

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры  
«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Д. О. Бухонов**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**В. В. Перерва**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Е. С. Журилкина**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В настоящее время в регионах России мало применяются тепловые насосы, которые являются эффективнее, экономичнее и экологичнее любых установок получения тепловой энергии.

*Ключевые слова:* тепловой насос, тепловая энергия, контур, источник тепла, эффективность, хладагент, компрессор, коэффициент трансформации энергии.

**Цель** – определение и разработка видов тепловых насосов для регионов России.

При использовании в качестве источника тепла скалистой породы трубопровод опускается в скважину. Не обязательно использовать одну глубокую скважину, можно пробурить несколько не глубоких, более дешевых скважин, главное получить общую расчетную глубину.

Для расчетов можно использовать следующее соотношение: на 1 метр скважины приходится 50–60 Вт тепловой энергии. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходима скважина глубиной 200–170 метров.

При использовании в качестве источника тепла участка земли трубопровод зарывается в землю на глубину промерзания грунта (выбирается для конкретного региона). Минимальное расстояние между соседними трубопроводами – 0,8–1,2 м. Специальной подготовки почвы, засыпок и т. п. не требуется. Предпочтения к грунту – желательно использовать участок с влажным грунтом, идеально с близкими грунтовыми водами, однако сухой грунт не является помехой – это приводит лишь к увеличению длины контура. Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 метр трубопровода, 20–30 Вт, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходим земляной контур длиной 500–333 метра. Для укладки такого контура

потребуется участок земли площадью около 600–400 кв. метров соответственно. При правильном расчете контур, уложенный в землю, не оказывает влияния на садовые насаждения, и участок может использоваться для выращивания культур точно так же как и при отсутствии внешнего коллектора.

При использовании в качестве источника тепла воды ближайшего водоема, реки контур укладывается на дно. Этот вариант является идеальным с любой точки зрения: короткий внешний контур, «высокая» температура окружающей среды (температура воды в водоеме зимой всегда положительная), высокий коэффициент преобразования энергии тепловым насосом. Главное условие – водоем должен быть проточным и достаточным по размерам. Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 метр трубопровода, 30 Вт. Для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо уложить в озеро контур длиной 333 метра, чтобы трубопровод не всплывал, на 1 погонный метр трубопровода устанавливается около 5 кг груза.

Вместо того чтобы извлекать энергию из скважин, земли или водоема, воздушный тепловой насос собирает энергию из окружающего воздуха. Если возможности разместить земляной коллектор нет, данная модель теплонасосной установки является наилучшим выбором. Точно так же как и обычные

теплонасосные установки, тепловой насос воздух вода дает тепло и горячую воду в дом и сокращает потребление энергии до 75 %. Однако, в силу технических причин, теплонасосные установки с воздушным контуром имеют серьезное ограничение в применении: минимальная температура наружного воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Причем, начиная с температуры наружного воздуха  $-10$  градусов, подключается резервный электродкотел, т. к. коэффициент преобразования (КПД теплового насоса) снижается. И, таким образом, при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже, по сути, работает только электрический нагрев [1,4].

Эффективность тепловых насосов принято

характеризовать величиной безразмерного коэффициента трансформации энергии  $K_p$ , определяемого для идеального цикла Карно по следующей формуле [2]:

$$K_{tr} = \frac{T_{oui}}{T_{oui} - T_{in}} \quad (1)$$

где  $T_{oui}$  и  $T_{in}$  – температуры соответственно на выходе и входе из насоса. Реальный коэффициент трансформации отличается от идеального, на величину коэффициента  $h$  (таблица 1).

Таблица 1 – Степень термодинамического совершенства

Мощность, кВт	Тип компрессора	Эффективность (степень термодинамического совершенства) $h$ , доли ед.
300–3000	Открытый центробежный	0,55–0,75
50–500	Открытый поршневой	0,5–0,65
20–50	Полугерметичный	0,45–0,55
2–25	Герметичный, с R-22	0,35–0,5
0,5–3,0	Герметичный, с R-12	0,2–0,35
<0,5	Герметичный	<0,25

Основными составными элементами внутренних контуров тепловых насосов (рисунок 1) являются: компрессор (получает энергию от электрической сети), конденсатор, испаритель, терморасширительный клапан (капилляр).

Хладагент поступает в испаритель под давлением через капиллярное отверстие, там за счёт резкого снижения давления происходит испарение. При этом хладагент забирает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель, в свою очередь, забирает тепло у грунтового контура, таким образом, происходит его постоянное охлаждение. Компрессор, всасывая из испарителя хладагент, сжимает его, таким образом, температура хладагента растет и выталкивает в конденсатор. Далее, в конденсаторе нагретый хладагент в результате сжатия отдает полученное тепло (температура около  $85\text{--}125^{\circ}\text{C}$ ) в отапливаемый контур и полностью переходит в жидкое состояние. Далее процесс циклично повторяется. Когда достигается нужная температура, терморегулятор, размыкая электрическую цепь, останавливает компрессор. После снижения температуры в отопительном контуре терморегулятор

вновь замыкает цепь и включается компрессор.

*Основные преимущества тепловых насосов:* экономичность, доступность и повсеместность, экологичность, универсальность, безопасность [3, 4].

#### **Особенности:**

1) тепловые насосы оправдывают себя только в хорошо утепленных зданиях, в зданиях, которые имеют теплопотери не более  $100 \text{ Вт/м}^2$ ;

2) чем меньше разница температур теплоносителей во входном и выходном контурах, тем больше коэффициент преобразования тепла;

3) для достижения большей выгода практикуется использование тепловых насосов в паре с дополнительным генератором тепла.

#### **Выводы:**

1. Тепловые насосы экономичны и экологичны.
2. Оправдывают себя в хорошо утепленных зданиях с малой разницей температур теплоносителей во входном и выходном контурах.
3. Универсален и подходит для любого региона России.

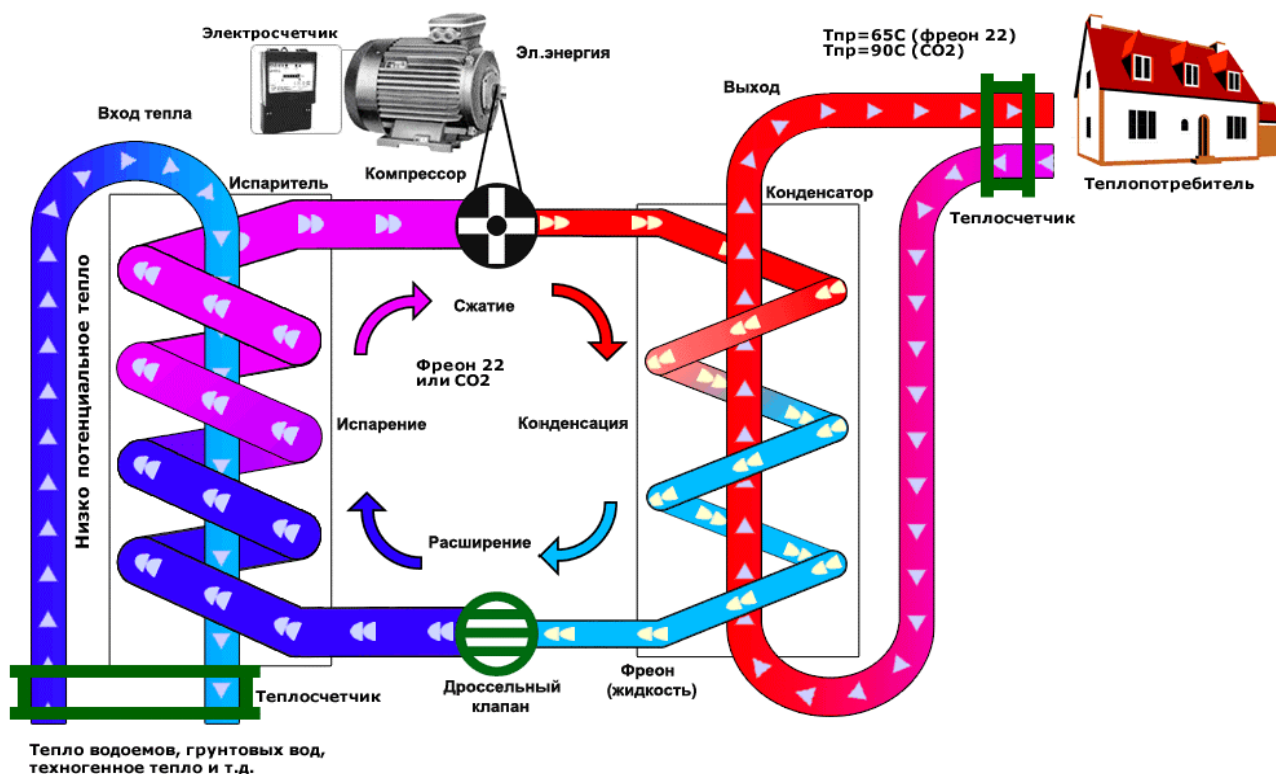


Рисунок 1 – Схема теплового насоса

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. М. : Энергоиздат. 1982.
2. Хайруллин И. Д., Закиров Д. Д. Положительные аспекты внедрения технологий отопления с применением тепловых насосов. 1999. № 3. С. 27–28.

3. Фёдоров С. В. Использование тепловых насосов с целью экономической выгоды. 2001. С. 12–14.
4. Давыдчев Р. А., Марков Ю. В., Козина Л. Н. Города России : проблемы строительства инженерного обеспечения, благоустройства и экологии, г. Пенза 2011. С. 207.

### ON THE PROSPECTS OF USING HEAT PUMPS IN RUSSIAN REGIONS

© 2014

- V. M. Filenkov**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair «Heat, ventilation, water supply and sanitation»  
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
- L. N. Kozina**, assistant professor of the chair «Heat, ventilation, water supply and sanitation»  
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
- D. O. Buhonov**, master  
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
- V. V. Pererva**, master  
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
- E. S. Zhurilkina**, master  
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

*Annotation.* Currently in Russia's regions little used heat pumps, which are the most efficient, economical and environmentally friendly plants producing any heat.

*Keywords:* a heat pump, thermal energy, circuit, a heat source, the efficiency of the refrigerant compressor, the transformation coefficient of energy.

УДК 372.881.1

## О РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ КОМСОМОЛЬСКОГО РАЙОНА Г.О. ТОЛЬЯТТИ

© 2014

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция,  
водоснабжение и водоотведение»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Д. О. Бухонов**, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**В. В. Перерва**, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Е. С. Журилкина**, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

---

*Аннотация.* В данной работе выполнено проектирование сети ливневой канализации, модернизация существующих ливневых очистных сооружений, путем ввода в них специальных методов и сооружений, позволяющих привести качество стоков в соответствии с нормами ПДС.

*Ключевые слова:* реконструкция, ливневая канализация, очистка сточных вод, сорбционный фильтр, УФ-обеззараживание, тонкослойные отстойники, фильтры с зернистой загрузкой, угольные фильтры.

Решение проблемы отведения и очистки ливневых сточных вод является актуальной задачей для городских территорий. Ливневой канализации Комсомольского района г. о. Тольятти требуется реконструкция, поскольку сетей для сбора и отведения стока недостаточно для предотвращения, в период дождей и весеннего половодья, подтопления улиц. Также необходимо решить проблему с очисткой ливневых сточных вод, так как существующие очистные сооружения не обеспечивают качество очистки воды, соответствующее требованиям, предъявляемым к сточным водам, сбрасываемым в водоем в пределах города.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.*

Для решения данных проблем необходимо увеличение протяженности сети ливневой канализации в районе, модернизация существующих ливневых очистных сооружений посредством ввода в них специальных методов и сооружений, позволяющих привести качество очищен-

ных ливневых сточных вод в соответствии с требованиями норм предельнодопустимых сбросов (ПДС), разработанных НИЦ «Водные проблемы» (г. Тольятти) (А. Яковлев)

*Формирование целей статьи (постановка задания).*

Цель данной работы по реконструкции ливневой канализации Комсомольского района г. о. Тольятти – решение проблем с ливневой канализацией в районе, поскольку сетей ливневой канализации недостаточное количество, чтобы в период дождей и весеннего половодья избежать затопления улиц. А также решить проблему с очисткой ливневых сточных вод, так как в данное время существующие очистные сооружения ливневой канализации не обеспечивают качество очистки воды, соответствующее требованиям, предъявляемым к сточным водам, сбрасываемым в водоем в пределах города.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.*

Ливневая канализация с очистными сооружениями ливневых стоков в Комсомольском районе г. Тольятти построена в 1977 году по