

АРХИТЕКТУРНАЯ ФИЗИКА

Доцент Баяндина Е.В.

8-950-137-55-41

bayandinvv@yandex.ru

Лабораторная работа 2

- **Расчёт теплового насоса**

Цель работы

- ▣ **Рассчитать геотермальные насосы разных типов (горизонтальный и вертикальный)**

Тепловой насос

- **Тепловой насос** — устройство для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой.
- Тепловые насосы могут использовать низкопотенциальное тепло воздуха, грунта, подземных, сточных и сбросовых вод технологических процессов, открытых незамерзающих водоемов.
- https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=sE7PmvlUn2U

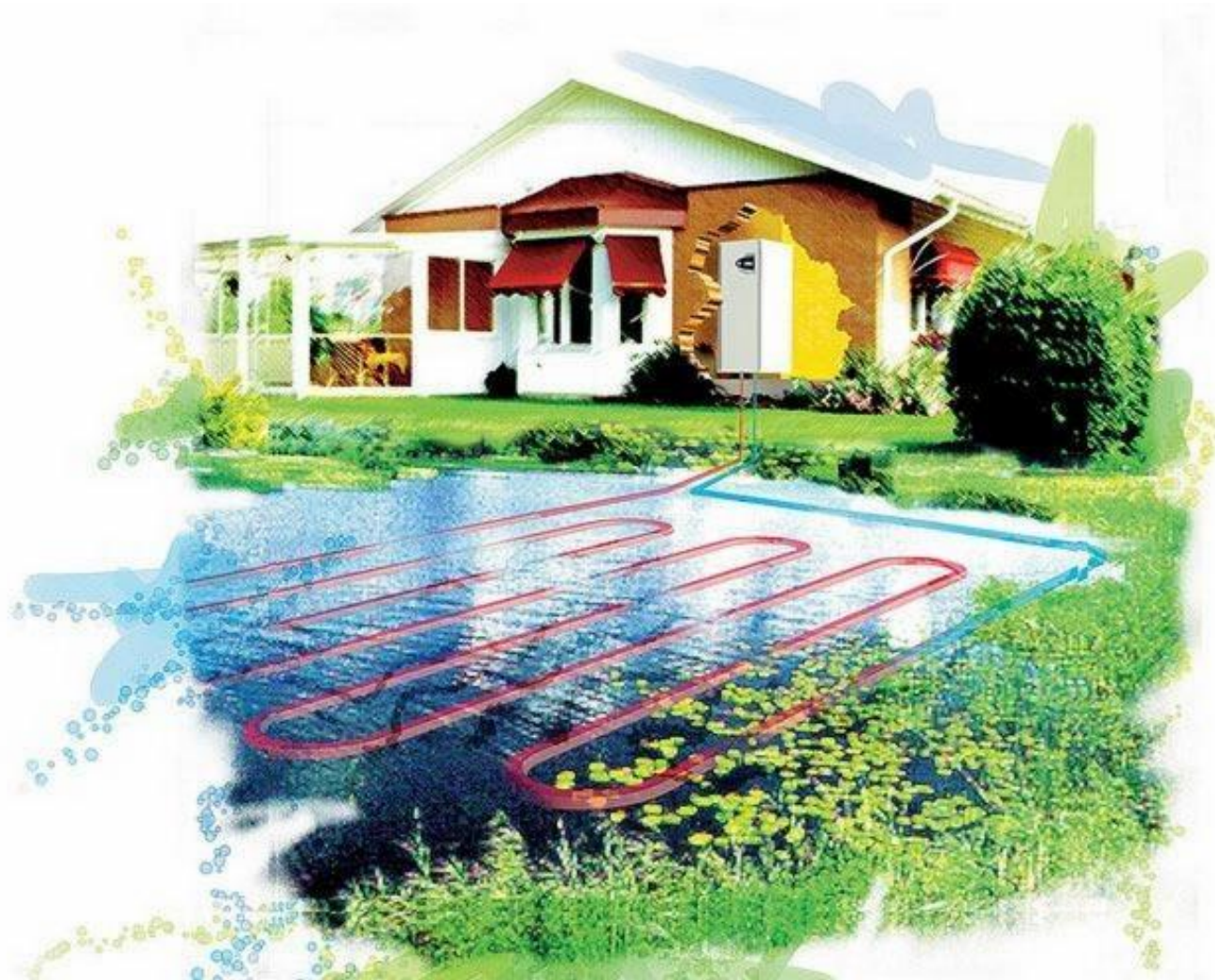
Источники низкопотенциального тепла

- наружный воздух температурой от -15 до $+15$ °С,
- отводимый из помещения воздух ($15-25$ °С),
- подпочвенные воды ($4-10$ °С),
- грунтовые воды (более 10 °С) воды,
- озерная и речная вода ($0-10$ °С),
- поверхностный грунт ($0-10$ °С),
- глубинный (более 20 м) грунт (10 °С)
- и др.

Схемы работы тепловых насосов

- **«Воздух-вода»:** в качестве источника тепла выбран атмосферный или вентиляционный воздух. Насос может быть расположен внутри или снаружи помещения. Воздух подается в его теплообменник с помощью вентилятора.
- **«Вода-вода»:** использование в качестве источника тепла грунтовой воды. Она подается из скважины с помощью насоса в теплообменник насоса и либо закачивается в другую скважину, либо сбрасывается в водоем.
- **«Вода-фреон»:** источник тепла – водоем, на его дно укладывается петля из металлопластиковой или пластиковой трубы. По трубопроводу циркулирует раствор гликоля (антифриз), который через

Тепловой насос «вода-фреон»



Получение низкопотенциального тепла из грунта (геотермальные тепловые насосы)

- Возможны два варианта : укладка металлопластиковых труб в траншеи глубиной 1,2–1,5 м либо в вертикальные скважины глубиной 20–100 м. Иногда трубы укладывают в виде спиралей в траншеи глубиной 2–4 м. Это значительно уменьшает общую длину траншей. Максимальная теплоотдача поверхностного грунта составляет 50–70 кВт·ч/м² в год. По данным зарубежных компаний, срок службы траншей и скважин составляет более 100 лет.

Геотермальные тепловые насосы



Применение тепловых насосов

- практическое применение тепловые насосы получили только в 30-х годах XX века.
- в Японии эксплуатируется более 3,5 миллионов установок,
- в Швеции около 500 000 домов обогревается тепловыми насосами различных типов.

Применение тепловых насосов

- Бассейны
- Пассивные дома, дачи, коттеджи
- Квартиры
- Гостиницы, рестораны
- Коттеджные городки
- Офисно-торговые центры
- Производственные помещения
- Аквапарки
- Школы

Пример использования теплового насоса в России



**Московская обл., Наро-Фоминский р-н, сельское поселение
Марушкинское, энергосберегающий дом, рассольно-водяной тепловой
насос**

Тепловые насосы в Иркутске

- Компания Альтернативной Энергетики «Тепловые насосы» <https://teplo-nasos38.ru/>
- Инженерно-технологический центр «Альтер Энерго» <http://ae38.ru>

Пример использования под Иркутском



Байкальский лимнологический музей
Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Листвянка, ул.
Академическая, 1

Расчёт теплового насоса

- Q_0 – тепловая мощность, получаемая от низкопотенциального источника (грунт). Рассчитывается как разница полной мощности теплового насоса Q_{wp} и электрической мощности, затрачиваемой на нагрев фреона P :

$$Q_0 = Q_{wp} - P, \text{ кВт.}$$

- Суммарная длина труб коллектора L и общая площадь участка под него A рассчитываются по формулам:

$$L = Q_0 / q,$$

$$A = L \cdot da,$$

здесь q – удельный (с 1 м трубы) теплосъем; da – расстояние между трубами (шаг укладки).

- Для расчета параметров первичного контура теплонасосной установки потребуется определить расход антифриза:

$$V_s = Q_0 \cdot 3600 / (1,05 \cdot 3,7 \cdot t),$$

где t – разность температур между подающей и возвратной линиями, которую часто принимают равной 3 К.

Удельный теплосъем

Можно ориентироваться на следующие данные по теплосъему с 1 м трубы:

- сухие осадочные породы – $20 \text{ Вт/м} = 0,02 \text{ кВт/м}$;
- каменистая почва и насыщенные водой осадочные породы – 50 Вт/м ;
- каменные породы с высокой теплопроводностью – 70 Вт/м ;
- подземные воды – 80 Вт/м .

Расчёт горизонтального теплового коллектора

- Исходные условия: теплотребность коттеджа площадью 120–240 кв.м (в зависимости от теплоизоляции) – 12 кВт; температура воды в системе отопления 35 °С; минимальная температура теплоносителя – 0 °С. Для обогрева здания выбран тепловой насос WPS 140 I (Buderus) мощностью 14,5 кВт (ближайший больший типоразмер), затрачивающий на нагрев фреона 3,22 кВт. Теплосъем с поверхностного слоя грунта (сухая глина) q равняется 0,02 кВт/м.
- Рассчитываем:
 - 1) требуемую тепловую мощность коллектора $Q_0 = Q_{wp} - P$;
 - 2) суммарную длину труб $L = Q_0 / q$;
 - 3) необходимую площадь участка $A = L \cdot d_a$
 - 4) общий расход гликолевого раствора $V_s = Q_0 \cdot 3600 / (1,05 \cdot 3,7 \cdot t)$

Расчёт зондового теплового насоса

- При использовании вертикальных скважин глубиной от 20 до 100 м в них погружаются U-образные металлопластиковые или пластиковые (при диаметрах выше 32 мм) трубы. Как правило, в одну скважину вставляется две петли, после чего она заливается цементным раствором. В среднем удельный теплосъем такого зонда можно принять равным 50 Вт/м.
- Температура грунта на глубине более 15 м постоянна и составляет примерно +10 °С. Расстояние между скважинами должно быть больше 5 м. При наличии подземных течений скважины должны располагаться на линии, перпендикулярной потоку.
- Подбор диаметров труб проводится исходя из потерь давления для требуемого расхода теплоносителя. Расчет расхода жидкости может проводиться для $t = 5$ °С.

Пример выбора оборудования

- Для коттеджа площадью 200 кв.м на 4 человек при тепловых потерях 70 Вт/м² (при расчете на -28°C наружной температуры воздуха) потребность в тепле будет 14 кВт. К этой величине следует добавить 700 Вт на приготовление санитарной горячей воды. В результате необходимая мощность теплового насоса составит 14,7 кВт.
- При возможности временного отключения электричества нужно увеличить это число на соответствующий коэффициент. Допустим, время ежедневного отключения – 4 ч, тогда мощность теплового насоса должна быть 17,6 кВт (повышающий коэффициент – 1,2).
- В случае моновалентного режима можно выбрать тепловой насос типа «грунт–вода» Logafix WPS 160 L (Buderus) мощностью 17,1 кВт, потребляющий 5,5 кВт электроэнергии
<http://buderus-dealer.by/katalog/teplovye-nasosy/geotermalnye/geotermalnykh-teplovoj-nasos-buderus-logatherm-wps-10-1>
- Для бивалентной системы с дополнительным электрическим нагревателем и температурой установки -10°C с учетом необходимости получения горячей воды и коэффициента запаса, мощность теплового насоса должна быть 11,4 Вт, а электрического котла – 6,2 кВт (в сумме – 17,6). Потребляемая системой пиковая электрическая мощность составит 9,7 кВт.

Источник: [Журнал Аква-Терм](http://www.airweek.ru/pr_news_89.html) http://www.airweek.ru/pr_news_89.html

Библиографический список

- Николай Терентьев «Активный дом»
https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=sE7PmvlUn2U
- Журнал Аква-Терм
http://www.airweek.ru/pr_news_89.html
- Выбор теплового оборудования:
<http://buderus-dealer.by/katalog/teplovye-nasosy/geotermalnye/geotermalnykh-teplovoj-nasos-buderus-logatherm-wps-10-1>
-