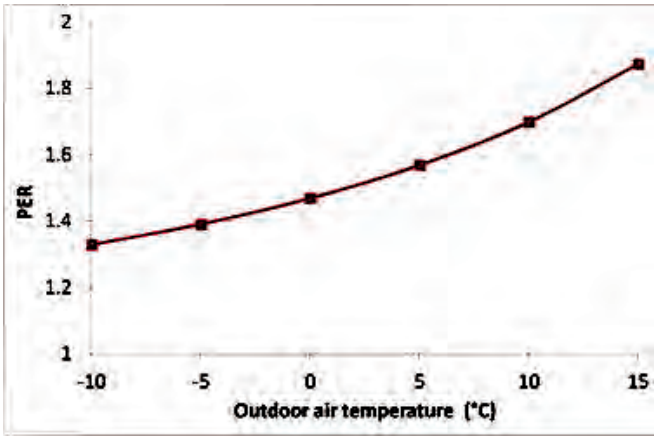


Рис. 7. PER теплового насоса на газовом двигателе как функция температуры наружного воздуха (температура подачи 50 °C)

Доступность электроэнергии и природного газа

Доступность электроэнергии и природного газа - это очень важный фактор при выборе теплово-

го насоса. Если в проекте предложена парокомпрессионная схема, то, прежде всего, должно быть проверено наличие электроэнергии, учитывая все возможные проблемы подключения к сети и возможные требования трансформаторной подстанции. Для абсорбционных тепловых насосов точно также проверяется доступность природного газа.

Контроль выхлопа продуктов сгорания

Очевидно, что этот контроль необходим только для абсорбционных тепловых насосов. Преимуществом парокомпрессионных тепловых насосов является отсутствие местного загрязнения окружающей среды и отсутствие дымохода.

Наличие низкопотенциального источника энергии

Тепловому насосу необходим низкопотенциальный источник энергии. Помимо влияния температуры ранее считалось, что источник должен обеспечивать тепловую энергию по требованию. Количество может быть оценено по оценке нагрузки здания и COP теплового насоса. Если нагрузка здания составляет 100,то парокомпрессионный тепловой насос с COP = 4 требует 75 от источника. Тепловой насос работающий на газе с PER = 1,6 требует только половину, т.е. 37,5.

Эта деталь не должна пренебрегаться в оценке, в которой раньше считались стоимость низкопотенциального источника, себестоимость и операционные расходы (манипуляции с воздухом или водой).

Соотношение между зимней и летней нагрузками

В термомодернизируемом здании предполагается установка кондиционирования, даже если она раньше не существовала, тем более что реверсивный тепловой насос может дать запрашиваемую мощность охлаждения. Зимние и летние нагрузки могут быть очень разными в зависимости от размещения, характеристик и компоновки здания. Что касается выбора оборудования, то, парокомпрессионный тепловой насос обеспечивает мощность охлаждения близкую к мощности отопления, если учитываются температуры уровней. Приводной тепловой насос обеспечивает мощность охлаждения при-мерно на 30% меньше, чем мощность отопления. Наконец, абсорбционный тепловой насос обеспечивает мощность охлаждения, составляющую около половины мощности отопления. На центральных станциях иногда может использоваться совместное использование систем отопления и охлаждения. Тогда нужно иметь в виду следующие математические отношения для приводного и электрического оборудования.

$$\left(\frac{Q_c}{Q_f}\right)_{absorption} \approx 2$$

$$\left(\frac{Q_c}{Q_f}\right)_{electric} \approx 1,3$$

Устройства теплораспределения

В жилых домах наиболее распространенной формой теплораспределительных устройств являются радиаторы (батареи). В последнее время все более широкое распространение получает лучистое отопление, к примеру, теплый пол или потолок. Однако последние оценки в Германии утверждают, что радиаторные системы составляют 53% тепловых излучателей в существующих зданиях, в то время как комбинированные системы - 20%, а системы напольного отопления - только 2% [6]. Очень маловероятно, что теплораспределительные устройства заменяются в процессе термомодернизации. Это означало бы выселить жителей, по крайней мере, на 15 дней. Тогда радиаторы можно установить, не нарушая изоляцию и на центральной котельной. Размер изоляторов обычно предусматривает надежную работу при температуре 80 °C на входе и 60 °C и остальных расчетных условиях. Таким образом, номинальное тепловое излучение получается при разнице температур 50 °C (разница между средней температурой радиаторов 70 °C и температурой в помещении 20 °C).

Несмотря на свое название, радиатор обменивается главным образом за счет конвекции (около 70-80%) и тепловое излучение можно оценить как произведение номинальных выбросов и соотношения двух перепадов температур (фактического и номинального) возведенное в степень с показателем η, равное, как правило, примерно 1,3:

$$P_{eff} = P_{EN442}\left(\frac{\Delta t_{eff}}{50}\right)^n$$

Рис. 8 иллюстрирует сокращение выбросов в зависимости от температуры на входе (температура на 5 °C ниже считается на выходе). При температуре подачи 55 °C тепловой насос дает выбросов чуть меньше чем 60% от номинальной величины. Для расчетной температуры от -5 °C может быть соответствующая нагрузка для внешнего состояния 5 °C. Это может быть также расчетная нагрузка для термомодернизации, обеспечивая хорошую изоляцию даже только на окнах.

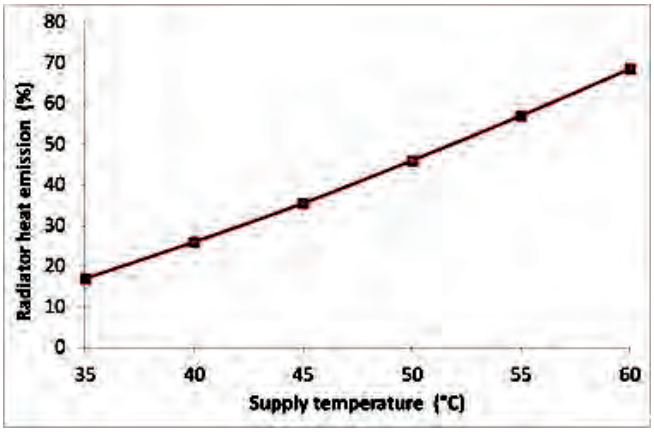


Рис. 8. Снижение излучения тепла радиатора в зависимости от температуры приточного воздуха

Кроме того, как говорилось выше, мощность теплового насоса не выбирается согласно проектными условиями, как для бойлера. Его стоимость окажется высокой и тепловой насос будет почти всегда работать при частичной нагрузке. Даже если тепловой насос оснащен преобразователем для не-

прерывного контроля мощности, это не всегда будет лучшим решением, так как контроль редко надежен и составляет меньше 30% от номинальной мощности [7,8]. Вместо этого, выбирая правильные точки равновесия, тепловой насос полностью удовлетворяет нагрузку при высоких температурах, а при низких температурах возможно использовать дополнительно бойлер. Он может легко обеспечить более высокие температуры, требуемые радиаторам в случае сильных морозов.

Проблемы производства горячей воды

Термодернизация здания обычно позволяет значительно снизить нагрузку, но спрос на горячую воду остается прежним или даже увеличивается.

ГВС должно быть постоянным, однако тепловой насос не позволяет мгновенное производство горячей воды. Существующее аккумулирование воды со встроенным теплообменником, рас-считанным на газовый котел, должно быть обязательно заменено на новое с более мощным теплообменником.

Заданные значения для ГВС должны определяться согласно температурным пределам теплового насоса. Если максимальная температура подачи теплового насоса равна 60 °C, то температура аккумулирования воды устанавливается лишь на несколько градусов ниже, чем значение позволяющее тепловому насосу работать при частичной нагрузке в течение нескольких часов. Таким образом, помимо долгого времени, запрашиваемого на хранения при низкой эффективности, нет уверенности в отоплении здания. При условии, что минимальное значение составляет не менее 5 °C в разнице температур, есть разница и в размерах и качестве теплообменника, имеющее первостепенное значение.

Наиболее критическим моментом при производстве горячей воды является не низкая температура от холодного источника, как можно было бы подумать, а высокая температура, когда мощность теплового насоса увеличивается. Рассмотрим тепловой насос, который дает 18 кВт при температуре 7 °C низкопотенциального источника (наружный воздух). При температуре воздуха в 35 °C, мощность теплового насоса становится равной 28 кВт. Газовый котел со встроенным теплообменником может обменивать около 20-30 кВт при 80 °C температуре на входе и 20 °C разнице температур. Тепловой насос должен работать при разнице температур в 5 °C, т.е. теплообмен будет в 4 раза ниже. Если тепловой насос дает 28 кВт, в то время, как только 6 кВт можно обменять, машина работает при частичной нагрузке с частыми включениями-выключениями. Даже тепловой насос с преобразователем при компрессоре с переменной скоростью не может быть решением, поскольку снижение скорости идет редко и ниже 1/3 от максимальной скорости (обычно это поле преобразования частоты составляет от 30 до 90 Гц) [9,10]. Кроме того, снижение мощности не пропорционально снижению скорости компрессора. В самом деле, когда поток хладагента уменьшается, снижаются и перепад давления на входе/выходе из компрессора и трение. Следовательно, плотность хладагента выше, так что волюметрическое (объемное) снижение потока на 50% приводит к снижению мощности около 30%. Такая связь теплового насоса и теплообменника не работает удовлетворительно даже в зимний период. На самом деле для мощности нагрева в 15 кВт, теплообменник в 6 кВт обязывает тепловой насос для производства горячей воды за 2,5 больше времени, чем это было бы необходимо.

Решение представляет собой просторный встроенный или внешний теплообменник. Выбор теплообменника, который способен обменивать 100 кВт для классической разницы температур в 20 °C, решает только что описанную проблему, так как он может обменять 25 кВт при разнице температур в 5 °C.

Тепловой насос при термомодернизации многоэтажных домов

Большинство проектов по внедрению тепловых насосов предусмотрены для жилых зданий ма-лой этажности. Строители многоэтажных домов, как правило, стремятся к дешевым решениям по отоплению и из-за проблем с тарифами. На сегодняшний день наиболее подходящим решением для многоэтажных жилых зданий является применение теплового насоса (рис. 9). Вот краткий перечень преимуществ:

- Существенная экономия за счет роста производства. Затраты на единицу энергии понижаются при применении теплового насоса;
- Меньше проблем, связанных с производством горячей воды, т.к. одновременная нагрузка для всех квартир маловероятна. Бак-аккумулятор может быть оснащен таймером для ночной зарядки при более низких тарифах на электроэнергию.
- Возможность выработки холода в летний период.
- Тепловые насосы наивысшей мощности часто работают с COP на несколько процентов выше.
- Полная подключенная мощность ниже, чем сумма мощностей тепловых насосов необходимых для всех квартир в отдельности.

Рисунок 9. Централизованной тепловой насос в многоэтажном доме

Ниже представлен детальный анализ работы тепловых насосов воздух / вода при термомодернизации многоэтажных зданий. Рассматривается 3-этажное здание в форме параллелепипеда, площадь каждого этажа 1500 м². Такое здание может иметь до 45 квартир (по 100 м² каждая). Моделирование, запущенное в TRNSYS 16 [11], было проведено с целью оценки отопления и кондиционирования здания в 3 различных странах Европы (климатические данные Meteonorm): Афины (теплый климат), Страсбург (средний климат), Хельсинки (холодный климат). Выбор городов основан на европейском стандарте UNI EN 14825:2012 для процедуры расчета характеристик частичной нагрузки тепловых насосов.

Для краткости приводятся только теплофизические свойства рассматриваемых зданий и оцениваются согласно двум различным сценариям:

- Старое здание, средний коэффициент теплопередачи 0,55 Вт / (м² К), коэффициент теплопередачи окон 2,8 Вт / (м² К);
- Термомодернизированное здание, средний коэффициент теплопередачи 0,2 Вт / (м² К), коэффициент теплопередачи окон 1,4 Вт / (м² К).

Учет моделирования по внутренним характеристикам и вентиляции проводится с учетом итальянских стандартов. [12].

В таблице 1 приведена потребность зданий в тепловой энергии для отопления и кондиционирования в трех выбранных городах до и после термомодернизации.

Относительная экономия на отопление выше для климата с более высокой солнечной интенсивностью. Со стороны охлаждения максимальны сбережения в Страсбурге (средний европейский климат), в то время как в Афинах изоляция приводит к повышению потребности в охлаждении из-за более низкой возможности здания к ночному охлаждению.

Были рассмотрены тепловые насосы компрессионного и абсорбционного вида. Компрессионные тепловые насосы работают на жидкости R407C и оснащены спиральными компрессорами, а абсорбционные тепловые насосы работают на паре аммиак – вода.

Сезонная работа тепловых насосов и чиллеров была оценены в соответствии со стандартами ЕС и Италии. (bin-method, [13, 14]), основываясь на диаграммах работы производителя и, таким обра-зом, составляя внешние условия и установление номинала из-за образования инея.

Два основных параметра для теплового насоса - это температурный рабочий предел TOL (Temperature Operative Limit) и номинальная мощность теплового насоса. Различным образом эти 2 параметра определяют количество дополнительного тепла, которое будет поставляться из резервной системы, конденсационный котел (или электросопротивление, не рассматривается здесь). Этот аспект очень важен при работе парокомпрессионных тепловых насосов, так как они обычно не могут работать при температуре наружного воздуха ниже -15 °C. В Афинах и Страсбурге можно выбрать тепловой насос, который соединяется с полной нагрузкой отопления в расчетных условиях, в то время как в Хельсинки резервная система все равно нужна.

Таблица II сообщает показатели, рассчитанные для различных сценариев (термомодернизированное здание).

Таблица I. Энергетические потребности здания и энергосбережение от термомодернизации ограждающих конструкций здания

	Афины	Страсбург	Хельсинки
Пиковая нагрузка отопления старого здания (кВт)	341	477	624
Пиковая нагрузка отопления термодернизированного здания (кВт)	256	434	553
Потребность в энергии на отопление старого здания (кВт-ч)	152967	504162	915730
Потребность в энергии на отопление термомодернизированного здания (кВт-ч)	83687	323078	607811
Сбережения энергии в системах отопления после термомодернизации	45%	36%	33%
Пиковая нагрузка охлаждения старого здания (кВт)	253	137	66
Пиковая нагрузка охлаждения термодернизированного здания (кВт)	234	79	59
Потребность в энергии на охлаждение старого здания (кВт-ч)	144783	34748	16962
Потребность в энергии на охлаждение термомодернизированного здания (кВт-ч)	152239	25724	16346
Сбережения в системах охлаждения после термомодернизации здания	-5,1%	26,0%	3,6%

PER система учитывает потребление электроэнергии (с учетом первичного коэффициента преобразования электроэнергии, равного 0,40, европейское среднее) и потребление газа резервного котла (КПД 90%). Процент покрытия теплового насоса выходит из размеров теплового насоса, который был установлен для того, чтобы достичь наивысшего PER.

Особое внимание уделяется значениям GUE теплового насоса поглощения: в то время как зимой они сопоставимы с единицами сжатия, в лет-

нее время GUE составляет почти половину единиц сжатия PER. Это будет значительным недостатком в мягком климате.

Процент экономии первичной энергии от конденсационного бойлера для тепловых насосов приведен на рис. 10 в оценке сценариев соответствующих климатов:

- Компрессионный тепловой насос, радиаторы;
- Абсорбционный тепловой насос, радиаторы.

Таблица II. Индексы работы, рассчитанные для различного оборудования

		Афины	Страбург	Хельсинки
Индексы отопления	SPF_ R	4,68	2,54	2,03
	TH %	70%	68%	65%
	PER_ H, COMP, R	1,38	0,97	0,84
	GUE_ H, ABS, R	1,31	1,12	0,98
	PER_ котла, R	0,79	0,87	0,94
Индексы охлаждения	SEER	3,67	4,11	4,58
	PER_ C, COMP	1,47	1,64	1,83
	GUE_ C, ABS	0,70	0,71	0,72

Наиболее распространенная связь с радиаторами производит большую экономию в мягком климате Афин, где особо важен холодный источник, процент сбережений составляет от 10 до 20% первичной энергии в Страсбурге, в то время как в Хельсинки значение может быть даже отрицательным в связи с неблагоприятными температурами наружного воздуха. Очевидно, что в такой климат более высокий уровень температуры холодного источника будет приветствоваться, например земля, в конце концов, предоставляя систему сдвоенного источника [15].

Таблица III. Годовое сравнение первичной энергии и относительная экономия от термомодернизации с тепловыми насосами

(Compression Heat Pump)			
Абсорбционный тепловой насос (Absorption Heat Pump)			
Радиатор (Radiator)			
энкойл (Fancoil)			

Коэффициент использования (Coefficient of Performance)

Сезонный фактор использования (easonal Performance Factor)

Сезонный коэффициент энергетической эффективности (easonal Energy Efficiency Ratio)

Эффективность использования газа (Gas Utilization Efficiency)

Соотношение первичной энергии (Primary Energy Ratio)

Первичная энергия (Primary Energy)

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

С

1. Тепловые насосы для бассейнов
2. Каталог Carrier -2013
3. Каталог Vaillant
4. Каталог Cooper and Hunter 2013
5. Каталог Daikin 2013
6. Каталог Felzer_FCM 2013
7. Высокоэффективный тепловой насос «Воздух-вода» от Mitsubishi
8. Heavy Industries
9. Каталог Fujitsu 2013
10. Каталог Hitachi -2013
11. Каталог Panasonic 2013
12. Каталог Lessar 2013
13. Каталог LG 2013
14. Каталог Meibes 2013
15. Сервисное руководство Mitsubishi Electric 2013
16. Каталог Mitsushito 2013
17. Каталог NeoClima 2013