

нина, что также благоприятно скажется на организации движения и комфортности проживания горожан.

Таким образом, используя передовой зарубежный и отечественный опыт, в том числе и барнаульский, мы можем увеличить рыночную стоимость объектов недвижимости в изученном районе, комфортность проживания горожан и, в конечном итоге, поднять имидж Барнаула.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабовой, П. Г. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебное пособие для вузов / Под общей ред. П. Г. Грабового, В. А. Харитоновой. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 624 с.
2. Стулова, И. А. Развитие застроенных территорий города Барнаула / И. А. Стулова, В. В. Перфильев, И. В. Харламов // Вестник Алтайской науки. – № 4. – 2014. – С. 302-307.
3. Березина, Д. Джентрификация и рост цен на недвижимость [Электронный ресурс] / Д. Березина, Ю. Кожевникова, Tranio. – Режим доступа: https://tranio.ru/traniopedia/tips/dzhentrifikaciya_i_rost

_cen_na_nedvizhimost_kak_raspoznat_perspektivny_gynok_dlya_pokupki_zhilya/ (Дата обращения: 24.10.2017).

4. Ланская, А. Вперед в будущее: места в Новосибирске, где может вырасти цена на жилье [Электронный ресурс] / А. Ланская, А. Александров. – Режим доступа: <http://www.gazeta.bn.ru/articles/2014/05/19/171413.html> (Дата обращения: 24.10.2017).

5. Перфильев, В. В. Развитие застроенных территорий Барнаула. Проблемы и пути решения / В. В. Перфильев, Е. С. Иванова // Ползуновский альманах. – № 3. – 2016. – С. 177-180.

Перфильев В.В. – к.т.н. доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: v.v.perf@mail.ru.

Авкопашвили П.Т. – студент группы 8С-61 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

Немченко И.О. – студент группы С-45 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

Иляхин А.В. – студент группы С-45 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

УДК 621.57

ТЕПЛОНАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

О. А. Пропостина, И. А. Бахтина, В. М. Иванов

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приведены основные классификации тепловых насосов, показаны основные схемы и принципы организации автономных систем отопления, вентиляции и кондиционирования с помощью тепловых насосов, обоснованы преимущества тепловых насосов и перспективы их применения для г. Барнаула. Приведены основные этапы оптимизации систем централизованного теплоснабжения.

Ключевые слова: тепловые насосы, автономные системы, система отопления, система вентиляции, системы кондиционирования, возобновляемые источники, классификация.

В настоящее время крупные и средние населённые пункты быстро разрастаются за счёт строительства коттеджных посёлков. Так в г. Барнауле за последние два десятка лет появились такие посёлки как Спутник, Авиатор, Октябрьский, Школьный, Фирсова Слобода и др. При разрастании посёлков там со временем требуется определённая инфраструктура: детские сады, школы, торговые центры и т.д. В этом случае одной из проблем становится устройство систем отопления (а в торговых центрах - вентиляции и

кондиционирования). Ввиду того, что, как правило, такие территории не имеют централизованных систем теплоснабжения, то требуется устройство автономных местных систем. Если данная территория газифицирована, то тогда возможно устроить местную газовую котельную для теплоснабжения зданий. Однако её устройство требует определённых условий: наличие территории, необходимости обеспечения безопасности обслуживания, надёжности систем вентиляции и т.п.

Выше изложенная проблема актуальна и для тех объектов, где имелись небольшие угольные котельные, а допустимый их срок службы истёк. Так для средней школы п. Лебяжье угольную котельную, которая использовалась для отопления, нельзя дальше эксплуатировать. Реконструкция для данной котельной технологически и экономически нецелесообразна.

Одним из оптимальных путей решения устройства местных автономных систем отопления, вентиляции и кондиционирования является устройство тепловых насосов. Тепловые насосы активно применяются в европейских странах, как в жилых зданиях, так и в общественных и административных комплексах. Теплонасосные установки давно доказали свою эффективность благодаря тому, что передают потребителю в 3-5 раз больше энергии, чем затрачивают сами на её производство. Кроме того, в тепловых насосах используются экологически чистые технологии практически без выбросов вредных веществ в окружающую среду. Привлекательность тепловых насосов заключается и в том, что в холодный период года они могут работать как источник теплоты для систем отопления, а в тёплый период года – как источник холода для систем кондиционирования. Также они могут быть использованы и для устройства систем вентиляции зданий.

Принцип работы теплового насоса – «холодильник наоборот». Он работает на электрической энергии и позволяет переносить тепло от более холодного тела к более горячему посредством испарения и конденсации, использовать теплоту практически всех окружающих сред: воды, воздуха, грунта. В качестве источников энергии для тепловых насосов могут быть использованы различные среды: морская и речная вода, грунт и грунтовые воды, сточные воды, обратная сетевая вода систем теплоснабжения, уходящие газы котлов и т.д. Тепловые насосы являются энергоустановками, работающими на возобновляемых источниках энергии.

Тепловые насосы малой мощности (до 100 кВт) получили широкое распространение на небольших объектах (жилые малоэтажные дома, учебные заведения и т.п.). Реализация тепловых насосов большой мощности наиболее эффективна в крупных городах, где большие тепловые и холодильные нагрузки в течение длительного периода, и где остро стоит проблема утилизации отходов, в том числе и тепловых, таких как сточные воды.

Тепловые насосы оснащаются контуром охлаждения, обеспечивая пассивное кондиционирование зданий с помощью системы отопления или же с помощью вентиляционных доводчиков. Поэтому для торговых центров, административных зданий с помощью одного устройства – теплового насоса – обеспечивается работоспособность необходимых инженерных систем: отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Тепловой насос обеспечивает качественную и экономичную вентиляцию зданий. Специальный модуль забирает тепло из вытяжного воздуха и поставляет его системе сбора тепла (теплообменник-рекуператор). Насос легко подключается и к другим источникам тепла – электрическим бойлерам, газовым котлам, солнечным коллекторам.

Результатом установки теплового насоса будет полное покрытие потребности здания в горячей воде и тепле; обеспечение пассивного кондиционирования, с одновременным выполнением функций энергосберегающего вентиляционного комплекса. Затраты электричества, в сравнении с другими обычными системами отопления/кондиционирования, уменьшатся как минимум в два раза. Тепловой насос выступает незаменимой системой отопления в условиях ограничения электропотребности или, как было отмечено выше, при необходимости организации автономных инженерных систем. Тепловые насосы могут включать в состав оборудования встроенный бойлер, производящий нагрев воды.

Тепловой насос относится к энергоустановкам, использующим возобновляемую энергию (тепло грунта, воды, воздуха, сточных вод). Для его работы не требуется органическое топливо, а, следовательно, нет выбросов продуктов сгорания в окружающую среду, отпадает необходимость защиты от шума, устройства дымоходов, систем очистки, специальных систем вентиляции.

Теплонасосные установки автоматизированы, просты в эксплуатации, оснащены комфортным дисплеем, ими можно управлять через интернет или мобильный телефон, а система автоматического управления не требует высокой квалификации или специальных знаний.

Внешне тепловые насосы имеют эргономичный дизайн, что позволяет удобно «вписать» их в любое техническое помещение и даже в более посещаемое место, например в прихожую или холл общественного или административного здания.

Тепловые насосы в зависимости от выполняемых ими функций классифицируются:

1) тепловые насосы, с помощью которых отапливается здание и (или) функционирует система горячего водоснабжения;

2) тепловые насосы, с помощью которых охлаждается здание на протяжении 12 месяцев (с дополнительной функцией отопления).

С учётом режимов функционирования тепловые насосы могут быть моновалентными и бивалентными. При работе в моновалентном режиме тепловому насосу приходится выполнять функцию единственного генератора тепла или холода. Бивалентные насосы выполняют функцию охлаждения. При этом доля тепловой нагрузки при их функционировании в зимний период может снижаться на 20-60%, а в отопительный сезон (осень-весна) – на 50-95%. Покрывание пиковой нагрузки при необходимости происходит благодаря дополнительным источникам тепловой энергии, газовым, жидкотопливным или электрическим котлам.

Здания, имеющие средние и большие размеры, лучше всего оборудовать закрытой водяной кольцевой теплонасосной системой (рисунок 1). При этом каждое обслуживаемое помещение строительного объекта будет иметь отдельный реверсивный тепловой насос. Применение данных систем наиболее эффективно в зданиях, которые имеют много помещений разной функциональности, а,

следовательно, разными требованиями к микроклимату помещений. В частности, это касается административных зданий, кооперативных домовладений, гостиниц, мотелей, торговых комплексов.

В состав кольцевой водяной теплонасосной системы (рисунок 2) входят автономные реверсивные установки класса «вода-воздух», которые объединены замкнутым гидравлическим контуром, создаваемым благодаря двум трубопроводам – прямому и обратному. Система также включает градирню и тепловой генератор.

Работа замкнутого водяного контура возможна в режиме источника тепловой энергии, предназначенного для потребления энергии системными агрегатами, находящимися в режиме устройства нагнетания тепла, а также в режиме источника холода, потребляющего тепловую энергию от агрегатов, функционирующих в режиме охлаждения. В случае равенства количества устройств, работающих для обеспечения тепла и холода, происходит самоуравновешивание системы. Тем самым, она не требует получения внешней тепловой энергии и перестает выполнять функцию переработки тепла.

Все остальные случаи предусматривают потребность системы в дополнительной тепловой энергии или выводе избыточной теплоты в окружающую среду.

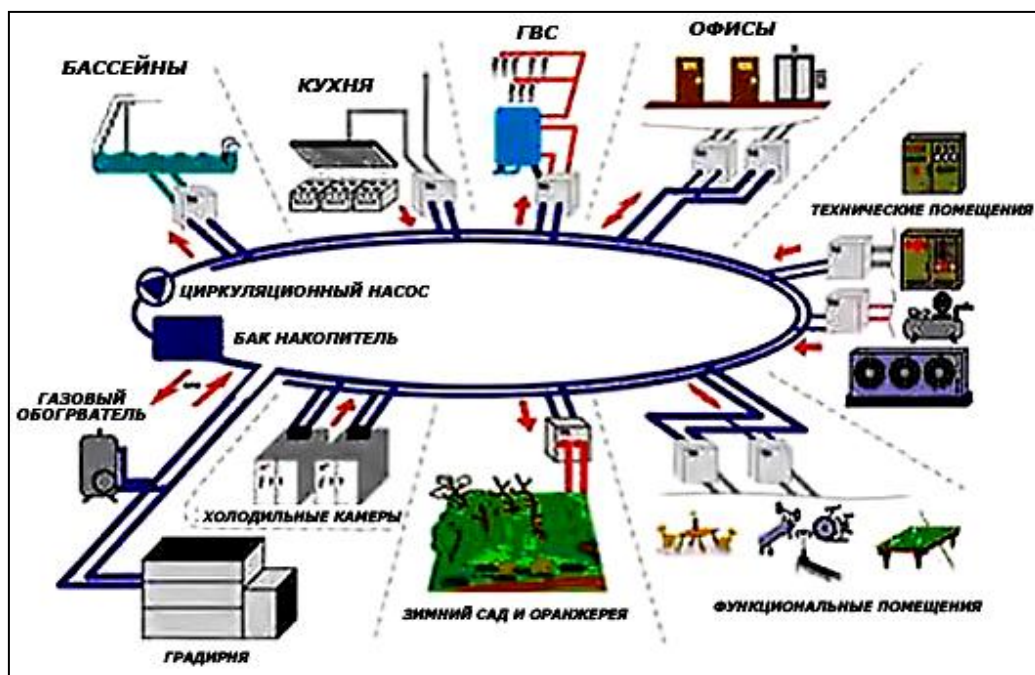


Рисунок 1 – Схема кольцевой водяной теплонасосной системы

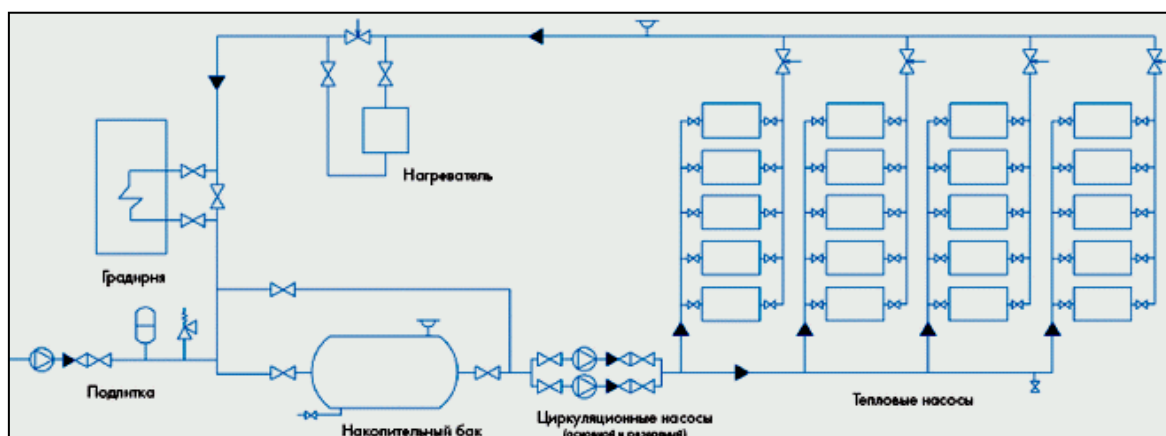


Рисунок 2 – Примерная принципиальная схема водяного контура кольцевой теплонасосной системы

Таблица 1 – Температурный диапазон, характерный для основных тепловых источников, которые применяются в системах с тепловыми насосами, работающих в режиме производства тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Температурный диапазон, °С
Наружный воздух	-10 ÷ +15
Вытяжной воздух	+15...+25
Грунтовая вода	+4...+10
Озерная вода	0...+10
Речная вода	0...+10
Морская вода	+3...+8
Грунт	0...+10

Функционирование системы в зимнее время года (в условиях падения температуры воды ниже 21°С) предполагает запуск вспомогательного котла, работающего на обогрев. При этом в летний период, на протяжении которого температурный уровень превышает отметку 29°С, системе требуется включение градирни.

В зависимости от вида применяемого источника (вода, воздух, грунт) теплонасосные установки для работы требуют определённого температурного диапазона источника (таблица 1) [1].

Замкнутые теплонасосные системы характеризуются следующими достоинствами:

- 1) непрерывностью функционирования системы (в случае прекращения работы одного или нескольких агрегатов работа остальных компонентов не прекращается);
- 2) параллельным производством тепла и холода (у тепловых насосов типа «вода-воздух», объединенных в водопроводный контур, есть возможность тепло- и холодо-

обеспечения с учетом пользовательских потребностей);

3) коэффициентом полезного действия, который у насосов типа «вода-воздух» минимум на 20% больше в сравнении с агрегатами типа «воздух-воздух» (это приводит к снижению уровня энергопотребления).

Вместе с тем замкнутые теплонасосные системы характеризуются следующими недостатками:

- 1) повышенный уровень шума, который исходит от автономных агрегатов, установленных в помещении;
- 2) необходимость выделения большого пространства, требуемого для установки агрегата;
- 3) обслуживаемое помещение служит местом проведения технического обслуживания агрегата.

В составе основного оборудования теплового насоса обязательно содержится компрессор, потребляющий электрическую энергию. Вырабатываемая тепловая энергия в соотношении с потребляемой электрической энергией образуют коэффициент трансформации (COP), который также именуется как коэффициент преобразования тепловой энергии и отражает эффективность теплового насоса. В зависимости от вида систем COP для тепловых насосов типа «вода-вода» колеблется в пределах 2,5-4.

Сегодня на рынке существуют различные модели и конструктивные модификации тепловых насосов, имеющие широкий диапазон производительности. Они созданы для удовлетворения потребностей даже самых привередливых пользователей. Современные тепловые насосы являются достойной заменой традиционных газовых котлов, которые включены в низкотемпературные отопи-

тельные системы, используемые как в зданиях жилого назначения, так и в торгово-административных зданиях.

При этом необходимо учитывать, что, чем меньше разница между температурой в отопительной системе и температурой горячего источника, тем выше коэффициент полезного действия теплового насоса. Из этого следует, что тепловые насосы оптимально подходят для низкотемпературных отопительных систем (теплый пол, фанкойлы, радиаторы).

Опыт использования тепловых насосов в нашей стране пока невелик. Впервые теплонасосная система была установлена в 1990 году в гостинице, которая в настоящее время носит название «Ирис Конгресс Отель». Используемый принцип кондиционирования является одним из наиболее удачных решений для систем кондиционирования воздуха именно гостиниц и именно в средней полосе России и Москве. В Сибири и Алтайском крае также есть различные объекты, в которых в качестве источника теплоснабжения применяются тепловые насосы. В Барнауле разработан проект детского сада с системой отопления с помощью теплонасосной установки, и запускается система отопления школы в п. Лебяжье. Необходимо отметить, что наибо-

лее целесообразно использовать данные установки для повышения энергоэффективности систем теплоснабжения при строительстве новых зданий. Фирмы тепловых насосов, предлагаемых на рынке: Danfoss (Дания), Aermec (Италия), Vissmann и Vaillant (Германия). Однако, необходимо исследование работы и адаптации теплонасосных установок для работы в условиях Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балтик-комфорт. Инженерные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplovoy-nasos.baltcomfort.ru/informatsiya/151-problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-teplovyykh-nasosov.html>.

Пропостина О.А. – студентка гр. 8С-72 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: ollga.7@mail.ru.

Бахтина И.А. – к.т.н., доцент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: bia-altai@mail.ru.

Иванов В.М. – д.т.н., профессор кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: tgvv@mail.ru.

УДК 625.731.824-027.236

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ГРАНУЛЯТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.А. Пучкин, А.Н. Ивкучев, К.А. Тугунов

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Рассмотрены возможные пути и методы применения асфальтобетонного гранулята в дорожном строительстве. Выявлены положительные и отрицательные факторы применения резиновой крошки в дорожном строительстве.

Ключевые слова: асфальтовая крошка, асфальтобетон, асфальтобетонный гранулят, обочины, примыкания.

Асфальтобетонный гранулят – это продукт переработки старых асфальтобетонных покрытий, который представляет собой измельченный асфальт с битумными остатками и щебнем, либо гравием фракции 0-45 мм. По плотности превосходит щебень и песок, при этом после укатки она образует покрытие по свойствам схожее с асфальтом – плотное и устойчивое к размыванию. Снятие старого дорожного покрытия выполняется специаль-

ной дорожно-строительной техникой – планировщиком холодного типа (дорожной фрезой), с целью ремонта и последующего асфальтирования дефектного участка дороги.

Образование асфальтовой крошки происходит в результате вращения фрезерного барабана (рабочий орган планировщика – дорожной фрезы) разрушающего монолитную структуру дорожного покрытия. Срезанный материал по транспортеру перегружается в