

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Журнал

№ 7 / 2012

Условия эффективного использования тепловых насосов в России

Экономическая эффективность теплонасосных станций для систем теплоснабжения

**Передовые климатические технологии:
ваш друг тепловой насос General**

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Журнал № 7/2012

Учредитель и издатель:

ООО ЭСКО «Экологические Системы»

Главный редактор:

Василий Степаненко

Ответственный редактор:

Ольга Дзюба

Редакционный совет:

Александр Викторович Суслов,
ведущий специалист GreenBuild, Москва, РФ.

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

Николай Маранович Уланов,
директор ОКТБ института технической тепло-
физики НАН Украины, г. Киев.

Константин Константинович Майоров,
главный редактор журнала «Энергосбереже-
ние», Донецк, Украина.

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

Виталий Дмитриевич Семенко,
генеральный директор Центра внедрения энер-
госберегающих технологий «Энергия планеты»,
заслуженный энергетик Украины, почетный
энергетик Украины, почетный энергетик СНГ,
Киев, Украина.

Петин Юрий Маркович,
генеральный директор ЗАО «Энергия», Новоси-
бирск, Россия.

Горшков Валерий Гаврилович,
главный специалист ООО «ОКБ Теплосибмаш»,
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 от-
ветственность несут авторы и рекламодатели.

Редакция может не разделять точку зрения
авторов статей.

Редакция оставляет за собой право редактиро-
вать и сокращать статьи.

Все авторские права принадлежат авторам
статей.

Аналитика

Условия эффективного использования тепло-
вых насосов в России 4

Анализ перспектив использования тепловых
насосов в Украине 19

Полемика

Экономическая эффективность теплона-
сосных станций для систем теплоснаб-
жения 24

Обзор рынков тепловых насосов

Тепловые насосы в Голландии 32

Технологии

Передовые климатические: ваш друг тепло-
вой насос General 35

Условия эффективного использования тепловых насосов в России

Осадчий Г.Б.

ЧАСТЬ 1

Современные проблемы теплоснабжения малых объектов и поселений

Перспективы развития современной теплоэнергетики рассмотрим в разрезе трех порогов энергоэффективности по классификации Е. Г. Гашо [1] и рекомендаций Н. П. Паршукова и В. М. Лебедева [2].

Классификацию по Е. Г. Гашо приведем полностью. Климатическая ситуация в России беспрецедентна, т.к. большинство населения живет в гораздо более холодных условиях, чем в Европе или Северной Америке. Даже во всех странах Северной Европы отопительный сезон существенно короче и мягче чем в средней полосе России. А из европейских городов с миллионным населением только Хельсинки может сравниться с Москвой по энергоклиматическим нагрузкам, по годовому количеству градусо-часов.

Градусо-часы отопительного периода - это произведение длительности отопительного периода на разницу температур между требуемой в помещении (+ 20 °С) и средней температурой воздуха на улице в отопительный период. Это показатель теплового дефицита конкретной территории. В районе Москвы длительность отопительного сезона составляет 199 суток, а средняя внешняя температура отопительного периода — около - 1,5 °С. То есть в этой полосе дефицит тепла составляет примерно 103 тысячи градусо-часов, в то время как в районе Стокгольма — меньше 90 тысяч. Если сравнить Московскую область с территориями европейских столиц, то ситуация ещё нагляднее. В Париже отопительный сезон — четыре месяца против московских семи, а дефицит тепла почти в три раза меньше, 38 тысяч градусо-часов. Лондон по этому показателю примерно на уровне Парижа. Однако Москва не самый холодный город в России. У нас, чем севернее и восточнее, тем зимой холоднее.

Более рассредоточенная система расселения в Западной Европе объясняется, в том числе и её климатом. Если принять, что необходимость коммунальных систем жизнеобеспечения возникает, начиная с дефицита тепла в 84 000 – 96 000 градусо-часов, то для большинства регионов России предпочтительнее концентрация потребителей тепла и, соответственно, использование централизованных систем тепло и электроснабжения. Что и предопределяет компактность проживания. В Европе города с тепловой нагрузкой свыше 60 % от московских значений тоже активно развивают централизованное теплоснабжение и теплофикацию.

Можно сказать, что в России существует климатическая граница, которая разделяет районы, где эффективно централизованное и децентрализованное отопление. В Центральном регионе России она проходит примерно на широте Белгорода и Саратова. Это, соответственно, и граница теплоэффективности строительства коттеджей. Неслучайно, что выше этой границы население в России живет компактнее.

Тепловые потери здания прямо пропорциональны важнейшему теплоэнергетическому показателю — удельной отопительной характеристике. То есть чем больше площадь ограждающих конструкций — стен с окнами, тем больше потери. Так, если разделить большое здание общим объемом 100 тысяч м³ на десять отдельных строений объемом по 10 тысяч м³, то потери тепла возрастут в 2,5 раза. И чем больше дробится здание, тем больше увеличиваются затраты на отопление. Из этого также следует, что уменьшение зданий до объемов менее 2500 – 3000 м³ энергетически невыгодно.

На основании этого можно утверждать о трех порогах энергоэффективности зданий и поселений.

Первый порог возникает при переходе от коттеджей (индивидуальных домов) к многоквартирным с объемом 3000 м³. Ориентировочно это два подъезда, три-четыре этажа. У таких домов резко уменьшается отношение внешней площади стен к объему, снижается поступление холода к внутренним помещениям. Удельное потребление в таких зданиях ниже по сравнению с коттеджами примерно в три раза.

Второй порог энергоэффективности возникает, когда таких домов становится много и тепловая нагрузка оказывается достаточной для создания централизованного отопления. Второй порог — это город на 90 – 150 тысяч населения. Как только город приближается к такому уровню, становится эффективным централизованное отопление. Пусть это будут даже котельные на пять-шесть домов, но удельные затраты будут меньше. Наличие хорошей общей для города ремонтной службы тогда оправдано. (Системы централизованного теплоснабжения от котельных эффективнее любых децентрализованных источников тепла при плотности тепловых нагрузок более 1,07 – 1,28 ГДж/ч на 1 га независимо от их значений [2]).

Неэффективность централизованного теплоснабжения в малых поселениях подтверждается математической моделью управления аварийными запасами материально-технических ресурсов на объектах в случае аварийного ремонта.

Рассмотрим модель оптимизации времени выполнения аварийных строительно-монтажных работ по источнику [3], в том числе, когда снабжающая организация (склад) находится далеко.

Момент отказа T — случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону:

$$F_t(x) = 1 - \exp(-ax).$$

Потребность в трубах для аварийных строительно-монтажных работ $W_{(M)}$, также случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону:

$$F_w(x) = 1 - \exp(-bx).$$

В момент времени $T = 0$ завезено определенное количество труб $Q_{(M)}$. При этом стоимость доставки

труб на место складирования при удельной стоимости C_0 будет равна:

$$C_d = c_0 \cdot Q.$$

Если этого запаса Q хватает для восстановления работоспособности трубопровода ($W \leq Q$), то продолжительность ремонтно-строительных работ определим временем t_1 .

Если этого запаса не хватает ($W > Q$), то продолжительность ремонтно-строительных работ определим временем $t_2 > t_1$.

Ущерб от недопоставки транспортируемого по трубопроводу продукта (тепла) потребителям (в единицу времени) определим величиной c_1 . Таким образом, можно определить средние затраты на материально-техническое обеспечение строительства для устранения аварийной ситуации по отношению:

$$C = c_0 Q + F_w(Q) c_1 t_1 + [1 - F_w(Q)] c_1 t_2, \quad (a)$$

где $F_w(Q) = 1 - \exp(-bQ)$. Это для случая, когда отдаленность затрат во времени не учитывается и интервал времени T никак не влияет на затраты.

Если отдаленность затрат учитывается, то средние затраты будут равны:

$$C_t = c_0 Q + [a / (a + g)] \{ F_w(Q) c_1 t_1 + [1 - F_w(Q)] c_1 t_2,$$

где g – коэффициент, учитывающий отдаленность затрат.

Преобразуем соотношение (a) к виду:

$$C = c_0 Q + c_1 t_1 + c_1 (t_2 - t_1) \exp(-bQ).$$

Дифференцируем и приравниваем нулю производную:

$$c_0 c_1 (t_2 - t_1) b \exp(-bQ) = 0$$

Отсюда получаем:

$$\beta = \exp(-bQ) = c_0 / [c_1 (t_2 - t_1) b]. \quad (б)$$

Если выполняется условие $\beta < 1$, то минимум средних затрат существует. Кроме того, величина $\exp(-bQ)$ представляет собой вероятность дефицита. В некоторых случаях можно ввести ограничение: вероятность дефицита меньше некоторой заранее заданной величины ρ .

Таким образом, если выполняется неравенство $\beta < \rho$, то ограничение автоматически учитывается. Отсюда следует, что величина $\beta = c_0 / [c_1 (t_2 - t_1) b]$ должна быть достаточно малой. Тогда существует минимум.

Если $\beta \geq 1$, а это происходит при очень большой стоимости c_0 , то минимум не существует, т.е.

не существует оптимального решения задачи материально-технического обеспечения ресурсами малых поселений в аварийных ситуациях на теплотрассах.

Третий порог — переход к городу с численностью населения 300 тысяч жителей. Тогда становят-

ся эффективными ТЭЦ, которые вырабатывают, не только тепло, но и электричество. В этом случае повышается КПД использования топлива примерно на треть. Кстати, географы показали, что город с населением 300 тысяч человек оптимален не только с точки зрения энергоэффективности, но и с точки зрения организации транспорта и комфортности проживания в целом. В городах с населением более 500 тысяч эти преимущества начинают утрачиваться.

По данным института «ВНИПИэнергопром» теплотрассовые системы эффективнее систем централизованного теплоснабжения от котельных при плотности тепловой нагрузки более 2,1 ГДж/ч на 1 га и тепловой мощности 2 000 – 2 500 ГДж/ч

Это может быть или сравнительно крупный город с количеством жителей не менее 200 тыс. человек или крупное промышленное предприятие с круглогодичным потреблением тепла на технологические нужды. Ведь обязательным условием размещения ТЭЦ – это достаточность потребителей тепла [2].

А города с миллионным населением в России с её климатом — это особый случай. Это города военно-промышленного комплекса, они создавались искусственно, и вопросы эффективности и затрат не рассматривались. Вот почему они сейчас в тяжелом состоянии — превышен оптимальный размер. И для их развития нужны специальные инфраструктурные решения и по энергетике, и по транспорту.

Если обратимся к зарубежному опыту, то следует отметить, что в Европе повсеместно сочетаются централизованное и распределительное теплоснабжение. В зонах высокой нагрузки в крупных городах работают централизованные системы. А децентрализованные системы их дополняют и используются в небольших городах, где строить ТЭЦ неэффективно. Но, конечно, многое определяет климат. Зима Берлина по градусо-суткам — это ползими Москвы. А на юге ФРГ, в районе Мюнхена, централизованное отопление в отдельные зимы не приносит прибыли.

Один из главных аргументов против централизованных систем — потери на теплотрассах и перетопах. Однако когда речь идет о плотной застройке, то тепловые потери приемлемы. С перетопами дела обстоят значительно хуже.

Утепление существующих домов в России не всегда оправдано. При нынешнем соотношении цен на топливо и стройматериалы, наши температурные условия и банковские проценты, утепление стен будет окупаться от 40 до 120 лет. И ключевым фактором оказываются не цены, а банковская ставка! И только когда банковская ставка понижается ниже 8 % годовых, резко возрастает роль цены топлива.

Опыт либерализации в сфере ЖКХ в ряде стран показал, что базовые факторы успеха — не форма и статус собственника, а прозрачность деятельности организации, её подотчетность, компетентность и добросовестность персонала. Как правило, мы платим за 100 единиц тепла, хотя в дом реально приходит 65. Это связано, в том числе с тем, что с 1975 года началось плавное сокращение инвестиций в энергетику.

Электропотребление на квадратный метр в России непрерывно растет, потому что появляется новая техника. Раньше «квартира» потребляла в среднем 3 кВт·ч в сутки, потом — 7, сейчас уже — 15, и это не предел. И это тогда, когда у нас потребление электроэнергии в два раза меньше на душу населения, чем в промышленно развитых странах. Кроме того, у нас ограничение потребления электроэнергии во многом связано с потерями электроэнергии в электрических сетях, например, в Подмоскovie они выше, чем по теплу. Потери доходят до 15 – 18 %».

Перспективы развития современной теплоэнергетики неразрывно связаны также с поставками топлива, в том числе угля. Причем выгодность поставок угля также имеет условно три порога эффективности. Первый порог — поставки угля эшелонами на ТЭЦ, второй порог — поставки угля большими самосвалами на котельные и третий порог — это развоз угля мелким автотранспортом децентрализованным потребителям. Третий порог поставок и использования угля вообще должен быть, по возможности, исключен, т.к. при использовании угля в частных домах, усадьбах каждодневный его розжиг требует значительного количества дров. Кроме того осенью и весной для минимального обогрева помещений часто используют одни дрова, без угля.

Поскольку ниже будет рассматриваться эффективность теплоснабжения за счет использования тепловых насосов (ТН), то немного остановимся на технологических решениях выработки холода.

Сегодня производство холода повсеместно осуществляется в основном за счет электроэнергии. Это не всегда оправдано как с энергетической, так и с экономической точки зрения.

Вместе с тем появляются технологии производства холода, использующие ярко выраженные вторичные топливно-энергетические ресурсы (ТЭР). Так централизованная система холодоснабжения в Амстердаме долгое время являлась «секретным оружием» Нидерландов. В стране существует несколько таких небольших систем. Большинство из них аккумулируют тепло и холод в подземных водоносных слоях и снабжают теплом (зимой) и холодом (летом) одно или несколько зданий; однако эти аккумуляторы слишком малы, чтобы рассматривать их как централизованную систему. В 2003 г. энергетическая компания Nuon приняла решение об установке в Амстердаме коммерческой централизованной системы холодоснабжения при содействии Шведской управляющей компании Capital Cooling Europe. Мощность централизованных систем охлаждения спроектирована для максимального потребления в 76 МВт. Ожидается, что в 2012 г. они будут поставлять 100 МВт·ч холода за счет холода со дна озера Ньюве-Мэр и холода, получаемого от охлаждающих установок. Обычные охлаждающие установки в зданиях имеют низкий коэффициент преобразования энергии, около 2,5. В проектируемой системе центрального холодоснабжения для международного делового центра Цуидас в Амстердаме для производства 36 МДж холода потребуется только 1 кВт·ч электроэнергии. Эта централизованная система холодоснабжения уменьшит выбросы CO₂ на 75 %.

Ни для кого не секрет, что сегодня аккумулярование тепловой энергии является ключевой составляющей во многих энергосберегающих системах отопления и охлаждения зданий. Оно служит для долговременного хранилища и солнечного тепла, помимо тепла и холода «извлекаемых» из воздуха. Такие технологии получают все большее распространение во многих странах, при этом используются (или не используются) ТН.

Во многих коммерческих зданиях в системах охлаждения и системах кондиционирования широкое распространение получила так называемая ледяная вода и аккумуляторы холода (льдоаккумуляторы). Они используются для того, чтобы избежать оплаты электроэнергии в периоды её максимального потребления, когда она наиболее дорогая.

Разрабатываются и другие энергосберегающие технологии. Так, можно значительно увеличить теплоемкость легких строительных конструкций, используя материалы, претерпевающие фазовый переход (Phase Change Materials). В настоящее время ведутся исследования по использованию для отопления и охлаждения микро-инкапсулированных парафинов в штукатурке или в гипсовых панелях или в кровлях. Перегрев помещений можно уменьшить или полностью устранить путем увеличения теплосодержания материалов здания. С помощью таких материалов, которые в ночное время под действием естественной вентиляции — «холодного» ночного воздуха отдают запасенное тепло, в доме будет поддерживаться комфортная температура. Но такой дом зимой труднее прогреть как после дневного, так и длительного отсутствия.

А на Украине рассматривается обогрев жилого района на острове Хортица (легендарный остров, где располагалась знаменитая Запорожская Сечь. В настоящее время остров является частью города Запорожья) ТН с использованием теплоты воды реки Днепр с температурой до + 3°C [4].

Удельные затраты $b_{ТН}$ условного топлива ТН на единицу отпущенной энергии определяются по следующей зависимости [5]:

где $q = 29,31$ МДж/кг – теплота сгорания единицы условного топлива;

λ – доля технологических потерь электроэнергии при транспортировке от энергоисточника до потребителя; $\eta_{эл}^{ТЭС}$ – КПД выработки электроэнергии

на конденсационной ТЭС.

$\mu = Q/W$ – коэффициент трансформации теплоты ТН,

где Q – количество теплоты отпущенной потребителю ТН; W – суммарные затраты электроэнергии на приводы компрессора и устройств, обеспечивающих подачу низкопотенциального теплоносителя в испаритель ТН.

Рядом ученых-практиков проблемы теплоснаб-

Таблица 2. Средние естественные температуры грунта ($^{\circ}\text{C}$) по месяцам на глубине 1,6 м для некоторых городов России

Города	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Астрахань	7,5	6,1	5,9	7,3	11	14,6	17,4	19,1	19,1	17	13,6	10,2
Барнаул	2,6	1,7	1,2	1,4	4,3	8,2	11	12,4	11,6	9,2	6,2	3,9
Братск	0,4	-0,2	-0,6	-0,5	-0,3	0,0	3	6,8	7,2	5,4	2,9	1,4
Иркутск	-0,8	-2,8	-2,7	-1,1	-0,5	-0,2	1,7	5,0	6,7	5,6	3,2	1,2
Магадан	-6,5	-8,0	-8,8	-8,7	-3,9	-2,6	-0,8	0,1	0,4	0,1	-0,2	-2,0
Москва	3,8	3,2	2,7	3,0	6,2	9,2	12,1	13,4	12,5	10	7,3	5,0
Новосибирск	2,1	1,2	0,6	0,5	1,3	5,0	9,1	11,3	10,9	8,8	5,8	3,6
Оренбург	4,1	2,6	1,9	2,2	4,9	8,0	10,7	12,4	12,6	11	8,6	6,0
Пермь	2,9	2,3	1,9	1,6	3,4	7,2	10,5	12,1	11,5	9,0	6,0	4,0
Сочи	11,2	9,8	9,6	11	13,4	16,2	18,9	20,8	21	19	19,8	13,5
Ставрополь	5,0	4,0	3,8	5,3	5,3	8,8	12,2	15,7	15,1	13	9,7	6,8
Хабаровск	0,3	-1,8	-2,3	-1,1	-0,4	2,5	9,5	13,3	13,5	11	6,7	3,0
Ярославль	2,8	2,2	1,9	1,7	3,9	7,8	10,7	12,4	11,5	9,5	6,3	3,9

Таблица 3. Температура грунта ($^{\circ}\text{C}$) в Ставрополе (почва - чернозем)

Глубина	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,4	1,2	1,3	2,7	7,7	13,8	17,9	20,3	19,6	15,4	11,4	6,0	2,8
0,8	3,0	1,9	2,5	6,0	11,5	15,4	17,6	17,6	15,3	12,2	7,8	4,6
1,6	5,0	4,0	3,8	5,3	8,8	12,2	14,4	15,7	15,1	12,7	9,7	6,8
3,2	8,9	8,0	7,4	7,4	8,4	9,9	11,3	12,6	13,2	12,7	11,6	10,1

Таблица 4. Температура грунта ($^{\circ}\text{C}$) во Владивостоке (почва бурая каменистая, насыпная)

Глубина	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,4	-3,7	-3,8	-1,1	1,0	7,3	12,7	16,7	19,5	17,5	12,3	5,2	0,2
0,8	-0,1	-1,4	-0,6	0,0	4,4	10,4	14,2	17,3	17,0	13,5	7,8	2,9
1,6	3,6	2,0	1,3	1,1	2,9	7,7	11,0	14,2	15,4	13,8	10,2	6,4
3,2	8,0	6,4	5,2	4,4	4,2	5,5	7,5	9,4	11,3	12,4	11,7	10,0

Как видно из данных таблиц 2 – 5, характерной особенностью естественного температурного режима грунта является запаздывание минимальных температур грунта относительно времени наступления минимальных температур наружного воздуха (к моменту наступления этих температур в грунте нагрузка на системы теплоснабжения снижается).

Исследования, проведенные в ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ», показали, что потребление тепловой энергии из грунтового массива к концу отопительного сезона вызывает вблизи регистра труб системы теплосбора понижение температуры грунта. Температура грунта в почвенно-климатических условиях большей части территории РФ не успевает восстановиться в летний период года, и к началу следующего отопительного сезона грунт выходит с пониженным температурным потенциалом. Потребление тепловой энергии из грунта в течение следующей зимы вызывает дальнейшее снижение его температуры, и к началу третьего отопительного сезона температурный потенциал грунта еще больше отличается от естественного, и т.д.

Огибающие графиков теплового влияния многолетней эксплуатации системы теплосбора на есте-

ственный температурный режим грунта имеют ярко выраженный экспоненциальный характер, и только к пятому году эксплуатации колебания температуры грунта выходят на новый режим, близкий, к периодическому. Начиная с пятого года эксплуатации, многолетнее потребление теплоты из грунтового массива систем теплосбора сопровождается периодическими изменениями его температуры.

Учитывая это обстоятельство, при проведении районирования территории РФ по эффективности применения теплонасосных систем (ТНС) теплоснабжения ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» в качестве критерия эффективности выбран средний за 5-й год эксплуатации коэффициент трансформации теплоты.

Данные таблиц 2 - 5 и исследования ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» показывают, что российские почвы имеют очень низкие температуры, чтобы их тепловой потенциал мог бы обеспечивать высокий коэффициент трансформации теплоты ТН в течение длительных зим. При использовании массива грунта объемы извлекаемого из него низкопотенциального тепла должны быть соизмеримы с генерирующей мощностью ТН (ТНС), без учета глубинного тепла, т.к. поступающее из недр земли тепло, например,

на участке площадью 200 м² равно примерно 20 Вт, это столько сколько выделяют 4 курицы-несушки (курица выделяет 5 Вт теплоты). Использование энергии грунта аналогично использованию нефти, газа и угля, в том смысле, что этот локальный источник рано или поздно истощается. А для потребителя тепла (здания) это угроза лишиться дорогого по стоимости источника теплоснабжения, поскольку перенести здание на новое место не реально.

Использование ТН может быть (будет) намного эффективнее в приложениях. Например, когда используется массив грунта, расположенный вблизи прокладки силовых электрокабелей. Ведь при их эксплуатации всегда выделяется тепло (длительно допустимая температура нагрева жил кабелей при эксплуатации + 70 – 90 °С, допустимая при перегрузке до + 90 – 130 °С).

Также реально использование массива грунта под коллектором, например, канализационных стоков на выходе из дома, где температура стоков наиболее высокая и отсутствует опасность их замерзания.

Большая эффективность будет достигаться, если использовать в качестве источника низкопотенциальной теплоты проницаемый массив грунта, расположенный между двумя колодцами, неглубокими скважинами и т.д. В этом случае, при заборе из одного колодца воды в другом уровень понижается, следовательно, вода, проходя через грунт, подогревается его, восстанавливая температурный потенциал. Резко расширяются границы (зона) теплосбора (съема тепла) охватывая области как расположенные между колодцами (скважинами), так и вокруг них и под ними. В качестве источника энергии окружающей среды для ТН актуально использование теплоты, замерзающей воды котлована, если

Таблица 6. Точка росы для влажного воздуха при атмосферном давлении. В зависимости от температуры t , сухого воздуха и относительной влажности [11]

$t, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность, %										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	Точка росы, $^\circ\text{C}$										
14	3,7	4,8	6,2	7,4	8,5	9,6	10,5	11,4	12,3	13,1	14,0
16	5,6	7,0	8,3	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2	16,0
18	7,4	8,9	10,0	11,3	12,4	13,5	14,6	15,5	16,5	17,2	18,0
20	9,2	10,5	11,9	13,1	14,4	15,5	16,5	17,4	18,3	19,2	20,0

Как видно из таблицы 6 эффективность аккумуляции теплоты, при конденсации паров воды из воздуха будет возрастать с повышением влажности. К сырým помещениям не жилого сектора, относительная влажность в которых длительно превышает 75 %, относятся: овощехранилища, доильные залы, молочные, кухни общественных столовых и т.п., а также при наличии установок микроклимата: животноводческие помещения. Особо сырые помещения — это помещения, где относительная влажность воздуха близка к 100 %; потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой. Это моечные в мастерских, цеха для приготовления влажных кормов, коровники, свиарники, телятники, птичники и другие, при отсутствии в них установок по созданию микроклимата.

рядом нет малого водного потока, исходя из того, что в частном доме (коттедже) стоков всегда мало. Удельная теплота фазового перехода воды в лед, при замерзании составляет 334 кДж/кг, в то время как удельная теплоемкость для грунтов в среднем равна 1,5 кДж/кг·°С.

Удельная теплоемкость окружающего воздуха 1 кДж/кг·°С. Плотность воздуха в 800 раз меньше плотности воды, а его температура зимой значительно ниже температуры замерзающей воды.

Массив грунта можно зимой пополняться энергией за счет теплоты удаляемого из помещений воздуха, если воздухопровод проходит через этот массив. Эффективность рекуперации в этом случае возрастает тогда, когда в воздуховоде происходит конденсация испарившейся с поверхности листьев комнатных растений, кожи и легких людей воды, пара образующегося при приготовлении пищи, мытье посуды, приема душа, влажной уборке.

В этом случае обеспечивается аккумуляция грунтом значительного объема низкопотенциальной теплоты (при конденсации 1 кг пара воды аккумулируется 0,63 кВт·ч теплоты).

Высокая относительная влажность в жилых помещениях обычно наблюдается во время начала отопительного сезона, когда просушиваются стены. Тогда воздух сильно насыщается водяным паром. Температура точки росы такого воздуха высокая (таблица 6), что обеспечивает, при конденсации пара в воздуховоде «подогрев» массива грунта.

Таблица 6. Точка росы для влажного воздуха при атмосферном давлении. В зависимости от температуры t , сухого воздуха и относительной влажности [11]

Эффективность трансформации теплоты тепловым насосом также можно повысить, если для обогрева помещений применить интенсивный съем тепла с конденсатора ТН за счет вентилятора. Тогда температура конденсатора может быть снижена до 25 – 35 °С.

Для теплоснабжения большое значение имеет стоимость тепла. Особое значение в этом случае имеет вид топлива, используемого для выработки теплоты. Так не редко, для воздушного отопления производственных, складских помещений, ферм, агропромышленных комплексов, строительных объектов, в том числе и при проведении чистовых отделочных работ применяются воздухонагреватели использующие дизельное и газовое топливо (таблица 7).

Таблица 7. Характеристика воздухонагревателя модели SP-60

Номинальная тепловая мощность, кВт	Подача воздуха, м ³			

Принцип работы системы теплоснабжения (рис. 2), обеспечивающей зимой поддержание соответствующей температуры в помещениях от

теплоемкость — 3,5 кДж/(кг·°C)) придонного слоя пруда, при остывании на 10 °C, выделяет всего 39,2 МДж теплоты, т.е. в 8,5 раз меньше. Расхождения в пропорциональности могут быть нивелированы за счет объема воды в котловане, превышающем объем рассола в пруду.

Если использовать в качестве хладагента фреон R134a (температура кипения при давлении 760 мм ртутного ст. - 26,5 °C), то следует отметить следующее; испарение 1 кг R134a при минус 5 °C и давлении 2,43 кгс/см² требует 200,9 кДж теплоты, а для перегрева 1 кг его пара, при давлении 2,43 кгс/см², с - 5 до +30 °C требуется 22,6 кДж теплоты (в 8,9 раза меньше).

Следовательно, при интенсивном отборе теплоты из котлована, и грунтовых аккумуляторов придонный рассол пруда; будет остывать медленно (дольше оставаться теплым), а значит, значительный перегрев пара хладагента перед компрессом в предложенной системе теплоснабжения может быть осуществлен до января-февраля. Синхронизации этого будет способствовать тот факт, что тепловые потоки при испарении хладагента на порядок выше, чем при перегреве пара хладагента, при прочих равных условиях.

Если проанализировать эффективность отдельных процессов, происходящих в ТНТП (по схеме рисунка 4), то можно утверждать, что более глубокое охлаждение конденсата хладагента в ОК, связанное с противоточным подогревом поступающего в здание даже подогретого зимнего воздуха или холодной воды однозначно увеличивает энергетическую эффективность ТНТП в целом. Процесс же перегрева б - 1 сопровождается увеличением работы сжатия перегретого пара в компрессоре.

Решим задачу по определению, в первом приближении, отношения; разности энтальпий перегретого пара в точках 21 и 26, полученную в результате использования для сжатия перегретого пара (точка 1) и пара насыщенного (точка б), к величине увеличения работы сжатия из-за переноса её начала из точки б в точку 1. Для этого воспользуемся методикой расчета (примером 2.5) из книги [14].

Исходные данные:

Внутренний адиабатный КПД компрессора равен $\eta_i = 0,8$; По T, s-диаграмме хладона Ф-12 находим параметры рабочего тела в точках:

Точка б, насыщенный пар: температура 0°С; давление 3 кгс/см²; $h_6 = 574$ кДж/кг;

Точка 1, перегретый пар: температура + 20 °C; давление 3 кгс/см²; $h_1 = 586$ кДж/кг;

Точка 26, сжатый до 10 кгс/см² пар: температура 48 °C; $h'_{26} = 596$ кДж/кг;

Точка 21, сжатый до 10 кгс/см² пар: температура 68 °C; $h'_{21} = 610,5$ кДж/кг;

Ход расчета

Энтальпия фреона в точке 21, на выходе из компрессора

$$h_{21} = h_1 + (L_1 / \eta_i) = 586 + (610,5 - 586) / 0,8 = 616,6 \text{ кДж/кг}$$

Энтальпия фреона в точке 26, на выходе из компрессора

$$h_{26} = h_6 + (L_6 / \eta_i) = 574 + (596 - 574) / 0,8 = 601,5 \text{ кДж/кг}$$

Удельная внутренняя работа компрессора для точек 1-21

$$L^a_{1-21} = h_{21} - h_1 = 616,6 - 586 = 30,6 \text{ кДж/кг}$$

Удельная внутренняя работа компрессора для точек 6-26

$$L^a_{6-26} = h_{216} - h_6 = 601,5 - 574 = 27,5 \text{ кДж/кг}$$

Искомое отношение $(h_{21} - h_{26}) / (L^a_{1-21} - L^a_{6-26})$ равно $(616,6 - 601,5) / (30,6 - 27,5) = 4,87$.

Следовательно, если для повышения энтальпии хладона (Ф-12) и его температуры на выходе из компрессора использовать перегрев пара перед компрессором, то дополнительная затрата работы будет в разы меньше приращения энтальпии после сжатия.

В данной системе теплоснабжения наряду с грунтовыми источниками низкопотенциальной теплоты, используемыми для испарения хладагента и перегрева его пара используются вода, лед и раствор соли, которые имеют более высокие теплофизические свойства, по сравнению с грунтами. Удельная теплоемкость: воды составляет — 4,19 кДж/(кг·°C); льда — 2,26 кДж/(кг·°C); раствора поваренной соли около 3,5 кДж/(кг·°C). Теплопередача в воде и растворе соли осуществляется за счет конвекции. Коэффициент теплопроводности льда — 2,2 Вт/(м·°C), осадка поваренной соли — 3,6 Вт/(м·°C). А для сухих грунтов он составляет — 0,55; для маловлажных грунтов — 1,1; грунтов средней влажности — 1,7; для сильновлажных грунтов — 2,3 Вт/(м·°C). Кроме того, за счет повышения давления перед компрессором, можно организовать испарение хладагента непосредственно в той части испарителя, которая расположена в солнечном соляном пруду. Когда температура в пруду составляет, например, + 20 – 40 °C. Конечно, хладагент в этом случае должен быть направлен в обход котлована (на рисунке 4 показано пунктирной линией), что оправдано, когда вся вода в котловане замерзла. Однако, использование источника теплоты; малой общей теплоемкостью и относительно высокой температуры, как остывающий рассол солнечного соляного пруда, не может в большинстве случаев стать энергетически равнозначным использованию даже только одного источника с большей общей теплоемкостью и с более низкой температурой. Постоянное использование только теплоты пруда для работы ТНТП наиболее оправдано, когда в него есть поступление теплоты извне, будь то осенняя или весенняя солнечная энергии, или любая другая.

Осенью, недостаточно нагретая вода в котловане может быть заменена более теплой, если такая имеется. Или, она может быть нагрета до 15 – 25 °C в период «бабьего лета», за счет циркуляции воды котлована через плоский солнечный коллектор. Это обеспечит на время работу системы с более высоким коэффициентом трансформации теплоты, и в конечном итоге уменьшит расход топлива на привод компрессора в течение зимы. Нагрев воды котлована, например, объемом в 100 м³ на 10°С позволяет аккумулировать более 3,9 ГДж тепловой энергии для зимнего периода.

Второй важный момент - это два контура испарения

у ТНТП. Избирательная работа контуров испарения — в зависимости от температуры уличного воздуха позволяет использовать теплый воздух, например, в теппели, экономя теплоту котлована для морозных периодов. Это в конечном итоге приводит к уменьшению объема котлована.

Третий не менее важный момент, — это то, что для привода компрессора не используется электроэнергия. Известно, что 97 % стоимости жизненного цикла электродвигателя расходуется, на электроэнергию и лишь 3 % составляет его покупная цена. Около $\frac{2}{3}$ общего количества электрической энергии в мире расходуют электродвигатели.

В последнее время (до экономического кризиса) особенно в энергодефицитных районах, был усилен контроль над исполнением Инструкции о порядке согласования применения электродвигателей и других электронагревательных приборов (утв. Минтопэнерго РФ 24 ноября 1992 г.).

В п. 5.1 данной Инструкции отмечено, что применение электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения может рассматриваться только при условии включения электронагревательных приборов в ночное время, оснащения их аккумуляторами тепла и автоматикой, исключающей работу в дневные часы. В примечании к п. 5.2.1 также сказано, что технико-экономическое обоснование должно подтверждать экономию первичного топлива в случае применения электроотопления. Надо быть готовым к тому, что не будет исключением возврат к данной практике и после окончания кризиса.

Кроме того для привода компрессора используется паропоршневой двигатель (водомёт) у которого роль поршня выполняет рабочая жидкость. А как известно, паровые машины малой мощности превосходят по своим характеристикам паротурбинные.

Четвертый и пятый, самые важные моменты. По данной технологии основной «поставщик» низкопотенциальной энергии на отопление — это замерзающая вода. Так, при разовом промерзании котлована глубиной 2 м, количество выделяемой энергии фазового перехода составляет 668 ТДж/км². Если эту энергию равномерно использовать ТН в течение 150 суток на отопление, то установленная мощность «водяной топки» будет равна 51,5 МВт/км².

Это сопоставимо с плотностью энергии залежей угля в районах его добычи — 30 МВт/км², при этом коэффициент извлечения угля всего $\approx 25\%$

Конечно, эти энергии различного потенциала и озвученные цифры должны быть приведены к одному знаменателю. При этом надо учитывать, что к потребителю; в виде теплоты «доходит» $\frac{1}{7} - \frac{1}{10}$ часть энергии залежей угля, а при использовании энергии воды, возобновляемого источника, по предлагаемой технологии будет «доходить» $\frac{7}{10} - \frac{9}{10}$ теплоты фазового перехода. Средняя плотность искусственной энергии, обусловленная хозяйственной деятельностью, равна всего 0,02 МВт/км², т.е. в 10000 раз меньше плотности солнечной энергии

(200 МВт/км²). И только в отдельных местах земного шара этот показатель выше: в Японии — 2 МВт/км², в Рурском районе ФРГ — 20 МВт/км².

При удалении из помещения воздуха с температурой + 20 °С и относительной влажностью 60 % конденсация паров воды в воздуховоде котлована будет начинаться уже при + 12 °С (точка росы + 12 °С). И при дальнейшем охлаждении, например, до 0 °С будет конденсироваться непрерывно. Чем глубже охлаждение, тем больше конденсируется паров воды, тем глубже его осушение. Следовательно, при охлаждении воздуха в воздуховоде, котлован будет аккумулировать теплоту, как за счет охлаждения воздуха, так и за счет конденсации паров воды.

Шестое — источники теплоты (котлован с водой и солнечный соляной пруд) расположены рядом. При этом расположенный между ними грунт — это по существу аккумулятор, который постоянно пополняется энергией, теряемой зданием через пол вниз. Для данной системы теплоснабжения коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) близок к 100 %, т.к. летом пруд и котлован используются для выработки холода.

Такой КИУМ предложенной системы холодотеплоснабжения намного выше в сравнении с КИУМ ТЭЦ, особенно летом, когда потребность в теплоте минимальна, не говоря уже об обычных котельных. Зимой ночью КИУМ ТЭЦ также не высокий, поскольку потребность в электроэнергии меньше, чем днем.

Конкурентоспособность энергогенерирующего предприятия (производства) в целом, как и машиностроительного предприятия [15], представляет собой среднеарифметическое, или средневзвешенное, число конкурентоспособности отдельных видов энергии выпускаемых предприятием:

где $J_{\text{предпр}}$ — конкурентоспособность предприятия (производства) относительно конкурентов; $J_{j/1}$ — относительная конкурентоспособность j -й продукции предприятия к продукции первого конкурента; m — количество конкурентов по j -й продукции; $J_{k/1}$ — относительная конкурентоспособность k -й продукции предприятия к продукции первого конкурента; n — количество конкурентов по k -й продукции; $J_{p/1}$ — относительная конкурентоспособность p -й продукции предприятия к продукции первого конкурента; g — количество видов продукции на данном предприятии; P — количество конкурентов.

Опираясь на это общее положение, рассмотрим работу системы холодотеплоснабжения, как обеспечивающей выработку холода и горячей воды в летний период и теплоты в зимний.

Экономическая эффективность предложенных систем напрямую зависит от показателя децентрали-

Анализ перспектив использования тепловых насосов в Украине

1. Общие положения

В условиях обостряющегося дефицита и роста цен на энергоносители поиск новых эффективных энергосберегающих технологий для получения теплоты и использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) актуален практически для всех отраслей экономики. Особенно остро проблема обозначилась в теплоснабжении объектов ЖКХ, где затраты топлива на производство теплоты, превосходят в 1,7 раза затраты на электроснабжение. Основными недостатками децентрализованных источников теплоснабжения являются низкая энергетическая, экономическая и экологическая эффективность. А высокие транспортные тарифы на доставку энергоносителей и частые аварии на теплотрассах усугубляют негативные факторы, присущие традиционному централизованному теплоснабжению.

Одним из эффективных энергосберегающих способов, дающих возможность экономить органическое топливо, снижать загрязнение окружающей среды, удовлетворять нужды потребителей в технологическом тепле, является применение теплонасосных технологий производства теплоты.

Тепловой насос представляет собой установку, преобразующую низкопотенциальную возобновляемую энергию естественных источников теплоты и/или низкотемпературных ВЭР в энергию более высокого потенциала, пригодную для практического использования.

В качестве источников низкопотенциальной теплоты используются атмосферный воздух или различные вентиляционные выбросы, вода естественных водоёмов и сбросные воды систем охлаждения промышленного оборудования, сточные воды систем аэрации, грунт.

Сведения о некоторых ИНТ

ИНТ	Среда промежуточного контура	Температура источника, °С
Грунтовые воды	вода	8...15
Грунт	антифриз	2...10
Вода с водозабора	вода	6...10
Речная вода	антифриз	1...10
Канализационные стоки	вода	10...17
Окружающий воздух	воздух	-8...15
Вытяжной воздух	воздух	18...25

Потребителями энергии повышенного потенциала являются системы отопления и горячего водоснабжения жилых, административных, социальных и промышленных зданий, системы поддержания оптимального микроклимата в спортивных и концертных комплексах, бассейнах, животноводческих помещениях, технологические промышленные про-

цессы сушки, разделения веществ, дистилляции и другие. Поскольку направление передачи энергии в ТН противоположно естественному направлению перетекания теплоты от горячего тела к холодному, то такое преобразование, согласно Второму Закону Термодинамики, возможно лишь в обратном термодинамическом цикле за счет подвода некоторого количества энергии извне в виде механической или электрической.



Энергетическая эффективность преобразования энергии в тепловом насосе оценивается коэффициентом преобразования энергии (COP), равным отношению энергии, переданной потребителю, к энергии, затраченной для реализации цикла:

$$COP = Q_k / N_{эл}$$

Следует заметить, что величина COP, в силу Первого Закона Термодинамики, всегда больше единицы, так как количество энергии, переданной потребителю теплоты, оказывается больше величины подведенной внешней энергии на величину энергии, отобранной от низкопотенциального источника. Величина COP зависит от целого ряда факторов, но, прежде всего, от разности температур источника и приёмника теплоты.

Условиями рационального применения ТН является удачное сочетание параметров источника теплоты низкого потенциала (ИНП) достаточной энергоёмкости и требуемых параметров теплоты у потребителя. Например, для современной системы напольного отопления достаточны температуры теплоносителя 30-35 °С, применение фанкойлов в качестве отопительных приборов позволяет использовать уровень температур 45-60 °С, тогда как для традиционной системы отопления с радиаторами температура теплоносителя должна быть не менее 70-90 °С. Особенно выгодно применение ТН при одновременном использовании тепла и холода, что успешно реализуется в ряде технологических процессов в промышленности, сельском хозяйстве, системах кондиционирования воздуха и др.

Основными достоинствами применения теплонасосных технологий преобразования теплоты являются:

- высокая энергетическая эффективность;
- экологическая чистота;
- надежность;
- комбинированное производство теплоты и холода в единой установке;
- мобильность;
- универсальность по тепловой мощности;
- универсальность по виду используемой низкопотенциальной энергии;
- полная автоматизация работы установки.

Говоря о достоинствах получения тепловой энергии с помощью ТН, нельзя поддаваться соблазнительному выводу об их абсолютной применимости. Необходимо тщательно оценивать целесообразность использования ТНУ в сравнении с традиционными, альтернативными видами энергоисточников, базируясь на следующих факторах:

Фактор термодинамический: реализуемый цикл, температура НПИТ и температура теплоносителя потребителя теплоты, свойств рабочего тела.

Фактор конструктивный: тип компрессора, тип теплообменников, их технические характеристики, схемное решение установки.

Фактор экономический: уровень цен на электроэнергию и замещаемое топливо, цены на применяемое оборудование и его монтаж и наладку, цены на систему автоматизации.

Фактор экологический: отсутствие процесса сжигания топлива в цикле ТН, уменьшение выбросов CO₂ за счет вытеснения части потребного топлива при высокой энергетической эффективности установки.

Фактор социальный: улучшение условий труда и жизни населения.

2. Об использовании ТН в мире.

Энергетическая целесообразность применения тепловых насосов в качестве энергоисточников убедительно доказана результатами большого числа научных исследований и опытом эксплуатации миллионов ТНУ в промышленно развитых странах мира.

Сегодня в мире успешно эксплуатируется более 130 млн теплонасосных установок различного функционального назначения. Общий объем продажи выпускаемых за рубежом ТН составляет 125 млрд. долларов США, что превышает мировой объем продажи вооружений в 3 раза.

Согласно данным Международного Энергетического Агентства (IEA) к 2020 г. в развитых странах мира доля отопления и горячего водоснабжения с помощью тепловых насосов должна составить 75 %.

На сегодняшний день тепловые насосы, без сомнения, являются наиболее перспективными среди источников «нетрадиционной энергетики» для решения проблем энергосбережения, благодаря возможности «черпать» возобновляемую энергию из окружающей среды. Однако решение вопросов выбора типа ТН, масштабов и областей их рационального использования в разных странах является далеко не однозначными.



Производство ТНУ в каждой стране ориентировано, прежде всего, на удовлетворение потребностей внутреннего рынка.

В США и Японии для отопления и летнего кондиционирования воздуха широкое применение получили реверсивные ТНУ класса «воздух-воздух». К 2000 году в США исследованиями и производством тепловых насосов занималось более пятидесяти крупных фирм. Общее количество работающих тну к 2003 году превысило 25 млн. единиц. В США существует стабильный прирост продаваемых теплонасосных установок на протяжении более, чем 20 лет.

В Японии ежегодно производится и продается до 500 тысяч ТНУ различного функционального назначения, и около 5 млн. теплонасосных систем являются основным оборудованием в обеспечении теплотой жилищного фонда.

Например, в Европе 77 % установленных тепловых насосов используют наружный воздух в качестве источника тепла, хотя в Швеции, Швейцарии и Австрии преобладают тепловые насосы, забирающие тепло из грунта.

В Норвегии на конец 1999 года насчитывалось в эксплуатации 27200 теплонасосных установок, из них 67 % использовали в качестве источника тепла окружающий воздух, 12 % - отработавший вентиляционный воздух, 19% - воду и грунт.

В Китае спрос на производство реверсивных тепловых насосов с 500 тыс. единиц в 1989 году достиг в 2003 году величины 18 млн. единиц, опередив Японию более, чем в 2 раза.

Самые крупные ТНУ эксплуатируются в Швеции и странах Скандинавии. Из 110 тысяч теплонасосных станций, работавших в Швеции в 2000 году, около ста имели мощность 100 МВт и более, а наиболее мощная в мире ТНС установленной тепловой мощностью 320 МВт успешно работает в Стокгольме, используя в качестве низкотемпературного источника теплоту морской воды.

В Германии к 1998 году было изготовлено для систем отопления и горячего водоснабжения более

500 ТНУ большой мощности с приводом компрессоров от дизельных и газовых двигателей и с утилизацией теплоты выхлопных газов.

В Грузии школой академика Гомелаури В.И. накоплен огромный материал по проектированию и оптимизации технологических и комфортных систем кондиционирования воздуха, действующих на базе ТНУ. Их успешная эксплуатация на Самтредской чайной фабрике, Сагареджойском молочном комбинате, в курзале Пицунды, климатобальнеологической лечебнице в г. Гагры, торговом центре Сухуми и других объектах подтвердила высокую энергетическую эффективность при правильном определении мощности, типа ТНУ, энергетического уровня природных и вторичных низкопотенциальных источников теплоты, рационально подобранного рабочего тела, термодинамического цикла и ряда других факторов.

Отмечается резкий подъем развития теплонасосной техники в России. На передовые позиции вышла совместно работающая группа ЗАО «Энергия» (Новосибирск) и комплекс «Тепломаш», ОАО «Кировский завод» (С.-Петербург), которой принадлежит выпуск ТН мощностью от 10 до 3000 кВт. Ряд работ выполняется в рамках региональных программ энергосбережения и замены традиционных систем теплоснабжения на ТНУ: Новосибирская обл., Нижегородская обл., г. Норильск, г. Дивногорск (Красноярский край). Ожидается, что к 2010 году действующий парк ТНУ будет вырабатывать до 20 млн Гкал тепла, а в 2015 году более 45 млн.Гкал. Только реализация проекта перевода системы теплоснабжения на теплонасосную технологию в г. Дивногорске с использованием в качестве НПИЭ теплоты воды Енисея позволит снизить годовой расход электроэнергии на отопление и горячее водоснабжение города на 400 000 МВт ч и высвободить соответствующую мощность Красноярской ГЭС; получить экономию бюджетных средств города в 100 млн. рублей в год; отказаться от применения других альтернативных систем отопления, ухудшающих экологическую обстановку города; улучшить экологическую обстановку региона за счет обеспечения образования ледяного покрова на р. Енисей ниже бьефа. Стоимость всего проекта 400 млн. руб.

Другое новое и перспективное направление, разрабатываемое российскими коллегами, связано с применением тепловых насосов большой мощности (от нескольких МВт до нескольких десятков МВт) в системах централизованного теплоснабжения ТЭЦ. Об этом направлении внедрения теплонасосной технологии еще 5 лет назад не было и разговоров. Сегодняшние достижения в конструкции компрессоров, теплообменников, в использовании новых рабочих тел и схемных решений позволяют рассматривать проекты использования теплоты охлаждающей технической воды ТЭЦ в обход градирни, как ИНТ для тепловых насосов, или использовать в качестве ИНТ для ТН обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ. Наряду с проектами автономного теплоснабжения от ТНУ объектов ЖКХ, производства теплоты для промышленных технологических процессов и др. развитие указанных направлений говорит, что в России намечается определенный прорыв во внедрении ТНУ.

3. О применении теплонасосных технологий в Украине

В Украине, к сожалению, сегодня трудно указать какое-либо другое направление развития новой техники и технологии, которое бы находилось в таком разительном противоречии, как со своими потенциальными возможностями, так и с уровнем развития в других странах мира. Если в развитых и развивающихся странах счёт работающих ТНУ различного функционального направления ведётся на миллионы или сотни тысяч единиц, в Украине работают единичные установки, созданные, в основном на элементной базе холодильного оборудования, ввозимого из стран Западной Европы от специализированных фирм производителей.

Разительное отставание Украины от стран успешно использующих теплонасосную технологию можно объяснить как объективными факторами – развитие энергетики в государстве осуществлялось в основном по пути централизованного теплоснабжения и теплофикации, так и субъективными – недостаточным вниманием конкретных предприятий к экономии топливно-энергетических ресурсов. К главным причинам относятся также отсутствие демонстрационного парка работающих ТНУ различного функционального назначения и рекламы их достоинств и отсутствие государственной поддержки при разработке, исследованиях и внедрении данного типа оборудования. Например, на государственном уровне должен решаться вопрос о создании у отечественного потребителя заинтересованности в применении вместо традиционного энергорасточительного индивидуального отопления энергетически более эффективного энергосберегающего, хотя и относительно дорогого отопления на базе теплонасосной технологии.



Согласно «Концепции развития топливно-энергетического комплекса Украины на 2006-2030 годы» предусматривается увеличение объёма производства тепловой энергии за счёт термотрансформаторов, тепловых насосов и аккумуляционных электронагревателей с 1,7 млн.Гкал/год в 2005 г. до 180 млн. Гкал/год в 2030г., т.е. больше, чем в 100 раз. Несомненно, что при соответствующей поддержке со стороны государства это могло бы быть большим стимулом в реальном, а не декларируемом

внедрении энергосберегающих технологий. Но сегодня в правительстве обсуждается Закон о едином тарифе на электроэнергию для всех промышленных предприятий, что наряду с единым тарифом на тепловую энергию, сводит к нулю эффект от применения энергосберегающих технологий. Уместно заметить, что внедрение теплонасосных технологий во всех странах мира проходило и происходит при существенной государственной поддержке в виде двухставочного тарифа на покупку электроэнергии, субсидий покупателям ТН техники, субсидий и грантов производителям теплонасосного оборудования и фирмам, внедряющим теплонасосную технологию, налоговых или кредитных льгот.

В Украине создание и внедрение ТН базируется в основном на энтузиазме исполнителей.

Следует отметить серию реализованных проектов Центра энергосбережения КиевЗНИИЭП под руководством В.Ф.Гершковича. Это проект экспериментальной теплицы обогреваемый тепловым насосом «воздух-грунт» с использованием вертикальных грунтовых теплообменников. В течении 8 лет эксплуатации температура воздуха в теплице автоматически поддерживалась на уровне 15-20 °С круглогодично, при этом коэффициент преобразования колебался от 4 до 2.2.

Другой проект, представляющий практический интерес, реализован в декабре 1999 года. Это проект отопления тепловым насосом «воздух-воздух» 4-х этажного офисного здания в г. Киеве. Примененный здесь тепловой насос французской фирмы CIAT гарантированно мог работать при температурах наружного воздуха до минус 15 °С. Установив тепловой насос в специальном техническом помещении, где приточный атмосферный воздух подогревался теплым вытяжным воздухом, даже при температурах наружного воздуха ниже минус 20°С, на вход испарителя воздух поступал с температурой, обеспечивающей его безопасную работу. В летнее время теплонасосное оборудование обеспечивает кондиционирование помещений. Опыт безотказной эксплуатации ТН в течении более 5 лет даёт основания авторам проекта утверждать, что комбинированное отопление и кондиционирование здания по технико-экономическим показателям превосходит отопление от тепловой сети и от местной газовой котельной и кондиционирования по отдельной схеме.

В НПП «Инсолар» совместно с ИПМаш НАН Украины создана серия тепловых насосов для технологических процессов сушки. Сушильные установки были и остаются на сегодня наиболее рациональной областью внедрения теплонасосной технологии для подготовки сушильного агента. Теплонасосные сушильные установки были созданы в блочном и агрегатном исполнении с одно и двухконтурной рециркуляцией сушильного агента. Они были успешно применены для мягкой сушки древесины, керамики, гипсовых форм, овощей и фруктов, лекарственных трав, продуктов питания. Лабораторные и промышленные испытания показали, что энергозатраты на 1 кг удаляемой влаги могут быть снижены в 2-4 раза по сравнению с традиционной конвективной сушилкой. Возможна реализация высокоэффективной сушки обезвоженным воздухом

независимо от погодных и сезонных условий при полном исключении влияния канцерогенов на высушиваемые продукты. Совместное использование тепла и холода, производимого в ТНУ, позволяет в сушильной многофункциональной установке охлаждать высушенный материал, что очень важно при сушке продуктов, лекарственных трав, семенного и товарного зерна и другого сырья сельскохозяйственного производства.

Для осушения воздуха без его конечного охлаждения была создана серия теплонасосных осушителей воздуха. Принцип работы заключался в охлаждении воздуха ниже точки росы в испарителе, отводе влаги из воздуха и последующем подогреве его в конденсаторе ТНУ перед подачей потребителю. Проблема осушения, очистки и поддержания оптимальных температур воздуха актуальна в медицине, при производстве сверхточных электронных приборов и оборудования, при создании благоприятных условий реализации технологических процессов в химическом производстве, при осушении воздуха в складских помещениях, в мастерских, для создания благоприятных условий труда, отдыха и быта. Надежность в работе, простота конструкции и эксплуатации, не требующая сложных коммуникаций, многофункциональность, экологическая чистота, низкие энергозатраты, возможность автоматического поддержания заданного режима по температуре и относительной влажности в помещении были подтверждены при испытаниях созданных образцов в лабораторных и промышленных условиях.

Технико-экономические расчеты показывают, что затраты топлива в системах теплоснабжения на базе ТНУ для объектов ЖКХ могут быть уменьшены по сравнению с крупными отопительными котельными в 1,2-1,8 раз, по сравнению с мелкими котельными и индивидуальными теплогенераторами в 2-2,6 раза и по сравнению с электронагревателями в 3-3,6 раза.

Срок окупаемости капиталовложений в ТНУ обычно составляет от 2 до 5 лет. В системах с рекуперацией теплоты низкопотенциальных сбросных энергопотоков сроки окупаемости могут быть менее 2 лет. Например, капиталовложения в систему обеспечения оптимального температурно-влажностного режима в типовом крытом бассейне, разработанную НПП «Инсолар» на базе ТНУ и утилизаторов теплоты сбросных воздушных и водяных потоков и внедренную в бассейне «Нефтяник» г. Ахтырка Сумской области, окупилась за 18 месяцев эксплуатации. При этом удалось почти в 8 раз снизить пиковое энергопотребление и исключить бассейн из разряда энергорасточительных объектов.

Применение ТН, кроме того, позволяет снизить выбросы CO₂, NO_x по сравнению с традиционными системами теплоснабжения в 2-5 раз, в зависимости от вида замещаемого органического топлива.

Внедрение энергоисточников на базе ТНУ в автономные системы тепло- и хладоснабжения в областях, где это внедрение рационально и конкурентоспособно, позволит комплексно решить проблемы, актуальные для экономики Украины:

энергосбережения, экономическую, экологическую и социальную.

Следует также отметить, что в течении последнего десятилетия, по известным причинам, цены на холодильное отечественное оборудование на внутреннем рынке возросли и практически сравнялась с ценами на аналогичное оборудование, производимое передовыми мировыми фирмами, хотя по качеству, надежности, эффективности и дизайну оно (отечественное оборудование) остается пока не конкурентоспособно с зарубежным. Это привело к тому, что подавляющее большинство систем тепло- и хладоснабжения сегодня востребованы потребителями, если они созданы на элементной базе технически более совершенной зарубежной техники.

4. Перспектива внедрения ТНУ в Украине.

Анализ ситуации в экономике Украины в целом и в ЖКХ в частности показывает, что имеются колоссальные неиспользованные потенциальные возможности сбережения дорогостоящего органического топлива и снижения загрязнения окружающей среды продуктами сгорания и/или низкотемпературными технологическими сбросами при внедрении теплонасосных установок различного функционального назначения в областях, где это внедрение целесообразно. Области наиболее рационального внедрения являются:

- применение тепловых насосов «воздух-воздух», «воздух-вода», «вода-вода», «грунт-вода» в жилищно-коммунальном секторе для горячего водоснабжения и отопления зданий по моновалентной, бивалентной и моноэнергетической схемам тепловой мощностью 5-30 кВт; наиболее привлекательным для внедрения реверсивных ТН «воздух-воздух» является регионы юга Украины и Крымский полуостров, а также объекты, где имеются достаточные объемы сбросного вентиляционного воздуха;
- привлекательно так же комбинированное отопление в холодный период и кондиционирование в жаркое время помещений на базе ТНУ;
- применение ТНУ в системах создания оптимального микроклимата в крупных общественных зданиях, спортивных и киноконцертных комплексах, крытых бассейнах, где наряду с проблемами термостатирования и утилизации теплоты сбросных воздушных и водяных потоков создаются условия, исключающие условия конденсации влаги на металлических и железобетонных строительных конструкциях, провоцирующие их коррозию и разрушение;
- автоматизированные комплексные системы на базе ТНУ и теплообменников-рекуператоров для поддержания оптимального микроклимата в животноводческих помещениях, свинарниках, птичниках, инкубаторах и других объектах агропромышленного комплекса;
- применение тепловых насосов в различных технологических процессах промышленности и сельского хозяйства (сушка продуктов, материалов, сырья, дистилляция, осушение помещений и др.);
- с помощью крупномасштабных ТНУ (тепловой

мощностью до 20-30 Гкал/ч) можно рассмотреть вопросы их применения в энергетике (утилизация сбросной теплоты циркуляционной воды после конденсатора турбины и возможные варианты передачи её в теплотель).

Теплонасосная технология преобразования низкопотенциальной природной энергии или теплоты вторичных низкотемпературных энергоресурсов в высокопотенциальную тепловую энергию, пригодную для практического использования, представляет собой не очередную модернизацию традиционных энергоисточников, а внедрение нового, прогрессивного, высокоэффективного и экологически чистого способа получения теплоты. При этом теплонасосные установки (ТНУ) многофункциональны (одновременно производят теплоту и холод), мобильны, относительно просты в изготовлении и в эксплуатации и легко поддаются автоматизации.

Даже сегодня без государственной поддержки в Украине проявляется повышенный интерес к применению теплонасосных технологий получения тепла как эффективному инструменту энергосбережения, а внедрённые единичные образцы ТН техники подтверждают перечисленные выше достоинства.

Выполненный краткий анализ проблем и возможностей использования теплонасосной технологии преобразования низкопотенциальной теплоты позволяет сделать следующие выводы:

На сегодняшний день для решения проблем энергосбережения ТН являются наиболее перспективными среди источников «нетрадиционной энергетики» благодаря возможности «черпать» возобновляемую энергию из окружающей среды. В мировой практике для преобразования низкопотенциальной теплоты наибольшее распространение получили парокompрессионные ТН с электрическим приводом.

Украина существенно отстает от стран мирового сообщества как по производству, так и по внедрению ТН в различные области экономики. В Украине нет промышленного производства ТН, внедренные установки производятся, как правило, в единичных экземплярах, но даже при своих не оптимальных параметрах подтверждают достоинства и уникальность применения ТН как эффективных энергосберегающих источников теплоты в различных отраслях экономики.

Конкурентоспособность ТН зависит от большого числа факторов термодинамического, конструктивного, экономического характера, от их функционального назначения и экологического воздействия на окружающую среду и пр. Упрощенный подход к подбору мощностей и комплектующих, выбору схемных решений, к монтажу и сервисному обслуживанию относительно дорогих ТН может привести к дискредитации идеи внедрения теплонасосных технологий в глазах отечественного потребителя.

Источник: <http://www.insolar.com.ua/>

Экономическая эффективность теплонасосных станций для систем теплоснабжения

О. П. Остапенко, к. т. н., доц.;
О. В. Шевченко

Проанализирована экономическая эффективность теплонасосных станций (ТНС) с различными источниками низкотемпературной теплоты для систем теплоснабжения с учетом повышения цен на энергоносители. Предложенные рекомендации могут быть использованы для прогнозирования условий эффективной интеграции ТНС в системы теплоснабжения.

Введение

Дефицит топливно-энергетических ресурсов в Украине и экологические преимущества тепловых насосов стимулируют внедрение теплонасосных станций (ТНС) в промышленность и муниципальную энергетику. Для экономной работы ТНС необходимо благоприятное соотношение цен на топливо и электроэнергию, что справедливо только для тепловых насосов с электроприводом. Экономическая эффективность ТНС с приводом от двигателя внутреннего сгорания или от газотурбинной установки не зависит от стоимости электроэнергии, а зависит только от стоимости топлива. Однако такие установки требуют больших капиталовложений. На энергетическом рынке Украины сложилось благоприятное для внедрения тепловых насосов соотношение цен электроэнергии и топлива. При возрастании цены на природный газ свыше 330 – 340 \$ за тысячу кубометров большинство коммунальных водогрейных котельных становятся убыточными, что обуславливает необходимость повышения тарифов на тепловую энергию для потребителей. Выходом из этой ситуации является внедрение современных энергосберегающих технологий (в частности, сооружение теплонасосных станций на базе водогрейных котельных), что позволит сократить потребление природного газа и уменьшить стоимость тепловой энергии.

За последние годы проведен ряд исследований эффективности применения теплонасосных установок (ТНУ) в тепловых схемах источников энергоснабжения. В работе [1] авторами выполнены исследования по повышению энергоэффективности источников теплоснабжения путем использования ТНУ с учетом влияния схемных решений и режимов работы. Оценка эффективности ТНС осуществлялась по таким критериям: экономия топлива по сравнению с существующей схемой, годовые затраты на топливо и электроэнергию, капиталовложения, себестоимость единицы теплоты, срок окупаемости, приведенные годовые затраты и прибыль.

В [2] определялись экономические показатели систем теплоснабжения с ТНУ в условиях экономики России. Расчеты проводились для различных соотношений цен на топливо (газ, уголь) и электроэнергию. В исследовании [2] предложены такие критерии оценки экономической эффективности, как: интегральный эффект (чистая прибыль), индекс доходности (прибыльности) и срок окупаемости капиталовложений. В [3] рас-

сматриваются схемы использования ТНУ на промышленных электростанциях. В исследовании [4] проанализирована эффективность ТНС с электроприводом и с приводом от газотурбинной установки и котлом-утилизатором.

Авторами [5] проведены сравнительные исследования трех систем энергоснабжения по себестоимости теплоты (на базе газового котла, теплового насоса и когенерационной установки с тепловым насосом) при условии изменения стоимости электроэнергии и газа для различных групп потребителей. Учитывалась стоимость газа и электроэнергии только для социально-бюджетной и жилищно-коммунальной сфер. Предложенные результаты получены только для имеющихся цен на электроэнергию, поэтому они не позволяют провести оценку эффективности применения ТНУ в случае изменения цены на топливно-энергетические ресурсы.

В работе [6] проведена оценка эффективности четырех источников теплоснабжения мощностью 3 МВт на базе электрокотла, топливного котла (газ, жидкое топливо) и теплонасосной установки. В основу экономических моделей положены средние показатели стоимости топливно-энергетических ресурсов в Украине. В работе [7] проведена оценка энергоэффективности теплонасосной установки малой мощности по сравнению с традиционными источниками теплоснабжения на базе электрического и газового котла. Учтено изменение стоимости топлива и электроэнергии для ограниченного числа вариантов. В работах [1 – 7] авторами не осуществлена оценка экономической эффективности ТНС с различными видами привода для систем теплоснабжения в широком диапазоне изменения стоимости топлива и электроэнергии для одинаковых схем подключения ТНУ. Отсутствует анализ экономической эффективности ТНС с различными источниками низкотемпературной теплоты.

Целью исследования является оценка экономической эффективности теплонасосной станции мощностью 1 МВт для систем теплоснабжения с учетом комплексного влияния источников низкотемпературной теплоты, вида привода компрессора ТНУ и цен на энергоносители; проведение оптимизационных технико-экономических исследований с целью определения оптимальных экономических условий применения ТНС в системах теплоснабжения.

Основная часть

Экономическая эффективность внедрения ТНС определяется как разница эксплуатационных затрат замещаемой водогрейной котельной и ТНС. К эксплуатационным затратам во время работы водогрейной котельной или ТНС относятся: затраты на топливо, электроэнергию, воду, амортизацию оборудования и текущий ремонт, заработную плату и другие затраты. Наиболее весомой составляющей в структуре эксплуатационных затрат и себестоимости тепловой энергии являются затраты на топливо (для котельных и ТНС с приводом от газопоршневого двигателя) и электрическую энергию (для ТНС

электродвижением). Кроме того, значительное влияние на энергетическую эффективность ТНС оказывает температурный уровень выбранного источника низкотемпературной теплоты: чем выше температура низкотемпературного источника теплоты, тем меньше затрачивается энергии на привод компрессора ТНУ в составе ТНС при условии постоянной температуры в конденсаторе. Следствием, с увеличением температуры низкотемпературного источника теплоты уменьшаются затраты на электроэнергию или топливо для привода компрессора ТНУ в составе ТНС. Таким образом, экономическая эффективность применения ТНС с определенным видом привода, согласно с [1], в значительной степени определяется именно соотношением стоимости топлива и электрической энергии.

С учетом выводов и рекомендаций [1 – 7], нами проведены исследования влияния стоимости топливно-энергетических ресурсов на экономическую эффективность теплонасосных станций в системах теплоснабжения.

Осуществлена оценка экономической эффективности ТНС мощностью 1 МВт для систем теплоснабжения с учетом комплексного влияния источников низкотемпературной теплоты, вида привода компрессора ТНУ и цен на энергоносители. Исследовалась экономическая эффективность ТНС с такими источниками природной низкотемпературной теплоты и теплоты техногенного происхождения: морская вода, водохранилище, термальные воды, воздух, река, канализационные сточные воды, вторичные энергоресурсы (ВЭР) металлургических комбинатов, шахтные воды, грунтовые воды. Эти источники низкотемпературной теплоты являются довольно распространенными на территории Украины. Исследовалась экономическая эффективность ТНС с электрическим приводом компрессора ТНУ и приводом от газопоршневого двигателя. Схемы указанных ТНС приведены в работе [1]. Как сравнительный вариант был принят вариант работы водогрейной котельной такой же мощности.

Исследования экономической эффективности проводились по укрупненным показателям. Определялись экономическая эффективность и простая окупаемость вариантов ТНС с различными источниками низкотемпературной теплоты и видами привода компрессора ТНУ. Простая окупаемость вариантов ТНС определялась как отношение капиталовложений в ТНУ к экономической эффективности ТНС. В расчетах принимались удельные капиталовложения в ТНС, которые составляют 800 грн./кВт установленной мощности ТНУ [9]. Для различных источников теплоты в ТНС не учитывались затраты на сооружение систем отбора теплоты от низкотемпературного источника. Результаты проведенных исследований могут быть использованы для осуществления предварительной оценки эффективности ТНС в определенных экономических условиях при изменении стоимости энергоносителей.

Учитывая современную сложную ситуацию в топливно-энергетическом комплексе страны и тенденцию к росту цен на топливно-энергетические ресурсы, исследования экономической эффективности ТНС проводились для современного уровня

стоимости энергоносителей и прогнозируемого повышения их стоимости в ближайшее время. Диапазон изменения цен на энергоносители, для которых проводились исследования, показан в табл. 1.

Таблица 1. Изменение стоимости топливно-энергетических ресурсов

Значение стоимости энергоносителей (по состоянию на 01.03.11) [8]	Повышение стоимости энергоносителей					
	на 10%	на 20%	на 30%	на 40%	на 50%	
Цена электроэнергии, \$/(МВт·ч)	93,75	103,13	112,5	121,88	131,25	140,63
Цена электроэнергии, грн./кВт·ч	0,75	0,83	0,9	0,98	1,05	1,13
Цена природного газа, грн./тыс. м ³	2688	2956,8	3225,6	3494,4	3763,2	4032
Цена природного газа, \$/тыс. м ³	336	369,6	403,2	436,8	470,4	504

Поскольку экономическая эффективность ТНС с электродвижением в значительной степени зависит от стоимости газа и электроэнергии, нами проводилось исследование в случаях: 1) повышения стоимости природного газа; 2) повышения стоимости электроэнергии; 3) одновременного повышения стоимости природного газа и электроэнергии.

Результаты проведенных исследований экономической эффективности ТНС с электродвижением в случае повышения стоимости электроэнергии для различных источников низкотемпературной теплоты показаны на рис. 1 – 2. Стоимость природного газа примем такой, как на современном уровне – 336 \$/тыс. м³.

Как видно на рис. 1 – 2, при современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости электроэнергии на 10 – 50%, экономически эффективны ТНС с использованием теплоты шахтных и термальных вод, водохранилища, канализационных сточных вод и ВЭР металлургических комбинатов. Экономическая эффективность ТНС с электродвижением (рис. 1) при повышении стоимости электроэнергии уменьшается для указанных источников теплоты, что связано с увеличением расходов на электроэнергию для привода компрессора. Такие источники теплоты, как: морская вода, воздух, река и грунтовые воды для ТНС с электродвижением неприемлемы, поскольку работа таких станций будет убыточной (на рис. 1 – 2 не показаны). При условии повышения стоимости электроэнергии свыше 20%, нерентабельными становятся варианты ТНС с использованием теплоты водохранилища и ВЭР металлургических комбинатов. Простая окупаемость вариантов ТНС с электродвижением (рис. 2) значительно возрастает с увеличением стоимости электроэнергии, что приводит к снижению инвестиционной «привлекательности» этих вариантов.

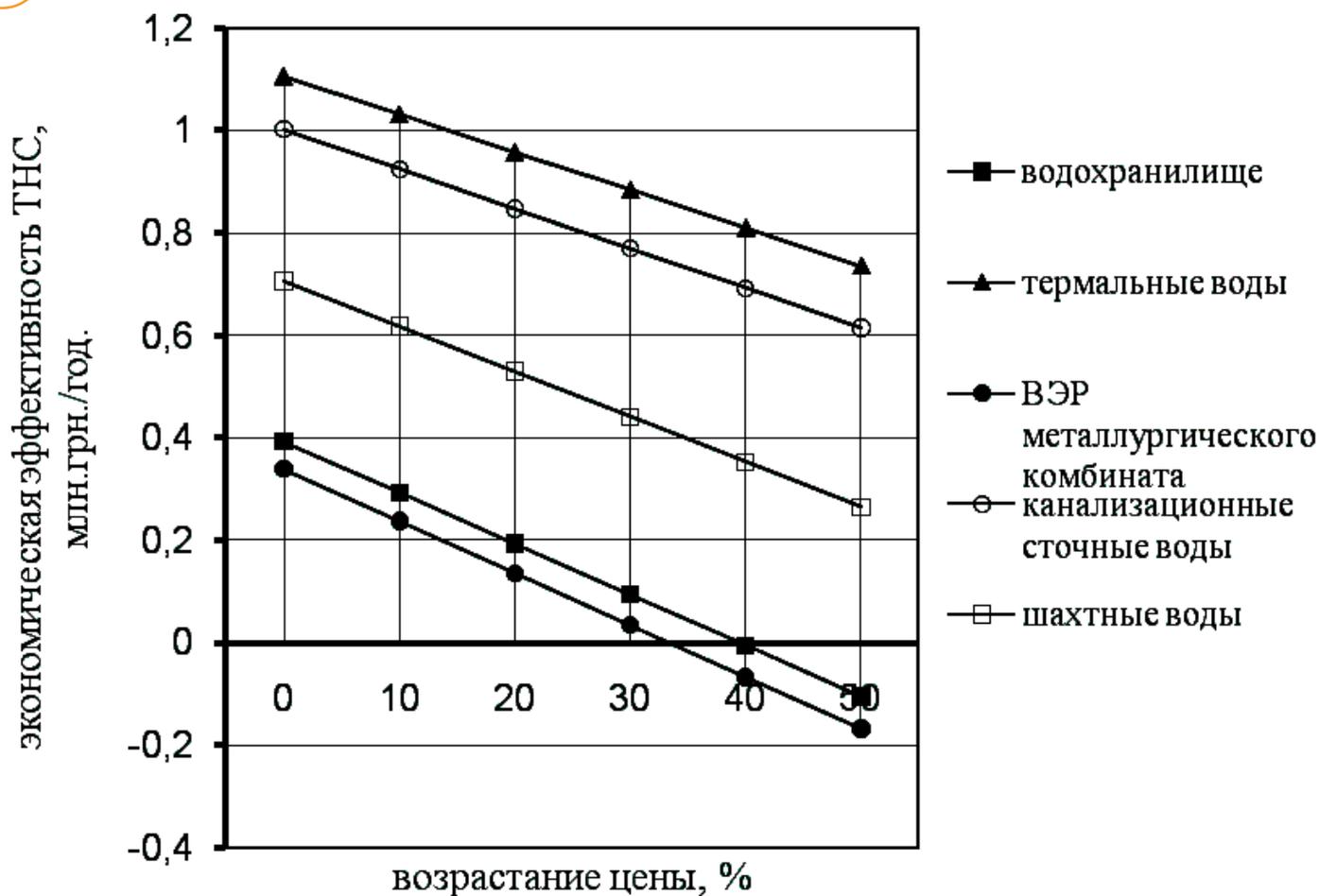


Рис. 1. Значения экономической эффективности ТНС с электроприводом в случае повышения стоимости электроэнергии для различных источников теплоты

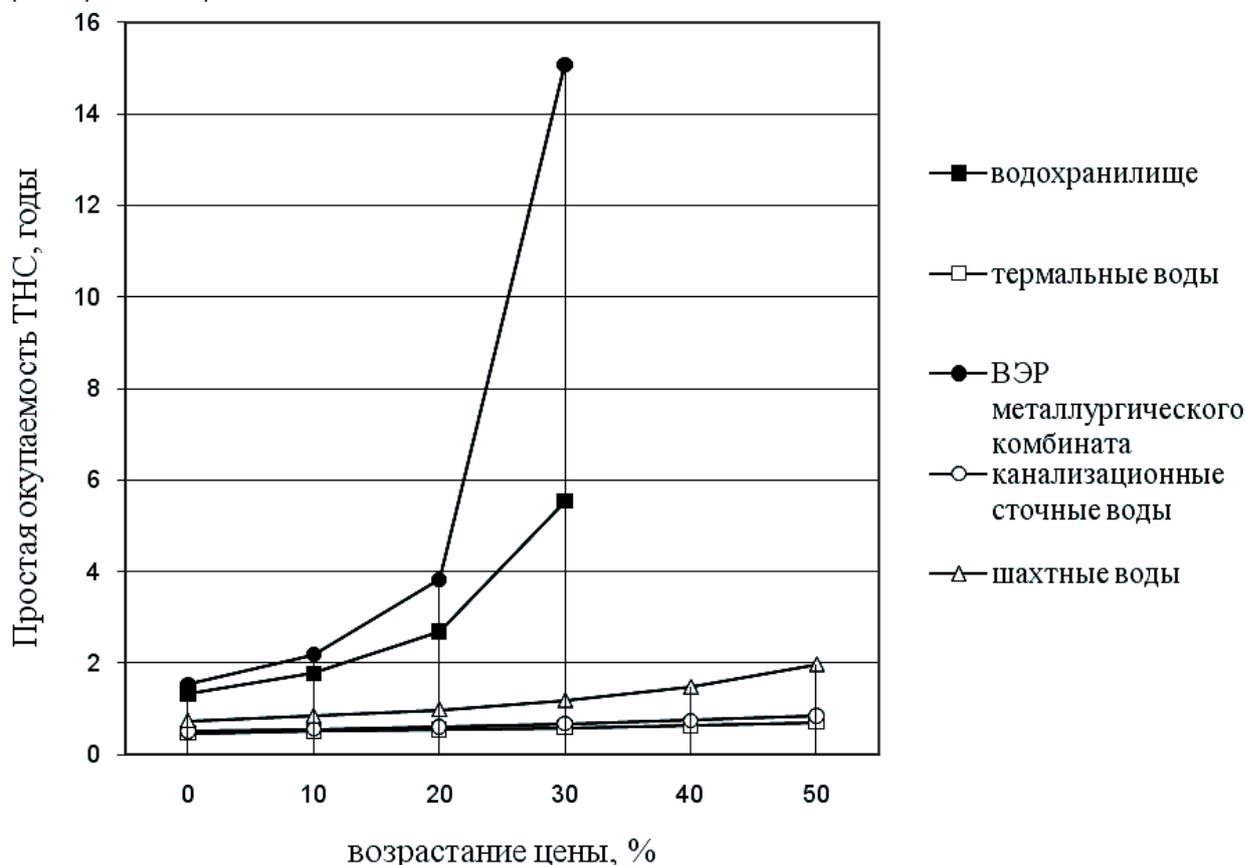


Рис. 2. Значения простой окупаемости ТНС с электроприводом в случае повышения стоимости электроэнергии для различных источников теплоты

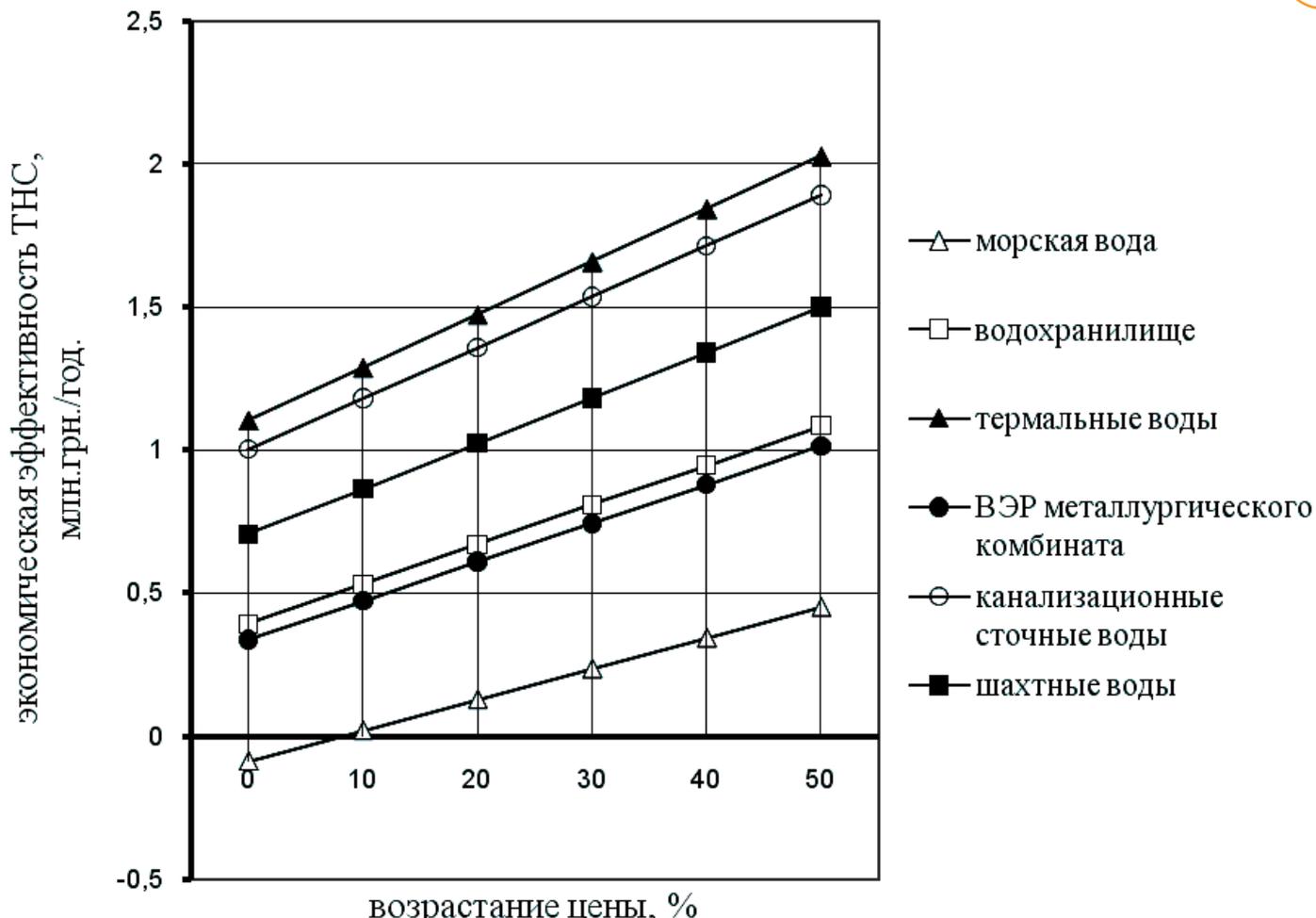


Рис. 3. Значения экономической эффективности ТНС с электроприводом в случае повышения стоимости природного газа для различных источников теплоты

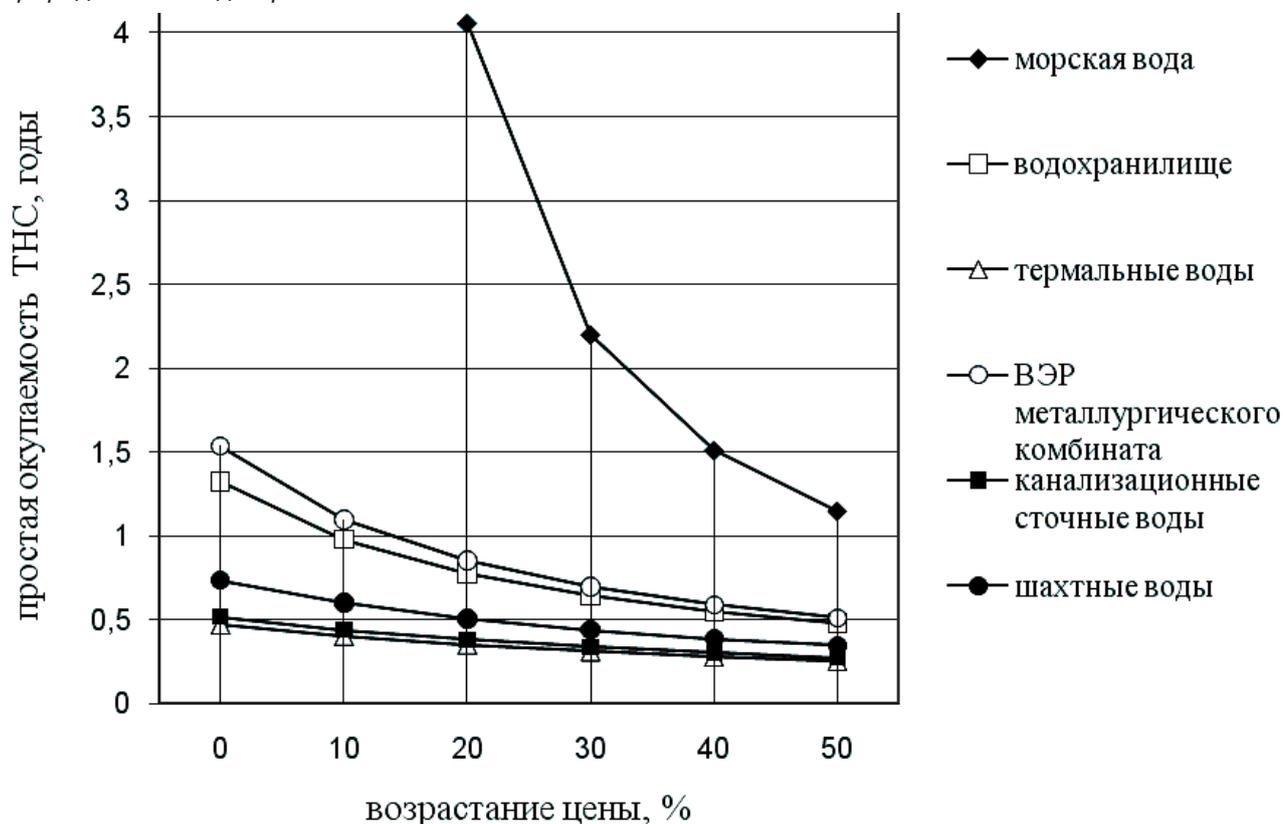


Рис. 4. Значения простой окупаемости ТНС с электроприводом в случае повышения стоимости природного газа для различных источников теплоты

Результаты исследований эффективности ТНС с электроприводом в случае повышения стоимости природного газа для различных источников низкотемпературной теплоты показаны на рис. 3 – 4. Стоимость электроэнергии в этом случае примем такой, как на современном уровне – 0,75 грн./кВт·ч. Как видно на рис. 3, при современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости природного газа на 10 – 50%, экономически эффективными являются ТНС с использованием теплоты шахтных и термальных вод, водохранилищ, канализационных сточных вод, ВЭР металлургических комбинатов и морской воды. Экономическая эффективность ТНС с электроприводом, в случае повышения стоимости природного газа, увеличивается для указанных источников теплоты, что связано со значительным уменьшением затрат на топливо за счет экономии природного газа. В этом варианте ТНС с использованием теплоты воздуха, речных и грунтовых вод являются убыточными.

Как видно на рис. 4, при условии повышения стоимости природного газа свыше 20%, рентабельным становится вариант ТНС с использованием теплоты морской воды. Простая окупаемость вариантов ТНС с электроприводом (рис. 4) уменьшается почти вдвое, при повышении стоимости топлива до 50%, что делает эти варианты инвестиционно выгодными. Результаты исследований эффективности ТНС с электроприводом в случае одновременного повышения стоимости природного газа и электроэнергии для различных источников низкотемпературной теплоты показаны на рис. 5 – 6.

Как видно на рис. 5, при современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости электроэнергии и природного газа на 10 – 50%, экономически эффективны ТНС с использованием теплоты шахтных и термальных вод, водохранилища, канализационных сточных вод и ВЭР металлургических комбинатов. Экономическая эффективность ТНС с электроприводом, в случае увеличения стоимости энергоносителей, повышается для указанных источников теплоты, что связано со значительным уменьшением затрат на топливо за счет экономии природного газа. В этом случае также увеличиваются и затраты на электроэнергию, однако они влияют на экономическую эффективность ТНС в меньшей степени. Как и в предыдущих случаях, ряд вариантов ТНС являются убыточными. Это такие варианты, как ТНС с использованием теплоты реки, воздуха, грунтовых и морских вод. Как видно на рис. 6, при условии повышения стоимости энергоносителей до 50%, простая окупаемость вариантов ТНС с электроприводом уменьшается почти в полтора раза, что положительно влияет на инвестиционные показатели этих вариантов ТНС. Как уже отмечалось, экономическая эффективность ТНС с приводом от газопоршневого двигателя не зависит от стоимости электроэнергии, однако в значительной степени зависит от стоимости газа. Таким образом, нами проводилось исследование для случаев прогнозируемого повышения стоимости природного газа от 10 до 50%. Результаты исследований эффективности ТНС с приводом от газопоршневого двигателя в случае повышения стоимости природного газа для различных источников низкотемпературной теплоты показаны на рис. 7 – 8. Стоимость электроэнер-

гии в этом случае примем такой, как на современном уровне – 0,75 грн./кВт·ч. Как видно на рис. 7, при современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости природного газа на 10 – 50 %, экономически эффективными являются все исследуемые варианты ТНС с приводом от газопоршневого двигателя. Экономическая эффективность ТНС с приводом от газопоршневого двигателя при повышении стоимости газа увеличивается почти в полтора раза для всех источников теплоты, что связано со значительным уменьшением расходов на топливо за счет экономии природного газа. Как видно на рис. 8, при условии повышения стоимости природного газа от 10 до 50 %, рентабельными являются все исследуемые варианты ТНС с приводом от газопоршневого двигателя. Простая окупаемость вариантов ТНС с приводом от газопоршневого двигателя (рис. 8) уменьшается почти в полтора раза, при повышении стоимости топлива до 50 %, что улучшает экономические показатели этих вариантов ТНС.

Выводы

Проведена оценка экономической эффективности ТНС мощностью 1 МВт для систем теплоснабжения с учетом комплексного влияния источников низкотемпературной теплоты, вида привода компрессора ТНУ и цен на энергоносители. При современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости природного газа на 10 – 50 %, экономически эффективны все исследуемые варианты ТНС с приводом от газопоршневого двигателя. В этом случае простая окупаемость вариантов ТНС уменьшается почти в полтора раза.

Для ТНС с электроприводом:

- при современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости электроэнергии на 10 – 50 %, экономически эффективны варианты использования теплоты шахтных и термальных вод, водохранилища, канализационных сточных вод и ВЭР металлургических комбинатов. При условии повышения стоимости электроэнергии свыше 20%, нерентабельными становятся варианты ТНС с использованием теплоты водохранилища и ВЭР металлургических комбинатов;
- при современном уровне цен на энергоносители и прогнозируемом повышении стоимости природного газа на 10 – 50 %, экономически эффективны варианты использования теплоты шахтных и термальных вод, водохранилища, канализационных сточных вод, ВЭР металлургических комбинатов и морской воды. Простая окупаемость вариантов ТНС в этом случае уменьшается почти вдвое;
- при современном уровне цен на энергоносители и в случае одновременного повышения стоимости электроэнергии и природного газа на 10 – 50 %, экономически эффективны варианты использования теплоты шахтных и термальных вод, водохранилища, канализационных сточных вод и ВЭР металлургических комбинатов. В этом случае простая окупаемость вариантов ТНС уменьшается почти в полтора раза.

Предложенные рекомендации могут быть использованы для прогнозирования условий эффективной интеграции ТНС в системы теплоснабжения.

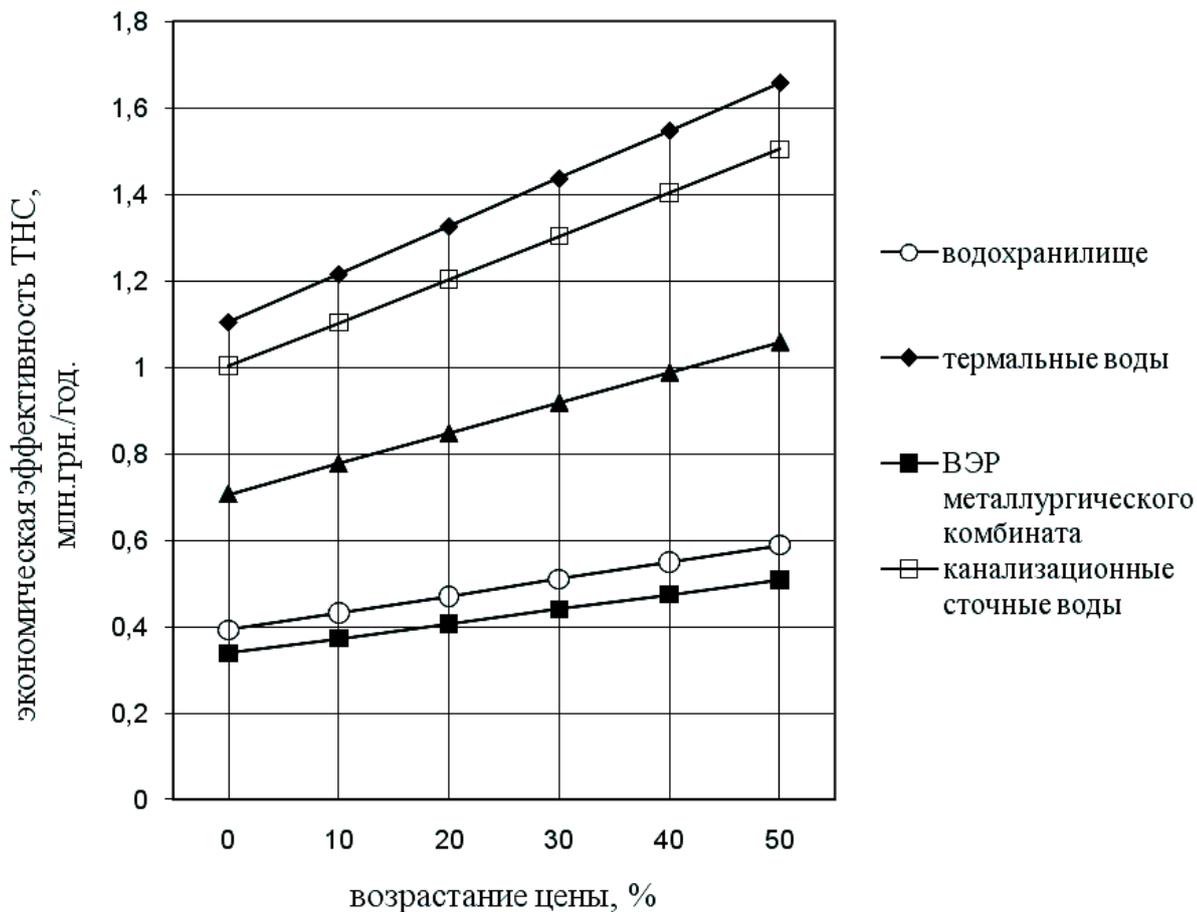


Рис. 5. Значения экономической эффективности ТНС с электроприводом в случае одновременного повышения стоимости природного газа и электроэнергии для различных источников теплоты

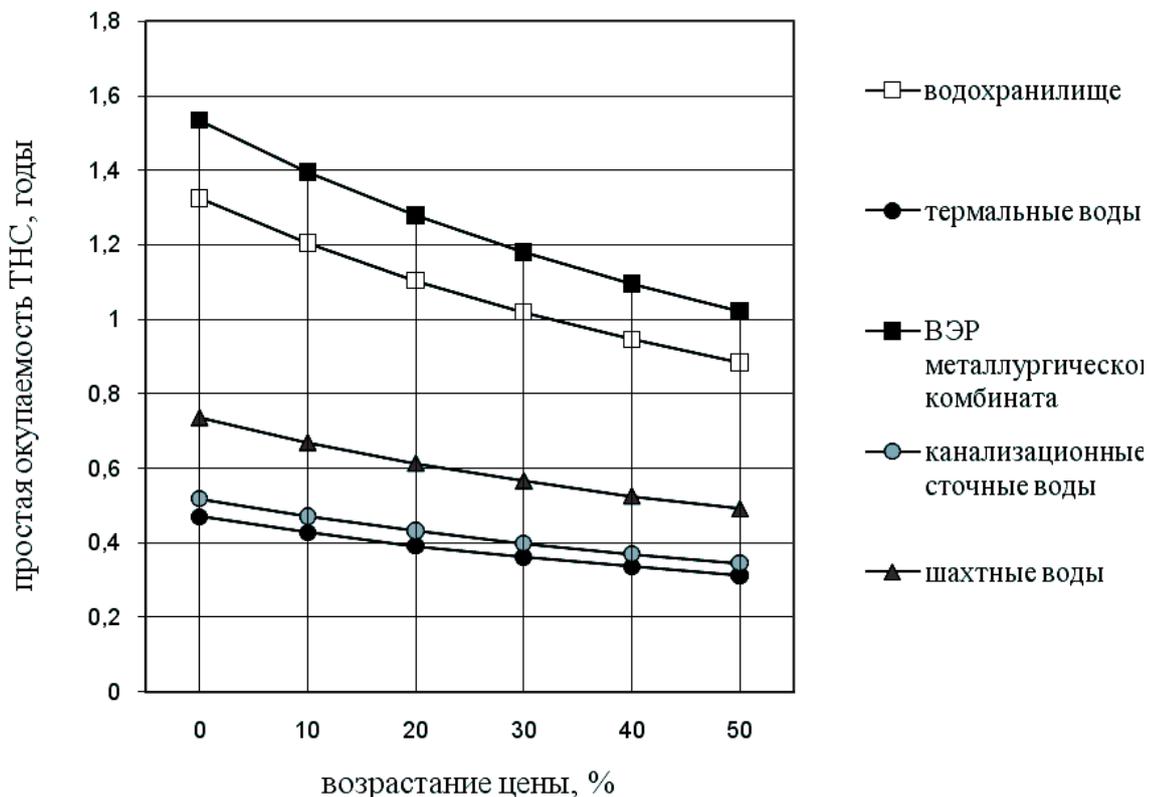


Рис. 6. Значения простой окупаемости ТНС с электроприводом в случае одновременного повышения стоимости природного газа и электроэнергии для различных источников теплоты

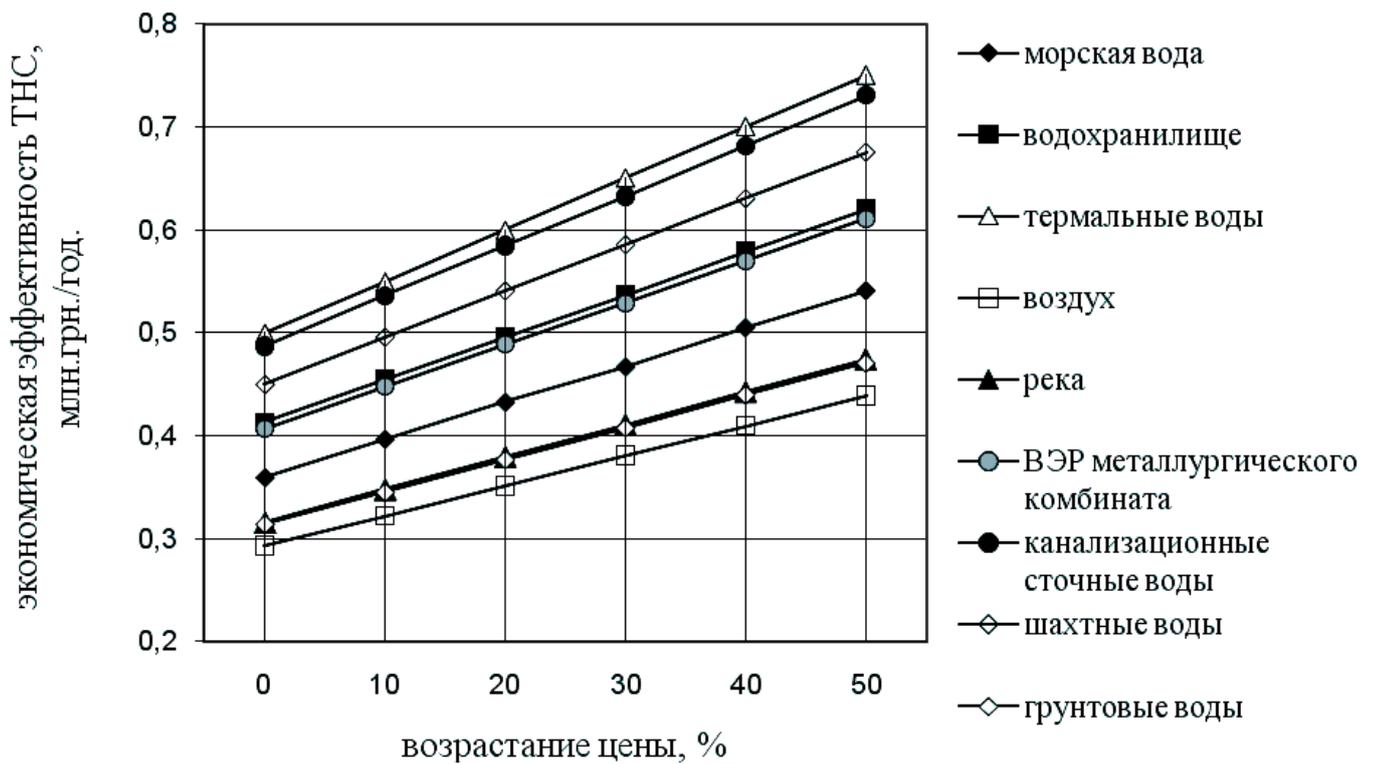


Рис. 7. Значения экономической эффективности ТНС с приводом от газопоршневого двигателя в случае повышения стоимости природного газа для различных источников теплоты

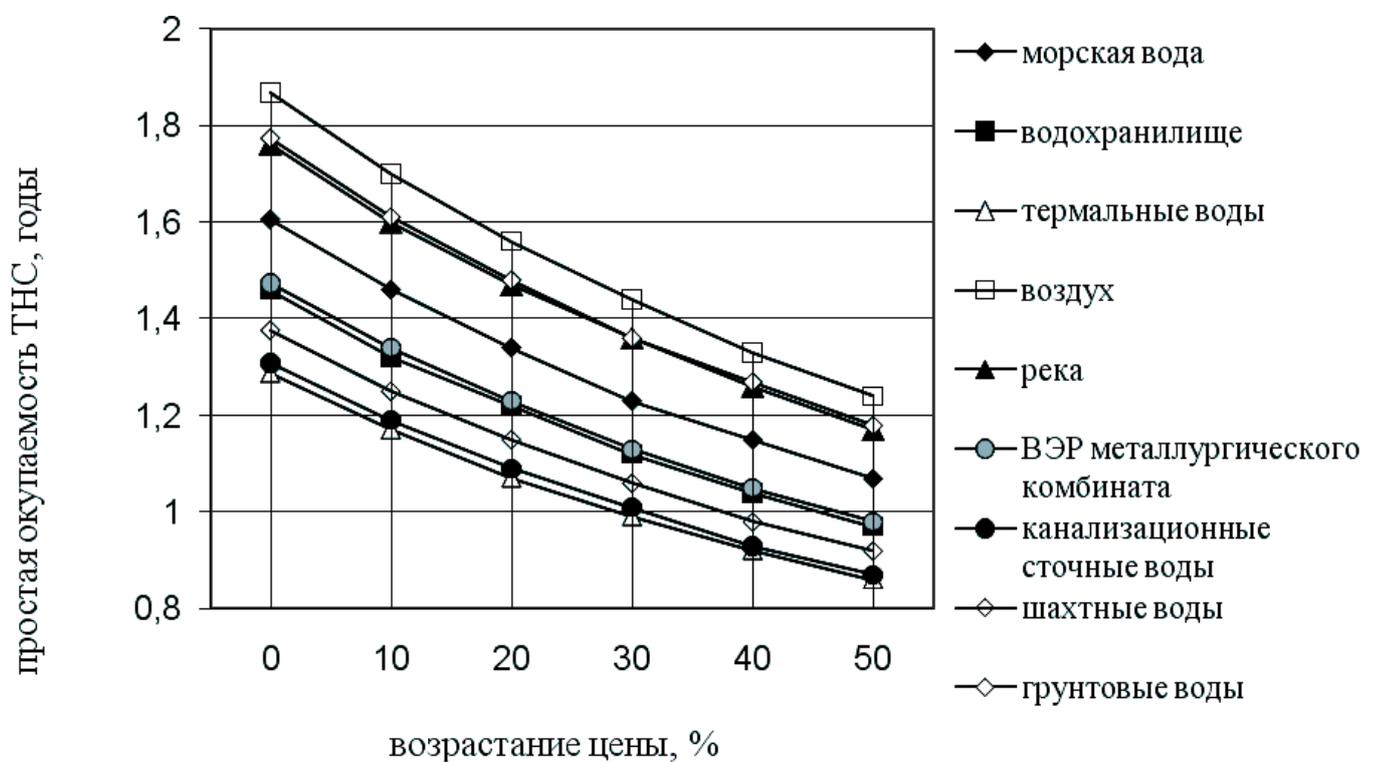


Рис. 8. Значения простой окупаемости ТНС с приводом от газопоршневого двигателя в случае повышения стоимости природного газа для различных источников низкотемпературной теплоты

Новое теплоснабжение в 21 веке

Оптимизированные схемы и стратегии теплоснабжения городов:

- г. Алушта, АР Крым
- г. Бахчисарай, АР Крым
- г. Джанкой, АР Крым
- г. Запорожье
- пгт Красногвардейское, АР Крым
- г. Красноперекопск, АР Крым
- г. Кременчуг, Полтавская область
- пгт Октябрьское, АР Крым
- г. Попасная, Луганская область
- г. Раздельная, Одесская область
- пгт Раздольное, АР Крым
- г. Саки, АР Крым
- г. Симферополь
- г. Судак, АР Крым
- г. Токмак, Запорожская область
- г. Феодосия, АР Крым
- пгт Черноморское, АР Крым



Энергосервисная компания
«Экологические Системы»

www.ecosys.com.ua

Тепловые насосы в Голландии

Развитие теплонасосных технологий в Голландии сталкивается с рядом факторов препятствующих их более широкому распространению. Тем не менее рынок страны развивается довольно быстрыми темпами, а его перспективы признаются еще более многообещающими.

Тепловые насосы в Голландии - обзор

Как и во многих других странах реализация тепловых насосов в Голландии больше похожа на спорт для предприимчивых людей. Кажется, что энергия вложенная в это дело многими в течении последних десятилетий в конце концов приобретет смысл. Мы наблюдаем увеличение количества установленных тепловых насосов, открытие новых рынков, запуск новых продуктов и разработок новых концепций, одновременно с увеличением числа энтузиастов и вовлеченных людей. Однако в 2010 году тепловых насосов было установлено чуть меньше по сравнению с 2009 годом, но это уменьшение не такое значительное на фоне экономического кризиса и фактического прекращения поддержки со стороны Голландского правительства.

Ситуация

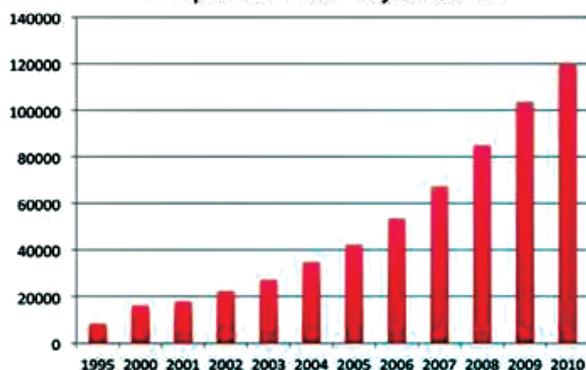
В Голландии тепловые насосы испытывают жесткую конкуренцию со стороны газовых котлов. Современные конденционные многофункциональные котлы способны вырабатывать тепло для отопления и горячего водоснабжения с высокой эффективностью и гарантируют комфорт при всем широком спектре требований пользователей. К

тому же полный переход от газа к электричеству (что необходимо для электрических тепловых насосов) требует перехода на более дорогой энергоноситель, таким образом граничные условия для тепловых насосов в особенности с электрическим приводом не особо благоприятны.

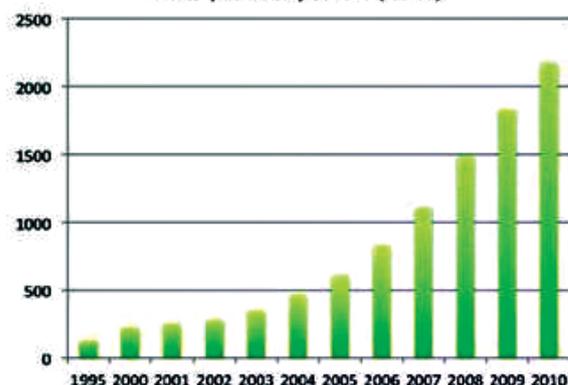
Один из возможных путей решения, который может быть найден, это придать особое значение тому факту, что тепловые насосы намного больше чем просто отопительное оборудование: они также могут быть использованы и для охлаждения. В особенности интерес вызывает естественное охлаждение, обеспечиваемое грунтовыми тепловыми насосами. Эта категория пользуется наибольшим предпочтением в новых зданиях. Другим стимулом может выступать снижение стоимости инвестиций, что является сильным преимуществом тепловых насосов, использующих в качестве источника тепла наружный воздух или воздух из вытяжных систем вентиляции. Последние все чаще и чаще находят применение в реконструированных проектах.

Другой привлекательной стороной является тот факт, что недостатки низкотемпературной системы отопления все чаще выступают как преимущества: отказ от радиаторов, которые необходимо прочищать, и высокое качество микроклимата помещения, обеспечиваемого при отоплении теплыми полами. Хотя даже в системах с конденционными котлами использование теплых полов уже становится стандартным.

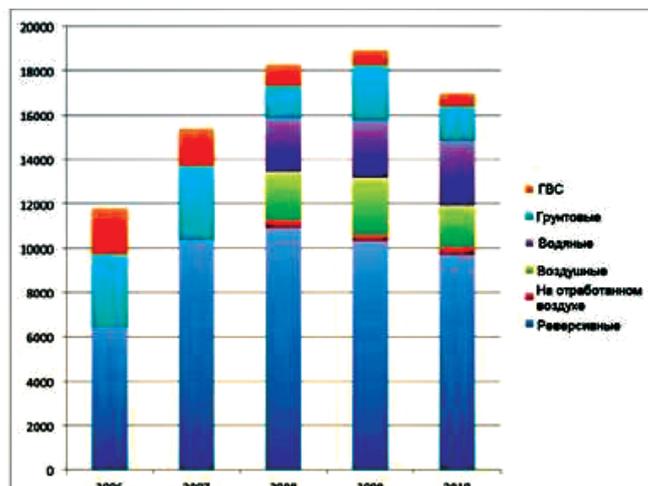
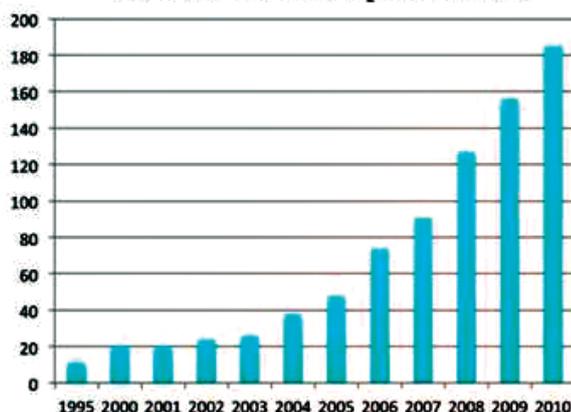
Общее количество установок



Общая мощность (МВт)



Снижение выбросов CO₂(килотонн/год)



Количество установок

К концу 2010 года в Нидерландах действовало около 120000 тепловых насосов в бытовом и коммунальном секторе. 2010 год показал неожиданное изменение в тенденции ежегодного роста количества установленных тепловых насосов. Было установлено 16970 тепловых насосов – это меньше чем 18918 в 2009 году. Диаграммы 1-3 показывают общее количество установок, общую мощность и общее снижение выбросов CO₂. На диаграмме 4 показано распределение количества и типов тепловых насосов установленных в период с 2006 по 2010 годы. Необходимо отметить, что в 2006 и 2007 годах различные типы тепловых насосов для отопления не разбивались по группам: грунтовые, водяные, воздушные тепловые насосы, а также аппараты на отработанном воздухе, все были собраны в категории грунтовых тепловых насосов. Реверсивные тепловые насосы в основном использовались в коммерческих зданиях, в то время как модели тепловых насосов для отопления и горячего водоснабжения в основном устанавливались в жилых зданиях.

Европейские и другие нормативы

В соответствии с EPBD в Голландии разработаны новый стандарт для расчета энергоэффективности зданий. NEN 7120 устанавливает порядок определения и расчета энергоэффективности как существующих так и новых жилых и коммерческих зданий, выражая результат в коэффициенте энергоэффективности (EPC – Coefficient of Energy Performance).

Голландские нормы EPC определяют максимально допустимое нормализованное использование энергии зданиями, включая строительные и изоляционные материалы, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение и освещение. Методика расчета стандартизирована и министерство постепенно уменьшало EPC для жилых зданий от 1,0 в 2000 году до 0,8 в 2006 году и до 0,6 в 2011. Для коммерческих зданий определение максимума используемой энергии более затруднено. Нормы различаются между различными функциями зданий, например, офисами, отелями, образовательными центрами и т.п. В 2009 году EPC для коммерческих зданий было сжато от 1,5 до 1,1 для офисов, и от 1,4 до 1,3 для школ (и т.п.) Тепловые насосы легко могут использоваться для достижения требуемого EPC.

В 2011 году Голландская ассоциация тепловых насосов приняла решение присоединиться к Программе качества тепловых насосов Европейской ассоциации тепловых насосов (ENHPA – European Heat Pumps Association). Ожидается, что эта программа будет действующей уже в ходе 2012 года.

2012 также станет годом вступления в силу и программы сертификации для монтажников, как то требуется в директиве RES. В обоих случаях мы рады сотрудничеству с нашими коллегами из Бельгийской программы тепловых насосов, которые присоединились к системе годом ранее.

Тенденции рынка

До сегодняшнего дня большинство тепловых

насосов были установлены во вновь построенных зданиях. Однако доля новых построек одно-двух семейных домов на данный момент эквивалентна только 0,6% существующего жилищного фонда в 7,2 миллиона построек (43200 новых домов было построено в 2010 году). Если мы хотим достичь целей Европейской программы 20/20/20, существующий жилищный фонд должен рассматриваться как очень важный рынок для тепловых насосов. Для реконструируемых зданий гибридные воздушные тепловые насосы с использованием отработанного воздуха выглядят многообещающими. Этот источник тепла делает их очень рентабельными. В большинстве случаев тепловой насос может быть подключен к существующей системе центральной вентиляции здания. Гибридные схемы относятся к бивалентным системам с газовым поддерживающим котлом (при пиковой нагрузке). Электропотребление тепловых насосов мало и они обеспечивают отопление в основном режиме, таким образом в большинстве случаев они могут быть запитаны от существующей электрической системы.

Не удивительно, что (газовое) комбинированное производство тепловой и электрической энергии, (когенерация) все еще наиболее предпочтительная технология в Нидерландах. Их комбинация с электрическими тепловыми насосами обещает многое, особенно в местах где тепловая нагрузка в паре с местным производством электричества может облегчить работу электрической энергетической системы в целом.

Газоприводные тепловые насосы приобретают все большее значение в Нидерландах. В особенности газоприводные абсорбционные тепловые насосы, которые как и газовые котлы используются для реконструкции объектов коммунального сектора (и в жилищном секторе для отопления групп зданий), но в которых системы газовых котлов все чаще частично заменяются абсорбционными тепловыми насосами.

На фотографии показан каскад из шести газоприводных абсорбционных тепловых насосов обогревающих центр помощи населению. Система также включает в себя газовые котлы, используемые для доводки в часы пиковых нагрузок.





На рисунке ниже показана схематичная диаграмма очень популярной системы для вновь построенных домов: индивидуальные тепловые насосы подключены к вертикальным грунтовым теплообменникам, которые обеспечивают естественное охлаждение в летний период.



На фотографии внизу показана наружная часть теплового насоса воздух-вода установленного в существующем здании (в данном случае ферма была переделана в жилой дом).

Организации

В Нидерландах большинство производителей и поставщиков отечественных тепловых насосов являются членами Голландской ассоциации тепловых насосов (DHPA – Dutch Heat Pump Association). Поставщики реверсивных систем собрались под эгидой VERAC. Фонд умного охлаждения (Smart Cooling Foundation) является филиалом организации для поставщиков и производителей газопроводных тепловых насосов. Объединение в сеть и совмещение функций между ними доказывает их достаточно хорошее взаимодействие.

В настоящее время DHPA работает над программой «500000 тепловых насосов». Целью программы является установка указанного количества тепловых насосов к 2020 году с акцентом на рынке существующих жилых домов.

Источник: <http://geowatt.kz/>

Мир энергосбережения

Портал информационных проектов по энергосбережению энергосервисной компании «Экологические Системы»
www.esco.co.ua

Энергосервисная компания
«Экологические Системы»

www.ecosys.com.ua



Передовые климатические технологии: ваш друг тепловой насос General

В России, в целом, мало знают о таком приборе, как тепловой насос. Между тем, с его помощью можно обогреть дом зимой и охладить летом. Поможет тепловой насос и в деле организации горячего водоснабжения. По сути, тепловой насос, в зависимости от модели и конфигурации системы, это три прибора в одном! ZOOM.CNews решил выяснить подробности о тепловых насосах и предложить их вашему вниманию. Итак, знакомимся с тепловыми насосами.

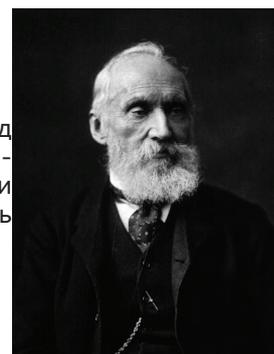
Тепловой насос — отличный вариант для круглогодичного использования, например, в загородном доме. Зимой он согреет жилище, летом — охладит. Не останутся владельцы теплового насоса и без горячей воды. Важнейшие подробности о работе этих приборов, рассказ о представленных в России японских тепловых насосах General (один из ведущих мировых производителей климатического оборудования) — всё это в нашем материале, за помощь в подготовке которого ZOOM.CNews благодарит группу компаний «АЯК» («Ассоциация Японские Кондиционеры»).

Тепловой насос — это...

Это универсальный прибор, сочетающий в себе отопительный котел, источник горячего водоснабжения и кондиционер. Основное его отличие от всех остальных источников тепла заключается в исключительной возможности использовать возобновляемую низкотемпературную энергию окружающей среды на нужды отопления и нагрева воды. Название «тепловой насос» возникло из-за того, что прибор позволяет как бы «перекачивать» тепло из низкотемпературного источника в высокотемпературный. Отметим, что производя тепло, тепловой насос получает из источников в окружающей среде до 80% энергии. Получается, что энергии из «из розетки» нужно лишь около 20% — чтобы работал компрессор. Всё остальное — бесплатно. Далее мы расскажем и о других преимуществах теплового насоса. Но стоит понимать, что энергоэффективность — одно из неоспоримых.

История...

Всё в позапрошлом веке придумал Уильям Томсон, лорд Кельвин — великий британский физик. Придумал, основываясь на принципе Карно (для производства работы в тепловой машине необходима разность температур, необходимы два источника теплоты с различными температурами), и назвал «умножителем тепла». Предложенная им в 1852 году система показывала, как холодильную машину эффективно использовать для отопления. Учёный заявлял о том, что ограниченность энергоресурсов не позволит непрерывно сжигать топливо в отопительных печах. А вот «умножитель тепла» экономичен. Томсон в своём тепловом насосе использовал в качестве рабочего тела воздух. Последний засасывался в цилиндр, где расширялся. Ввиду этого происходило его (воздуха) охлаждение. Далее воздух поступал в теплообменник, где нагревался воздухом наружным. После сжатия до атмосферного давления воздух из цилиндра поступал в обогреваемое помещение нагретым до температуры выше окружающей. Уильям Томсон заявил, что предложенная им система способна давать тепло при использовании только 3% энергии, затрачиваемой на отопление.



Уильям Томсон, лорд Кельвин. 1824-1907 гг. Среди многих его открытий и изобретений и «умножитель тепла» - тепловой насос.

Как это часто бывает, разработка лорда Кельвина, не смотря на доказанную эффективность, долго лежала на полке. Нет, конечно некоторые опыты по использованию, испытания, проводились, но довольно бессистемно. Только в 20-30-х годах XX века в Англии была создана первая демонстрационная установка для отопления и горячего водоснабжения здания с использованием тепла окружающего воздуха. Затем несколько демонстрационных установок создали в США. В континентальной Европе первый крупный тепловой насос был запущен в Цюрихе, перед началом Второй мировой войны (1938-39 годы). Конструкция насоса предусматривала компрессор, использование хладагента, а также речной воды в качестве первоначального источника тепла. Насосом этим, мощностью 175 кВт, отапливали городскую ратушу (мэрию) водой, температура которой достигала 60° С. Была предусмотрена система аккумуляции тепла с электронагревателем для покрытия пиковой нагрузки. Летом установка работала на охлаждение. С 1939 по 1945 годы, не смотря на войну в Европе, было создано ещё 9 подобных установок, чтобы сократить потребление угля. Часть этих насосов успешно проработали более 30 лет.

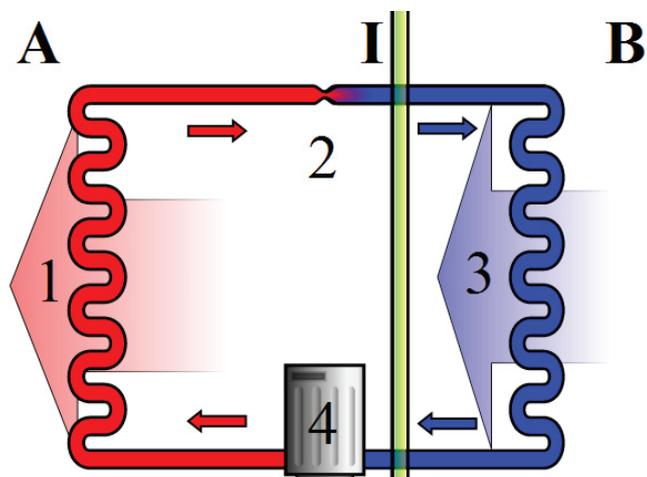


Схема простого компрессионного теплового насоса:

1 - конденсатор, 2 - дроссель,
3 - испаритель, 4 - компрессор

...и современность

Далее в Европе, США и Японии развитию подобных технологий, усовершенствованию тепловых насосов, их внедрению в жизнь, уже ничего не мешало. Ныне тепловые насосы также широко используются в Китае, что логично, принимая во внимание растущую экономику этой страны (сейчас КНР — вторая экономика мира). Однако изначально, на первом этапе внедрения их в массовое производство, тепловые насосы применялись, в основном, в кондиционерах воздуха — для охлаждения. Постепенно пришло понимание того, что тепловой насос — эффективный и экономичный способ не только кондиционирования помещения, но и его обогрева (в том числе при помощи тёплых полов), организации горячего водоснабжения, осушения ванной комнаты, реализации некоторых других функций. Первичное тепло современные тепловые насосы способны брать не только из реки. Источником первичного тепла для теплового насоса может быть:

- почва (температура почвы не подвержена резким колебаниям, на глубину около 1 м укладывается специальный коллектор);
- скважина (одна глубокая или несколько неглубоких, главное — общая расчётная глубина);
- водоём (принцип тот же, что и в случае с почвой — на дно водоёма укладывается коллектор);
- воздух (внешний блок для получения тепла из окружающего воздуха).

В итоге можно вести речь о следующих рабочих конфигурациях, доступных в современных тепловых насосах: почва-воздух, почва-вода, вода-воздух, вода-вода, воздух-воздух, воздух-вода. То есть, пользователь может иметь в своём жилище либо воздушное отопление, либо отопление водяное. Во втором случае тепловой насос ещё и обеспечивает горячее водоснабжение. И всё это при минимальных энергозатратах на работу самого насоса.



Элемент конструкции горизонтального теплонасоса источником тепла для которого может быть почва, подземные воды, водоём. Такие теплонасосы называют также геотермальными.

В наши дни системы отопления на базе тепловых насосов приходят на смену газовым и жидкотопливным бойлерам и вытесняют ископаемое топливо. К счастью, в том числе и в России, хотя и не в таких

пока объёмах, как в развитых странах Европы и Азии. Это, кстати, помимо экономии не возобновляемых природных ресурсов, ведёт к уменьшению поступления в атмосферу углекислого газа — ниже общий уровень глобального потепления.

Правительства стран Евросоюза, Японии и Китая поощряют применение тепловых насосов. В Швеции, Испании, Великобритании и Китае существует программа субсидий за установку этого оборудования. Во Франции действует налоговый кредит за энергосбережение и использование возобновляемых источников энергии. В Германии Общенациональные Нормы Потребления Энергии предъявляют строгие требования к энергоэффективности зданий, что фактически стимулирует использование низкоэнергетических систем отопления (солнечных тепловых батарей и тепловых насосов). Евросоюз также издал Директиву по Энергетическим Показателям Зданий с целью улучшения показателей энергоэффективности зданий и, как результат, геотермальные тепловые насосы составляют около 25 % всего европейского рынка устройств предназначенных для обогрева помещений. В Японии, по данным авторитетного японского издания JRAIA, быстро растут продажи водонагревателей на базе теплового насоса, использующих природный хладагент CO₂ (ECO CUTE). К 2010 году таких систем было реализовано не менее 5 миллионов. Отметим, что в первых рядах по использованию тепловых насосов и страны Скандинавии, чьи климатические условия во многом схожи с российскими. Реверсивные тепловые насосы, в основном типа воздух-воздух, применяемые для отопления помещений, являются доминирующими в Норвегии (90%) и Финляндии (81%). В общем, тепловые насосы — это во многих странах давно уже не будущее, но настоящее климатических технологий.

Типы тепловых насосов	Число проданных тепловых насосов, шт			
	2005г	2006г	2007г	2008г
Воздух-воздух	32754	73301	65210	76832
Воздух-вода	388	283	3318	3985
На вытяжном воздухе	771	521	921	673
Грунтовые	1494	2327	2492	3222
Общее количество	35407	78532	71941	84712
Доля воздушных, %	96	97	96,5	96

Таблица, показывающая динамику продаж теплонасосов различных типов в Норвегии, в середине «нулевых» годов XXI века. Данные NOVAP (Норвежской ассоциации тепловых насосов)

Российские перспективы

Хотелось бы верить, в то что со временем к этим странам присоединится и Россия, не смотря на то, что так богата ископаемым топливом. Разумеется, существуют некоторые ограничения в использовании тепловых насосов. Они, в основном, связаны с температурой окружающего воздуха. При очень низких температурах, которые обычно фиксируются на самом севере нашей страны, в приполярных, заполярных районах, эффективность теплового насоса, ввиду конструктивных особенностей и принципа действия, например, для отопления по-

мещений, не очевидна. Но всё же большая часть населения России проживает в районах с не столь суровым климатом, где тепловые насосы вполне могут эксплуатироваться и уже эксплуатируются, хоть и в заметно меньших объёмах, чем, к примеру, в странах северной Европы. Возможность эксплуатации и эффективность низкотемпературных воздушных тепловых насосов в условиях Подмосковья, например, обоснована теоретически и подтверждена на практике. Работоспособны и целесообразны тепловые насосы и в других регионах.

Город	$t_{\text{расч.}}^{\circ\text{C}}$	$t_{\text{min.}}^{\circ\text{C}}$	$\tau, \text{ч} (t < 16^{\circ\text{C}})$
Москва	-28	-42,2	7135
С.-Петербург	-26	-36	7285
Краснодар	-19		-
Новороссийск	-13	-30	-
Сочи	-3	-18	5006

Примечание. $t_{\text{расч.}}$ - минимальная наружная температура, до которой должны поддерживаться комфортные условия в помещении, отапливаемом ТН; $t_{\text{min.}}$ - абсолютный температурный минимум для данного населенного пункта; τ - суммарная длительность периодов физиологической потребности в отоплении или прощсе - продолжительность комфортного отопительного периода в течении года.

Приведённые в таблице данные свидетельствуют о том, что тепловые насосы (ТН) вполне работоспособны в различных регионах нашей страны

Без сомнения, потенциал отечественного рынка тепловых насосов очень велик. Интересно, что в 2008 году, по данным Финской Ассоциации тепловых насосов (Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU), общий оборот отрасли за два года (данные на 2007 и 2008 годы) увеличился на 30% и составил € 268 миллионов. Уровень продаж тепловых насосов всех типов, к примеру в 2008 году, достиг в Финляндии 60 тыс. штук (больше всего продано насосов типа воздух-воздух, на € 75 миллионов). И это, к слову, в стране с населением около 5 миллионов человек. Прибавьте сюда ещё Норвегию со Швецией, где также отмечен бурный рост интереса к тепловым насосам, другие страны... Перспективы распространения тепловых насосов на территории нашей страны поистине грандиозны.

Именно тепловые насосы различных конфигураций — один из вариантов обретения независимости от гнёта (звучит пафосно, но это именно так) нерадивых отечественных коммунальщиков, от их ненавязчивого сервиса и постоянно растущих цен на этот сервис. Вечные аварии на тепловых сетях посреди зимы, плохое качество предоставляемых услуг — всё это явно останется в прошлом, если начать эксплуатировать тепловой насос. К тому же, и это нам кажется весьма важным, используя тепловой насос, можно реально участвовать в деле экономии природных ресурсов, улучшения экологической обстановки в России, которая ныне, увы, оставляет желать лучшего.



Тепловой насос, помимо прочего, позволяет пользователю забыть о нерадивых отечественных коммунальщиках, обезопасить себя от частых в нашей стране «коммунальных» проблем. Эксплуатант теплового насоса - действительно сам себе хозяин

Тепловые насосы General WaterStage

General — известный во всём мире японский климатический бренд. В одной из недавних публикаций о системах кондиционирования мы рассказывали об определенных General для кондиционирования и обогрева коттеджей, загородных домов. Здесь расскажем факты о новой линейке тепловых насосов типа воздух-вода General WaterStage, представленных в России с 2011 года. Прежде всего отметим, что инверторные тепловые насосы General WaterStage помогут решить проблемы теплоснабжения и горячего водоснабжения широкого спектра объектов различного назначения: гостиниц, ресторанов и офисов, но наилучшим образом, на наш взгляд, подходят для загородных коттеджей. С помощью одной системы WaterStage вы можете получить отопление помещений, горячее водоснабжение и кондиционирование воздуха.

Ныне в линейке General WaterStage доступны три серии систем: экономичная Comfort, высокоэффективная High Power и серия Compact, являющаяся наиболее простой в монтаже (состоит из моноблока и контрольной панели). В каждой серии доступны конфигурации отличающиеся друг от друга, в основном, производительностью. Например, в серии High Power есть четыре конфигурации, производительностью в режиме обогрева от 11 до 16 кВт, ориентированные на обслуживание помещений различной площади. Значение 16 кВт — максимальное. Наименьшее значение — 5 кВт (такова максимальная мощность теплового насоса General WaterStage WSHA050D из серии Comfort). Не смотря на некоторые отличия, все три серии тепловых насосов схожи в главном: они высокоэффективны в процессе работы, весьма экономичны (энергоэффективны), имеют широкие функциональные возможности, монтаж их не сложен, стоимость относительно не высока (в корреляции с функционалом).



Линейка тепловых насосов General WaterStage состоит из трёх серий приборов. Внутри серий возможны конфигурации разной максимальной мощности (производительности) в режиме обогрева. Друг от друга серии отличаются форм-фактором (например, тепловентиляторы General WaterStage Compact - моноблоки) и минимальной температурой эксплуатации

Нижняя граница гарантированного диапазона температуры наружного воздуха при сохранении эффективности системы достигает -20°C , при этом температура горячей воды на выходе может поддерживаться на уровне 60°C , что вполне достаточно для обогрева при помощи теплых полов или современных радиаторов. Система General WaterStage может быть совмещена с бойлером, который будет включаться при недостаточной мощности системы. Такое может произойти при очень низких уличных температурах (ниже -20°C), или при отключении электричества.

Легкое управление режимами

- Выбор режима нагрева



Большой LCD дисплей

- Отображение режима работы
- Отображение ошибок/журнала ошибок

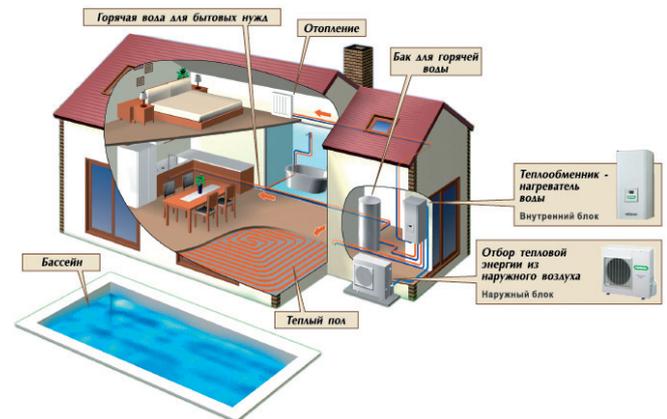
Общее управление

- Выбор и активация функций
- Настройка программируемого таймера

Модуль управления работой тепловых насосов General WaterStage. Есть большой LCD-дисплей, удобный поворотный программатор для выбора функций в меню и установок таймера, кнопки выбора режимов нагрева и активации различных дополнительных функций

Заметьте, возможности тепловых насосов General WaterStage не ограничиваются только обогревом помещения и горячим водоснабжением. Система может использоваться для подогрева воды в бассейне, а летом её логично использовать для охлаждения помещений. Высокую эффективность этих

систем подтверждает опыт эксплуатации в странах Скандинавии, Северной Европы и самой Японии. Также, перед презентацией на рынках различных стран, система была протестирована экспертами производителя. Приятно, что теперь новые технологии эффективного обогрева доступны и в России.

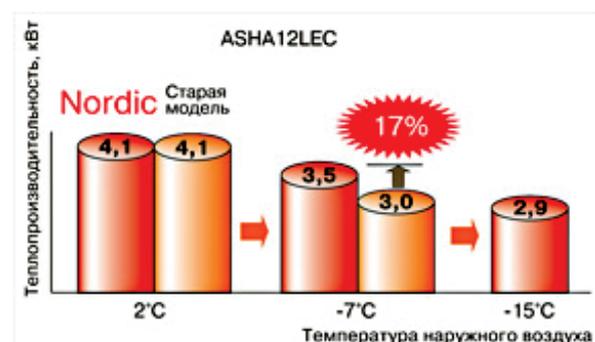
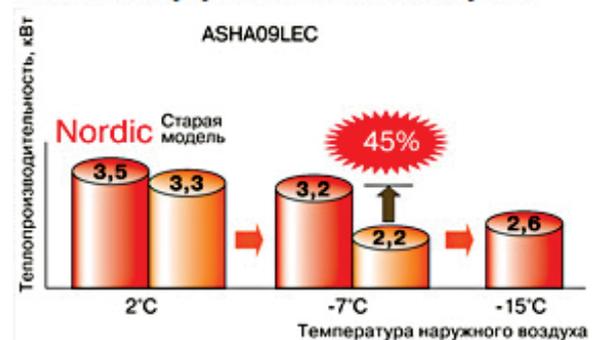


Тепловой насос General WaterStage обогреет дом, снабдит горячей водой, позволит эксплуатировать «тёплые полы», поможет нагреть воду в бассейне, летом поспособствует прохладе в доме

Сплит-система General Nordic

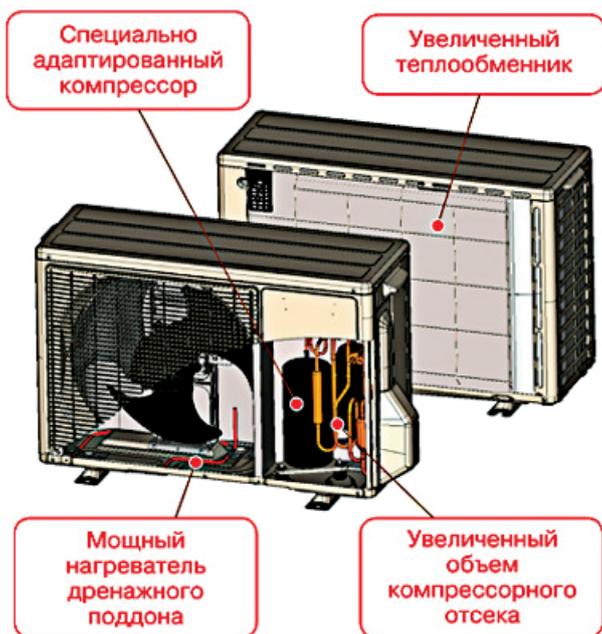
По сути, к тепловым насосам (типа воздух-воздух) можно отнести и бытовую инверторную сплит-систему General Nordic. Линейка Nordic, также доступная в РФ с 2011 года, состоит из двух конфигураций (ASHA09LEC и ASHA12LEC), которые отличаются показателями мощности (производительности) в режиме охлаждения и обогрева. Производительность ASHA09LEC — 2,5 (0,5~3,2) и 3,2 (0,5~4,5) кВт соответственно. Сплит-система ASHA12LEC мощнее: 3,4 (0,9~3,9) кВт и 4,0 (0,9~5,6) кВт. В остальном функционал и рабочие характеристики сплит-систем General Nordic схожи.

Высокоэффективный обогрев



Рост эффективности обогрева при различных температурах наружного воздуха у сплит-систем General Nordic (ASHA09LEC и ASHA12LEC), по сравнению с предыдущими поколениями подобных сплит-систем

Главное достоинство сплит-систем General Nordic — возможность работы на обогрев зимой при уличной температуре до -25°C . Данность эта позволяет большинству пользователей в России эксплуатировать General Nordic на протяжении всего отопительного сезона. Такой впечатляющей морозоустойчивостью эти сплит-системы могут похвастаться благодаря предусмотренному конструкцией встроенному нагревателю дренажного поддона наружного блока, увеличенному теплообменнику и улучшенному более мощному компрессору.



Сплит-системы General Nordic могут эффективно работать в режиме обогрева при температуре наружного воздуха до -25°C . Эта возможность достигнута благодаря усовершенствованиям в конструкции наружного блока

Явный плюс сплит-систем General Nordic — качественная современная система фильтрации воздуха. Существуют ионный дезодорирующий фильтр, с длительным ресурсом работы. Он эффективно устраняет запахи в помещении с помощью ионов, вырабатываемых тонкодисперсными частицами керамики. Есть также яблочно-катехиновый фильтр. Благодаря содержащемуся в нём полифенолу (получаемому из яблочного экстракта), этот фильтр эффективно притягивает пыль, даже самые мелкие её частицы, а также невидимые человеку споры плесени, вредные микроорганизмы — их рост и распространение тем самым блокируется. Уровень шума при работе внутренних блоков сплит-системы General Nordic — один из самых низких в своём сегменте. В тихом — ночном — режиме он не превышает 21 дБ (таков примерно уровень шума при шёпоте, который слышен с расстояния 1 м). В более интенсивных режимах шум, конечно, больше. Максимум — 43 дБ (обычный спокойный разговор двух взрослых людей с расстояния 1 м, шум в читальном зале библиотеки). Напомним, шум до 50 дБ считается не причиняющим неудобств человеку.



Внутренний и наружный блоки сплит-системы General Nordic

Другие полезные опции и функции сплит-системы General Nordic. Отметим наличие у обеих конфигураций сплит-системы режима осушения теплообменника. Во избежание образования плесени и роста бактерий внутренний блок можно высушить с помощью кнопки COIL DRY на пульте дистанционного управления (инфракрасный, входит в комплект поставки). Работа в режиме осушения теплообменника продолжается в течение 30 минут после нажатия кнопки COIL DRY и останавливается автоматически. Доступно раздельное управление разными внутренними блоками кондиционеров (до четырёх блоков) без смешивания сигналов. Может осуществляться внешнее управление. При эксплуатации сплит-системы в режиме ECONOMY настройка термостата автоматически изменяется в соответствии с температурой наружного воздуха для обеспечения наиболее экономного функционирования, а также ограничивается максимальная производительность кондиционера до 70% от его номинальной производительности. При включении режима ECONOMY во время охлаждения улучшаются показатели влагопоглощения. Данная функция особенно полезна в том случае, когда необходимо снизить уровень влажности в помещении без ощутимого понижения температуры.



Удобный и понятный инфракрасный пульт дистанционного управления работой сплит-систем General Nordic. Опционально пользователю доступен также проводной пульт управления (крепится на стене)

Прибавьте ко всему перечисленному выше ещё многофункциональный таймер, позволяющий пользователю избрать оптимальный временной режим работы сплит-системы. Жалюзи автоматически качаются в вертикальной плоскости — для равномерного распределения потока воздуха по помещению.

Есть автоматический перезапуск в случае отключения электричества — когда электричество снова есть кондиционер продолжает работу в выбранном пользователем режиме. Наличествует и важное умение — работа в автоматическом режиме. При активации этого режима сплит-система General Nordic автоматически поддерживает нужную температуру путем переключения режимов нагрева и охлаждения, отталкиваясь от показателей электронного термометра. Режим 10 °С HEAT полезен, например, для нежилых помещений — сплит-система будет поддерживать температуру на уровне 10 °С выше нуля, чтобы не допустить промерзания помещения, связанных с чрезмерным охлаждением сбоя в работе иных систем.

Во всех подробностях

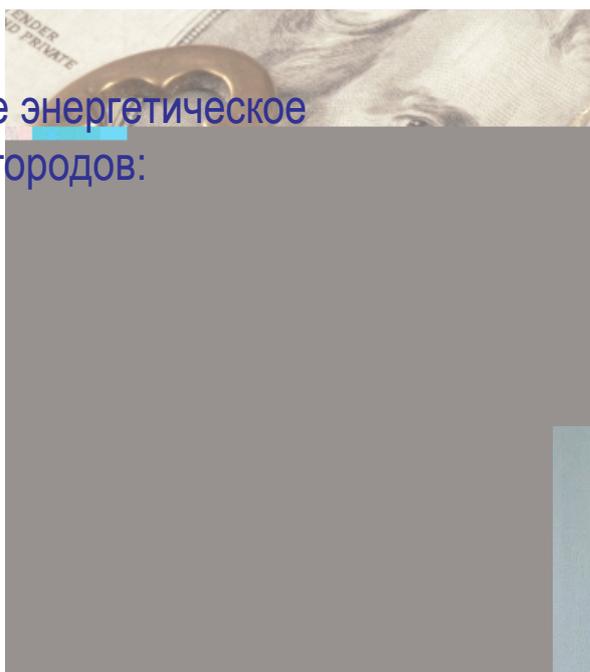
Разумеется, в этом материале мы упомянули лишь наиболее важные рабочие характеристики

японских тепловых насосов General WaterStage и сплит-систем General Nordic, способных работать в режиме обогрева даже при наружной температуре -25 °С. Более подробно о широком функционале этих климатических систем, разнообразии конфигураций, нюансах, которые следует учесть при их монтаже и эксплуатации, о ценовой политике, вам могут рассказать специалисты группы компаний «АЯК» («Ассоциация Японские Кондиционеры»), работающей на российском рынке бытового и профессионального климатического оборудования с 1996 года и являющейся официальным дистрибутором в РФ многих известных мировых производителей климатической техники, в том числе японской компании Fujitsu General LTD, выпускающей климатическую технику марки General.

Источник: <http://www.klimat48.ru/>

Муниципальное энергетическое планирование городов:

- Херсон
- Павлоград
- Краматорск
- Купянск
- Киев



Энергосервисная компания
«Экологические Системы»

www.ecosys.com.ua

Информационный бюллетень №7, 2012 г.

Содержание

Руководство монтажника. Геотермальный тепловой насос NIBE™ F1145

Справочное пособие. Стандартные холодильные машины Danfoss

Высокоэффективный тепловой насос «воздух-вода» Mitsubishi

Полный каталог Mitsubishi Heavy industries

Тепловые насосы Mitsubishi Electric в системах отопления и ГВС

Тепловые насосы Mitsubishi Electric – серия ZUBADAN

Инверторные мульти-сплит системы Toshiba

Мультизональные VRF-системы Toshiba

Бытовые и полупромышленные кондиционеры Toshiba

Настенные сплит-системы Toshiba

Высокопроизводительные тепловые насосы Ochsner

Высокотехнологические тепловые насосы Ochsner

Тепловые насосы воздух-вода Ochsner

Земельные тепловые насосы Ochsner

