

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТОК 11

Тепловые насосы, работающие только на нагрев

1. Описание сектора использования

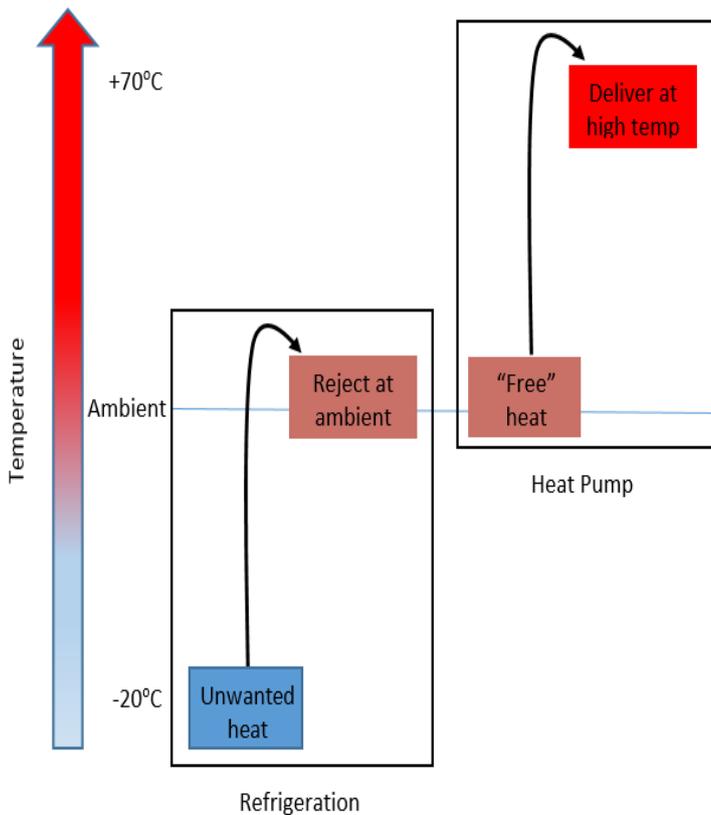
Данный сектор включает разновидности тепловых насосов, используемые для получения тепловой энергии. В него не входят реверсивные кондиционеры/воздухо-воздушные тепловые насосы - они описаны в Информационных листках 8 и 9.

Вводные комментарии о тепловых насосах. Работа тепловых насосов основана практически на той же технологии, что и в холодильных системах - единственное различие

заключается в диапазонах температур, в которых они работают (см. рис. слева).

Холодильная установка, предназначенная для производства холода, забирает тепло при низкой температуре (ниже температуры окружающей среды) и отдает это тепло при более высокой температуре (чуть выше температуры окружающей среды). Тепловой насос, предназначенный для нагрева, забирает тепло из подходящего источника (обычно при температуре, близкой к температуре окружающей среды или выше), и отдает это тепло при более высокой температуре (часто в диапазоне 30°C-90°C).

При этом используется оборудование аналогичное холодильному оборудованию: испаритель для съема (отбора) тепла, компрессор, конденсатор для отдачи тепла и подходящий хладагент. Поскольку тепловые насосы работают при более



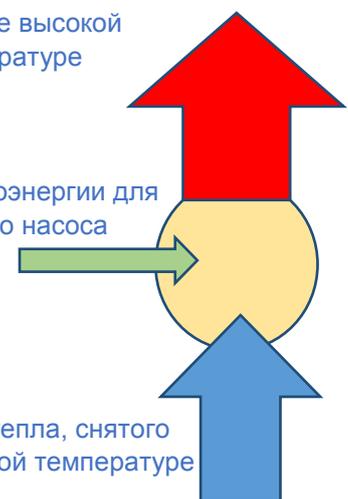
высоких температурах, чем холодильные системы, для них могут потребоваться другие хладагенты.

Роль тепловых насосов. Тепловые насосы «перемещают тепло» с низкого уровня температуры (где тепло бесполезно) на более высокий температурный уровень, вследствие чего тепло может использоваться для отопления здания или производственного процесса. Количество энергии, необходимое для перемещения тепла, зависит от разности температур между источником тепла и потребителем тепла (называемое «подъемом температуры»). При низкотемпературном повышении для перемещения большого количества тепла требуется относительно мало энергии. Например, тепловой насос может обеспечить 4 кВт тепла при

4 кВт «полезного тепла»
при более высокой
температуре

1 кВт электроэнергии для
теплового насоса

3 кВт тепла, снятого
при низкой температуре



потреблении всего 1 кВт энергии - это потенциально очень эффективный способ подачи тепла. Роль тепловых насосов особо велика, если для питания компрессора используется низкоуглеродная электрическая энергия, что позволяет получать тепло при значительно более низких выбросах CO₂, чем при использовании котельной установки на ископаемом топливе.

Подсекторы направления

Сектор использования тепловых насосов очень обширен. Тепловые насосы используются в жилых, коммерческих и промышленных сферах, и их тепловая мощность варьируется от нескольких кВт до нескольких МВт. В данном Информационном листке представлен лишь краткий обзор некоторых основных направлений использования тепловых насосов - он не содержит исчерпывающего анализа всех применений.

Тепловые насосы можно классифицировать несколькими способами. Важным параметром является тип и уровень температуры источника тепла. Основные типы источников тепла:

- a) окружающий воздух
- b) вода (например, речная или грунтовая вода)
- c) земля, как при температуре окружающей среды, так и при более высокой температуре (например, в геотермальном источнике тепла)
- d) бросовое тепло (например, промышленное бросовое тепло, сточные воды или тепло, отводимое их холодильных установок)

Тепловые насосы также классифицируются в зависимости от способа подачи тепла. Например:

- a) отопление помещений через систему воздуховодов
- b) отопление помещений при помощи системы горячего водоснабжения (радиаторы или подогрев полов)
- c) нагрев воды бытового или промышленного назначения

Соответствующие комбинации источников и потребителей тепла определяют рабочую температуру тепловых насосов и имеют решающее значение при выборе подходящего хладагента. Конкретные примеры тепловых насосов, данные по которым приведены в этом Информационном листке, включают:

- 1) Отопление жилых помещений при помощи воздушного теплового насоса для нагрева воды для системы подогрева полов
- 2) Нагрев воды для бытового использования в жилых помещениях
- 3) Тепловой насос системы центрального отопления большой производительности, использующий тепло муниципальной канализационной системы

Данные примеры приведены для иллюстрации некоторых сфер применения тепловых насосов. В этом Информационном листке не рассматриваются системы реверсивного кондиционирования воздуха/воздухо-воздушные тепловые насосы. Они широко используются для кондиционирования воздуха, а также в качестве воздухо-воздушных тепловых насосов в условиях прохладной или холодной погоды. Соответствующие хладагенты для реверсивных воздухо-воздушных систем рассматриваются в Информационных листках 8 и 9.

Для некоторых направлений использования возможно объединение холодильной установки с тепловым насосом. Например: (а) в супермаркетах, где обеспечивается охлаждение витрин с пищевыми продуктами и отопление других помещений, и (б) в промышленных пастеризаторах, обеспечивающих одновременный нагрев и охлаждение пастеризуемой жидкости.

Типичная конструкция систем

Во многих тепловых насосах используется парокомпрессионный цикл. В большинстве систем малой и средней производительности используется непосредственное испарение (НИ). В системах большой производительности часто используются затопленные испарители.

Альтернативные технологии

Для тепловых насосов могут использоваться различные альтернативные технологии. Важным примером является механическая рекомпрессия пара. Иногда это называют «тепловым насосом с открытым циклом». Она применяется в некоторых промышленных системах испарения или дистилляции. Выделяемый пар является источником бросового тепла; он сжимается и затем конденсируется в теплообменнике с передачей тепла процессу испарения. Изучаются различные типы тепловых насосов с внутренней адсорбцией и адсорбционным циклом, однако неясно, станет ли какая-либо из этих технологий коммерчески успешной. Адсорбционные системы большой производительности иногда используются в промышленности.

Изменения, вызванные выводом из обращения ОРВ

Во многих тепловых насосах до 1990 года использовался ХФУ-12. В высокотемпературных тепловых насосах использовались различные ГФУ, включая ГФУ-134а, R-410А и ГФУ-245fa.



Воздушный тепловой насос для отопления помещений



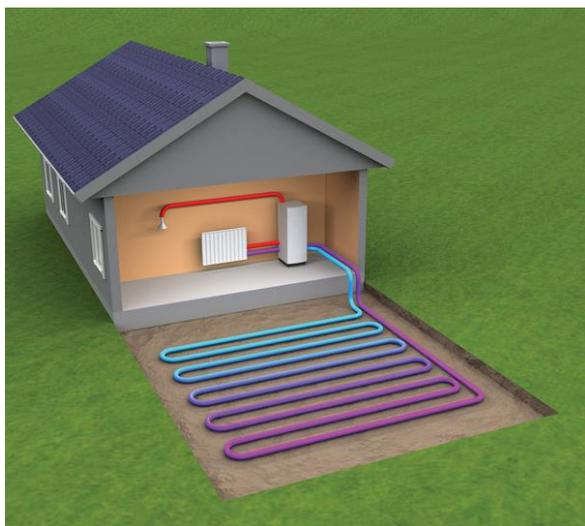
Воздушный тепловой насос для нагрева воды бытового назначения

Таблица 1: Тепловые насосы, работающие только на нагрев: характеристики оборудования, использующего ГФУ

| Подсектор: | Отопление жилых помещений (источник воздух-вода) | Нагрев воды бытового назначения в жилых помещениях, (источник воздух) | Система центрального отопления большой производительности, (источник сточные воды) |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Стандартное количество хладагента | 3 - 6 кг | 1 - 2 кг | 250 - 7000 кг |
| Стандартная холодопроизводительность | 4 - 20 кВт | 1 - 5 кВт | 500 - 5000 кВт |
| Широко используемые ГФУ-хладагенты | R-410A (ПГП ¹ 2088) | ГФУ-134a (ПГП 1430) | |
| Холодильный контур | Заводские герметичные отдельные системы непосредственного испарения или предварительно заправленные отдельные блоки | | Чиллер заводского изготовления |
| Изготовление/монтаж | Заводское изготовление, предварительно заправлены хладагентом. Разводка трубопроводов хладагента по месту монтажа оборудования для блочных систем. | | |
| Стандартное размещение оборудования | Испаритель часто расположен на открытом воздухе. Конденсатор отдельных систем обычно расположен в помещении. | | Ограниченный доступ |

¹ Все значения ПГП приведены в Четвертом докладе об оценке МГЭИК

| | | | | |
|---|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Типичная годовая интенсивность утечек | | < 1% | < 1% | 2% - 5% |
| Основной источник выбросов ГФУ | | Потери в конце срока службы | Потери в конце срока службы | Эксплуатационные утечки |
| Приблизительная разбивка годовой потребности в хладагенте | Новые системы | 90% | 90% | 50% |
| | Обслуживание | 10% | 10% | 50% |



Грунтовый тепловой насос для отопления помещений



Грунтовая разводка трубопровода



Тепловой насос центрального отопления большой производительности, использующий бросовое тепло очищенных сточных вод

2. Альтернативы ныне используемым ГФУ-хладагентам

В таблице 2 приведены альтернативные хладагенты, подходящие для трех направлений использования тепловых насосов, приведенных в качестве примера в данном Информационном листке. Как говорилось ранее, существует много других направлений использования тепловых насосов, для которых могут потребоваться другие альтернативные хладагенты.

Таблица 2: Альтернативы с более низким ПГП для тепловых насосов, работающих только на нагрев

| Хладагент | ПГП | Класс воспламеняемости ² | Примечания |
|---|-----|-------------------------------------|---|
| Подогрев полов жилых помещений (источник воздух-вода) | | | |
| УВ-600а | 3 | 3 | Если воздушные тепловые насосы безопасно расположены полностью на открытом воздухе, можно использовать хладагенты, обладающие высокой воспламеняемостью с обеспечением хорошей эффективности. |
| УВ-290 | 3 | 3 | |
| ГФУ-32 | 675 | 2L | Может быть рассмотрено использование хладагентов, обладающих низкой воспламеняемостью в наружных и некоторых внутренних агрегатах. |
| R-446A | 460 | 2L | Недавно разработанные смеси по свойствам похожие на R-410A. Также рассматриваются. |
| R-447A | 582 | 2L | |
| Нагрев воды бытового назначения в жилых помещениях, (источник воздух) | | | |
| R-744 (CO ₂) | 1 | 1 | R-744 хорошо подходит для нагрева воды из-за большого температурного диапазона нагрева воды (например, от 10°C до 70°C, с одноступенчатым нагревом). В Японии используется несколько миллионов агрегатов, установленных при государственной поддержке. Водонагреватели на R-744 за пределами Японии практически не встречаются. |
| ГФУ-32 | 675 | 2L | ГФУ-32 недавно представлен в Японии для использования в водонагревателях. |
| Системы центрального отопления большой производительности, (источник сточные воды) | | | |
| R-717 | 0 | 2L | Используется в ряде установок центрального |

² Классы воспламеняемости в соответствии со стандартами ISO 817 и ISO 5149

3 = высокая воспламеняемость; 2 = воспламеняемые; 2L = низкая воспламеняемость; 1 = без распространения огня

| | | | |
|---------------------------|--------|--------|---|
| (аммиак) | | | отопления и обогрева помещений большой производительности, в частности в Северной Европе. |
| ГФО-1234ze | 7 | 2L | Рассматривается для использования в тепловых насосах с центробежными компрессорами большой мощности в качестве альтернативы ГФУ-134а. |
| ГФО-1233zd ГФО-1336mzz | 5 9 | 1 1 | Недавно представленные хладагенты, подходящие для центробежных компрессоров низкого давления. Могут использоваться в тепловых насосах большой производительности, особенно с высокой температурой подачи (в качестве альтернативы ГФУ-245fa). |

3. Рассмотрение основных вопросов

Безопасность и практичность

Некоторые тепловые насосы могут быть расположены на открытом воздухе или в машинных залах с ограниченным доступом. Некоторые могут устанавливаться в помещении или часть контура хладагента может располагаться в помещении. В зависимости от расположения частей контура хладагента, можно рассматривать ряд горючих альтернатив. Они могут безопасно использоваться при соблюдении действующих требований безопасности.

Наличие на рынке

Тепловые насосы для отопления жилых помещений, работающие на горючих хладагентах доступны в ограниченном количестве, но ситуация может значительно измениться в течение следующих 5 лет, особенно в отношении использования хладагентов, обладающих низкой воспламеняемостью.

Тепловые насосы для нагрева воды на R-744 широко доступны, особенно в Японии. Недавно с целью повышения эффективности и снижения стоимости начали использоваться новые хладагенты, такие как ГФУ-32.

Тепловые насосы для систем центрального отопления большой производительности часто создаются по индивидуальному проекту (так же, как и промышленные холодильные системы большой производительности). Уже используется ряд аммиачных систем большой производительности. ГФО-системы уже используются и могут рассматриваться для использования в новых моделях.

Стоимость

Экономическая эффективность тепловых насосов, работающих только на нагрев зависит от общей стоимости затрат за срок службы теплового насоса и соответствующей конкурирующей технологии (например, газовых котлов). При нынешних ценах на энергоносители тепловые насосы, работающие только на нагрев, являются финансово непривлекательным сектором, однако во многих странах существуют схемы финансовой

поддержки стимулирования спроса. При условии использования «низкоуглеродной» электросети, тепловые насосы станут очень привлекательными с позиции сокращения выбросов CO₂, но будут экономически эффективными только при условии введения оплаты для конечных потребителей за выбросы CO₂ от конкурирующих альтернатив (газовых котлов).

Финансовая ситуация в секторе реверсивных тепловых насосов для кондиционирования воздуха/воздухо-воздушных тепловых насосов обычно отличается. Необходимы капитальные затраты для обеспечения охлаждения в летний период. Отопление в зимний период может быть обеспечено благодаря небольшому дополнительному капиталовложению.

Использование некоторых альтернативных хладагентов, перечисленных в таблице 2, может привести к небольшому увеличению затрат по сравнению с ныне используемыми ГФУ. Например, система центрального отопления большой производительности содержит значительное количество хладагента, при этом ГФО-1234ze дороже, чем ГФУ-134a. Однако стоимость хладагента составляет небольшой процент от общей стоимости теплового насоса. Тепловые насосы малой производительности на R-744 могут быть значительно дороже, чем ГФУ-системы.

Энергоэффективность

Ожидается, что многие альтернативы, перечисленные в таблице 2, можно будет использовать с примерно той же эффективностью, что и у ныне используемых ГФУ. R-744 может иметь более низкую эффективность, за исключением использования в некоторых типах водонагревателей.

Важнейшей проблемой, связанной с энергоэффективностью тепловых насосов, является повышение температуры системы (разница в температуре источника и потребителя тепла). Выбор конструкции системы, а именно обычных радиаторов водяного отопления или системы теплых полов, гораздо больше повлияет на эффективность теплового насоса, чем выбор хладагента.

Возможность применения в странах с жарким климатом

Проблемы, связанные с применением в странах с жарким климатом, отсутствуют, поскольку тепловые насосы подают тепло при температуре, значительно превышающей температуру окружающей среды.

Возможности ретрофита существующего оборудования

Как правило, ретрофит существующих систем тепловых насосов с использованием альтернативного хладагента не является целесообразным.

Обучение

Углеводороды. Техники по обслуживанию и ремонту должны пройти обучение работе с хладагентами, обладающими повышенной воспламеняемостью. В регионах, где УВ уже используются в бытовых холодильниках, существует хорошая практика проведения учебных курсов. Техников, которые прошли обучение использованию УВ в бытовых тепловых насосах, гораздо меньше. Объем хладагента в тепловом насосе намного выше, чем в холодильнике, и это повышает риски во время технического обслуживания и ремонта и, следовательно, требования к подготовке.

ГФУ/ГФО, обладающие низкой воспламеняемостью. Для обслуживания и ремонта систем, в которых используются хладагенты, обладающие низкой воспламеняемостью, обучение играет важную роль. Они еще мало используются в тепловых насосах, работающих только на нагрев. Наблюдается быстрый рост использования хладагентов, обладающих низкой воспламеняемостью в реверсивных тепловых насосах для кондиционирования воздуха/воздухо-воздушных тепловых насосах. Обучение работе с данными системами проводится и может быть расширено на сектор тепловых насосов, работающих только на нагрев.

Сведение к минимуму выбросов ГФУ из существующего оборудования

Большой частью выбросы ГФУ из должным образом установленных тепловых насосов, работающих только на нагрев (отопление помещений) имеют место в конце срока службы. Чтобы свести выбросы к минимуму, хладагент необходимо извлечь и собрать до демонтажа системы. Для извлечения хладагента, оборудование для рециклирования может использоваться по месту монтажа агрегата. В качестве альтернативы, для сбора хладагента, моноблочные системы могут быть отправлены на завод для рециклирования. Хладагент в сплит-системах можно закачивать в наружный блок, который затем можно отправить на завод для рециклирования.