

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ  
ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Согласно мировой практике 60...70% тепловых насосов устанавливаются для индивидуального теплоснабжения. Требования к температуре воды систем теплоснабжения приведены в табл. 13.

В качестве источников низкопотенциальной теплоты в тепловых насосах может быть использована теплота грунта [11], воздуха, грунтовых вод и воды в естественных водоемах (табл. 14).

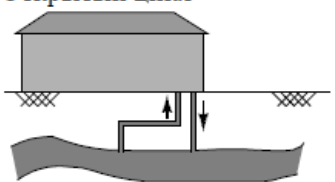
*Таблица 13*

**Требуемая температура воды для теплоснабжения [12, 13]**

| Вид теплоснабжения                                                                                  |                                                            | Температура высокопотенциального теплоносителя, °С |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|
|                                                                                                     |                                                            | на входе в систему                                 | на выходе из системы |
| Горячее водоснабжение                                                                               | Централизованные открытые системы и местное теплоснабжение | 60...75                                            | –                    |
|                                                                                                     | Централизованные закрытые системы                          | 50...75                                            | –                    |
| Отопление с нагревательными приборами – радиаторами, при разной температуре наружного воздуха $t_B$ | $t_B = 10\text{ °C}$                                       | 37                                                 | 33                   |
|                                                                                                     | $t_B = 0\text{ °C}$                                        | 54                                                 | 44                   |
|                                                                                                     | $t_B = -10\text{ °C}$                                      | 69                                                 | 54                   |
|                                                                                                     | $t_B = -20\text{ °C}$                                      | 82                                                 | 62                   |
|                                                                                                     | $t_B = -30\text{ °C}$                                      | 95                                                 | 70                   |
| Водяное отопление «теплый пол»                                                                      |                                                            | до 50                                              | –                    |

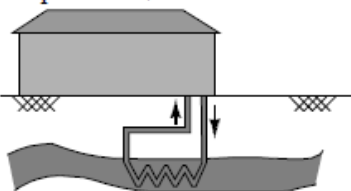
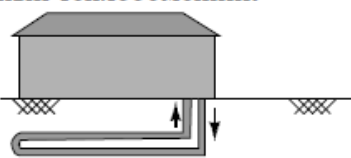
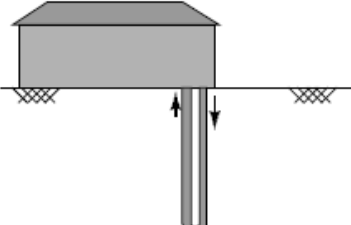
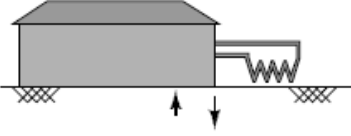
*Таблица 14*

**Схемы использования низкопотенциальной теплоты  
в тепловом насосе**

| Наименование                                                                                         | Особенности схемы                                                                                                                                     | Тип и температура промежуточного теплоносителя                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Открытый цикл<br> | Используются грунтовые воды, теплоноситель забирается из водоносного слоя и возвращается в него. Схема характеризуется простотой, так как отсутствует | При использовании теплоты грунтовых вод промежуточный теплоноситель – вода с температурой 8...15 °С, воды из открытых водоемов – антифриз |

|  |                                                                                        |                                                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|  | промежуточный контур теплоносителя, но стоимость монтажа водозабора может быть высокой | или рассол ( $1...10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

Окончание табл. 14

| Наименование                                                                                                                    | Особенности схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Тип и температура промежуточного теплоносителя                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Закрытый цикл</p>                           | <p>Промежуточный теплоноситель прокачивается через замкнутый контур, расположенный в водоеме, водоносном слое или бытовых стоках. Высокая стоимость монтажа испарителя</p>                                                                                                                                                                     | <p>При использовании теплоты грунтовых вод промежуточный теплоноситель – вода с температурой <math>8...15\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, воды из открытых водоемов – антифриз или рассол (<math>1...10\text{ }^{\circ}\text{C}</math>), бытовых стоков – вода (<math>10...17\text{ }^{\circ}\text{C}</math>)</p> |
| <p>Грунтовый горизонтальный теплообменник</p>  | <p>Замкнутый контур теплообменника укладывается в горизонтальные траншеи глубиной <math>4...6\text{ м}</math> и длиной до <math>100\text{ м}</math>. Требуют большой площади поверхности</p>                                                                                                                                                   | <p>Промежуточный теплоноситель – антифриз или рассол. Температура грунта на глубине свыше <math>4\text{ м}</math> постоянна и соответствует среднегодовой температуре воздуха (<math>2...10\text{ }^{\circ}\text{C}</math>).</p>                                                                                  |
| <p>Грунтовый вертикальный теплообменник</p>  | <p>Замкнутый контур теплообменника устанавливается вертикально в пробуренные отверстия на глубину до <math>100\text{ м}</math>. Применяется в тяжелом грунте или при ограниченной площади поверхности.</p>                                                                                                                                     | <p>То же</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Воздушный теплообменник</p>               | <p>Испаритель помещается в вентиляционные воздуховоды, удаляющие нагретый воздух из помещения, или в атмосферный воздух. Использование воздуха характеризуется быстрым падением мощности при снижении его температуры, образованием измороси на поверхности испарителя при температуре воздуха ниже <math>6\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> | <p>Промежуточного контура нет, температура вытяжного воздуха <math>18...25\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, атмосферного воздуха в отопительный период <math>-10...10\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p>                                                                                                           |

Эффективность работы теплового насоса зависит от температуры низкопотенциального теплоисточника, чем он выше, тем меньше в тепловом насосе затраты энергии (рис. 17). В табл. 15 приведена оценка эффективности тепловых насосов, применяемых для разных видов теплоснабжения, в зависимости от температуры низкопотенциального источника.



Рис. 17. Эффективность работы теплового насоса при различной температуре низкопотенциального теплоносителя

Таблица 15

**Оценка коэффициента преобразования теплоты для различных способов использования теплового насоса [3]**

| Вид и температура низкопотенциального источника теплоты | Вид теплоснабжения и температура горячего теплоносителя |                             |                                           |                             |                       |            |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
|                                                         | Отопление напольное                                     | Отопление нагретым воздухом | Отопление с интенсивными теплообменниками | Отопление радиаторное, вода | Горячее водоснабжение |            |
|                                                         | 25...35 °C                                              | 25...30 °C                  | 40...55 °C                                | 70...100 °C                 | 50...80 °C            | 40...50 °C |
| Воздух, -5...15 °C                                      | 4,0                                                     | 3,9                         | 3,15                                      | –                           | 2,65                  | 3,15       |
| Грунт, 5...10 °C                                        | 4,0                                                     | 3,9                         | 3,15                                      | 2,0                         | 2,65                  | 3,15       |
| Грунтовые воды, 8...15 °C                               | 4,4                                                     | 4,0                         | 3,6                                       | 2,25                        | 2,9                   | 3,6        |
| Естественные водоемы, 4...17 °C                         | 4,4                                                     | 4,0                         | 3,6                                       | 2,25                        | 2,9                   | 3,6        |
| Сточные воды, 10...17 °C                                | 4,7                                                     | 4,2                         | 3,8                                       | 2,25                        | 3,15                  | 3,8        |
| Оборотная вода, 25...40 °C                              | –                                                       | –                           | 4,5                                       | 3,0                         | 3,35                  | 4,5        |

Тепловой насос применяется в основном для индивидуального теплоснабжения зданий. В США в связи с особенностями климата уже более 40 лет применяются реверсивные тепловые насосы, выполняющие функции отопления в холодный период и кондиционирования в

жаркий период, тепловыми насосами оснащаются около 30% строящихся индивидуальных коттеджей.

В Европе с менее жарким климатом в большей степени используются одноцелевые тепловые насосы.

Например, в Швеции, климатические условия в которой более суровые, чем в средней полосе России, тепловые насосы обеспечивают 70% всего отопления. В этой стране эксплуатируются крупные теплонасосные установки мощностью 40 МВт в г. Мальмё, 39 МВт в г. Упсала, 42 МВт в г. Эребру, 320 МВт в г. Стокгольме, использующие теплоту Балтийского моря и озер. В Финляндии за последние пять лет продажа тепловых насосов увеличилась в 2 раза, они устанавливаются в 10% новых домов.

В ряде стран использование тепловых насосов предусмотрено законодательством, например в США согласно федеральному законодательству для новых общественных зданий используются только тепловые насосы, в Германии предусмотрена дотация на установку тепловых насосов в 400 евро за каждый кВт мощности.

В 1986–1989 г. ВНИИхолодмашем разработаны тепловые насосы мощностью от 17 кВт до 11,5 МВт, и до 1992 г. их было выпущено около 3000. В настоящее время тепловые насосы выпускаются на базе заводов, производящих холодильные установки, а также рядом фирм (в г. Москве, Новосибирске, Нижнем Новгороде), специализирующихся только на тепловых насосах. Примеры использования тепловых насосов представлены в табл. 16.

Таблица 16

#### Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения

| Наименование объекта                                                                                           | Источник низкопотенциальной теплоты | Мощность, кВт | Тип и производитель тепловых насосов |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| с. Большие Орлы Нижегородской области, отопление жилого дома площадью 200 м <sup>2</sup>                       | Грунтовая вода, 5...10 °С           | 24            | ТН-24, ЗАО «НПФ Тритон»              |
| г. Нижний Новгород, отопление комплекса административных зданий, складов и гаража площадью 1200 м <sup>2</sup> | Грунтовая вода, 5...10 °С           | 45            | ТН-45, ЗАО «НПФ Тритон»              |
| г. Нижний Новгород, горячее водоснабжение гостиничного комплекса площадью 7000 м <sup>2</sup>                  | Грунтовая вода, 5...10 °С           | 600           | ТН-600, ЗАО «НПФ Тритон»             |

|                                  |                           |                     |                            |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| г. Москва, здание пожарной части | Речная вода,<br>5...20 °С | 16<br>( $\mu=3,4$ ) | фирма «Экип»,<br>г. Москва |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|

Окончание табл. 16

| Наименование объекта                                                           | Источник низко-<br>потенциальной<br>теплоты  | Мощность,<br>кВт            | Тип и произво-<br>дитель тепло-<br>вых насосов |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|
| г. Москва, плавательный бассейн                                                | Сбросная вода<br>душевых,<br>30...40 °С      | Нет данных<br>( $\mu=6,1$ ) | фирма «Экип»,<br>г. Москва                     |
| г. Москва, аквапарк                                                            | Сбросная вода,<br>20...30 °С                 | 1500                        | ЗАО «Энергия»                                  |
| Тюмень, отопление поселка                                                      | Питьевая вода из<br>водозабора,<br>7...9 °С  | 3700                        | 2 насоса НТ-<br>3000, ЗАО<br>«Энергия»         |
| г. Карасук Новосибирской обл.,<br>отопление школы                              | Грунтовая вода,<br>24 °С                     | 700                         | 2 насоса НКТ-<br>300, ЗАО<br>«Энергия»         |
| г. Горноалтайск, Отопление здания<br>ЦСУ                                       | Грунтовая вода,<br>7...9 °С                  | 270                         | Насос НКТ-300,<br>ЗАО «Энергия»                |
| г. Елизово Камчатской обл., отоп-<br>ление здания                              | Питьевая вода из<br>водозабора,<br>2...9 °С  | 270                         | Насос НКТ-300,<br>ЗАО «Энергия»                |
| п. «Мирный» Алтайского край,<br>отопление поселка                              | Грунтовая вода,<br>23 °С                     | 1000                        | 3 насоса<br>НКТ-300, ЗАО<br>«Энергия»          |
| Литва, г. Каунас, завод искусствен-<br>ного волокна, отопление цехов<br>завода | Сбросная техно-<br>логическая вода,<br>20 °С | 3300                        | 2 насоса<br>НТ-3000, ЗАО<br>«Энергия»          |
| Курорт «Горячинск», Бурятия.<br>Отопление курорта                              | Термальная<br>вода, 51 °С                    | 1000                        | 2 насоса НКТ-<br>300, ЗАО<br>«Энергия»         |
| п. Щербак Новосибирской обл.,<br>отопление поселка                             | Грунтовая вода,<br>35 °С                     | 1200                        | Насос НТ-1000,<br>ЗАО «Энергия»                |
| Новосибирск, горячее водоснабже-<br>ние Академгородка                          | Вода Обского<br>моря, 5...22 °С              | 1000                        | Насос НТ-1000,<br>ЗАО «Энергия»                |

Высокая эффективность тепловых насосов имеет место при утилизации теплоты различных бытовых стоков [14].