

УДК 620.98

**АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООВОГО НАСОСА
ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE HEAT PUMP**

В.М. Колос, Е.Ю. Соловьева

Научный руководитель – Л.А. Тарасевич, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

leo07@tut.by

V. Kolos, E. Solovyeva

Supervisor – L. Tarasevich, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** спрос на экологические решения для отопления зданий растет. Это вызвано как глобальным потеплением, так и неопределенностью цен на электроэнергию. Теплонасосные системы используют для своей работы электроэнергию, причем часть этой электроэнергии поступает из возобновляемых источников. Это делает их как эффективными для решения известных экологических проблем, связанных с прямыми и косвенными выбросами углекислого газа в атмосферу, так и эффективными для отопления и охлаждения. Более того, они удовлетворяют ожидания потребителей как по качеству, так и по экономической эффективности.*

***Abstract:** demand for environmental solutions for building heating is growing up. It is caused by both global warming and uncertainty about electrical energy prices. Heat pump systems use electricity for their work, and some of this electricity comes from renewable sources. This makes them both effective for well-known environmental issues related to direct and indirect emissions of carbon dioxide in the atmosphere, and efficient for heating and cooling. The heat pump satisfy both consumers' expectations of both quality and cost effectiveness.*

***Ключевые слова:** тепловой насос, температура, энергия, топливо, отопление.*

***Keywords:** heat pump, temperature, energy, fuel, heating.*

Введение

Увеличение стоимости углеводородного топлива заставляет задумываться об альтернативных источниках энергии. В данной статье приведен принцип работы теплового насоса и анализ его экономичности.

Основная часть

Работа тепловых насосов основана на процессе выделения тепла из грунта, (имеющего температуру около плюс 8°C).

Общая схема работы теплового насоса представлена на рисунке 1:

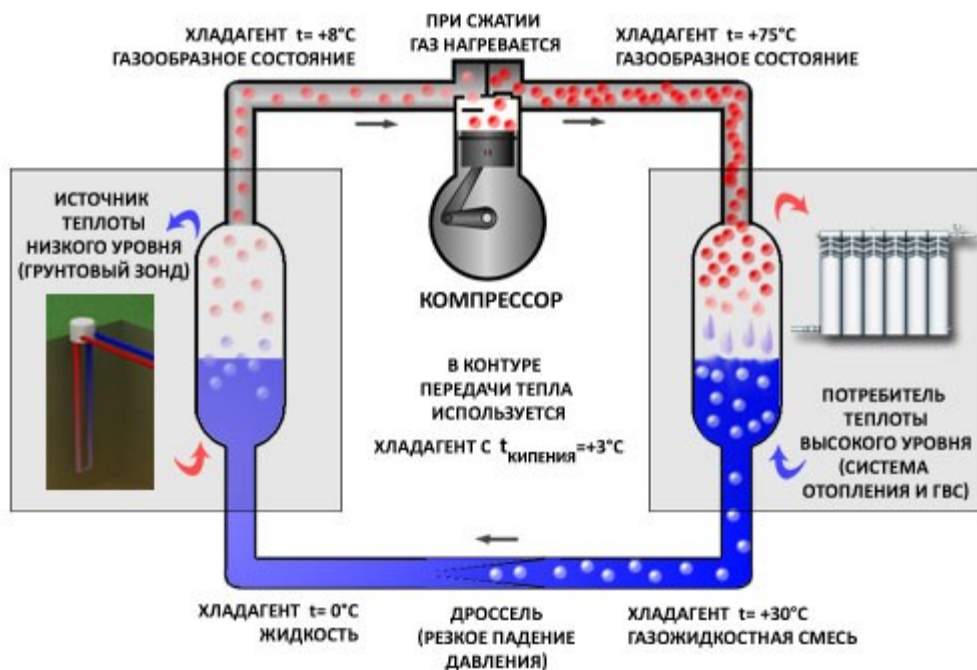


Рисунок 1 – Принцип работы теплового насоса

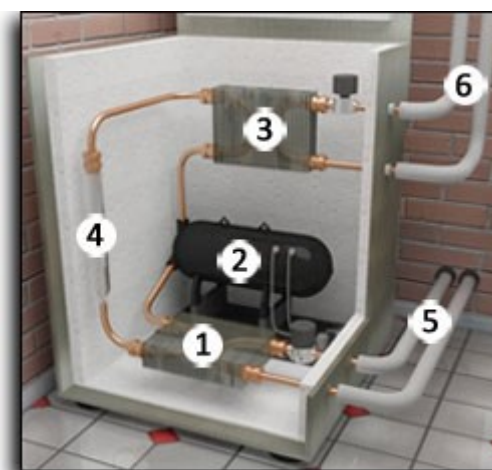


Рисунок 2 – Основные составляющие теплового насоса

Основные составляющие теплового насоса:

1. Теплообменник передачи тепла земли внутреннему контуру;
2. Компрессор;
3. Теплообменник передачи тепла внутреннего контура системе отопления;
4. Дроссельное устройство для понижения давления;
5. Рассольный контур и земляной зонд;
6. Контур отопления и ГВС.

Для работы теплового насоса необходим источник электроэнергии для питания компрессора (2). Сравним стоимость работы системы отопления установленной мощностью 10 кВт. Для сравнения выбираем следующие системы отопления:

- тепловой насос;
- котел на магистральном газе;
- котел на жидком топливе (дизельное топливо);

- электрокотел;
- центральное отопление;
- котел на сжиженном газе.

В расчете использовалось:

- стоимость электроэнергии – 0.21 руб./кВт*час;
- стоимость магистрального газа – 0.137 руб./ м³;
- стоимость дизельного топлива – 1.9 руб./л.;
- стоимость Гкал тепла – 21.2 руб.;
- стоимость сжиженного газа – 2.188 руб./л.;
- коэффициент преобразования теплового насоса – 4 (теплый пол);
- данные о времени стояния температур указываются на основании метеорологических данных для определенного района.

Далее приведена таблица основных расчетов:

Таблица 1 – Расчет стоимости отопления

Температура окружающей среды. °С	°С	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	За весь период
Продолжительность стояния температур	час	115	230	413	841	1410	1028	1203	5240
Тепловая нагрузка	кВт	10	9	7,8	6,7	5,6	4,5	3,4	47
Стоимость отопления									
Тепловой насос	тыс. руб.	0.06	0.11	0.17	0.3	0.42	0.24	0.21	1.51
Магистральный газ	тыс. руб.	0.02	0.035	0.054	0.094	0.13	0.077	0.067	0.48
Топливный котел	тыс. руб.	0.24	0.43	0.68	1.183	1.65	0.963	0.85	6
Электрическое отопление	тыс. руб.	0.24	0.43	0.68	1.19	1.664	0.97	0.85	6.04
Центральное отопление	тыс. руб.	0.023	0.041	0.064	0.113	0.158	0.092	0.081	0.573
Сжиженный газ	тыс. руб.	0.43	7.7	1.21	2.11	2.95	1.72	1.51	10.7

На основании данных расчета таблицы 1 самым оптимальным является использование котла на магистральном газе (0,48 тыс. руб.), потом идет центральное отопление (0.573 тыс. руб.), тепловой насос (1.51 тыс. руб.). Самые дорогие варианты: использование топливного котла (6 тыс. руб.), сжиженного газа (10.7 тыс. руб.) и электрического отопления (6.04 тыс. руб.).

Заключение

1. Использование магистрального газа является самым дешевым из всех предложенных вариантов. Однако не стоит забывать и о минусах:

- опасность использования магистрального газа;
- не во всех районах страны есть соответствующие коммуникации.

2. Центральное отопление наиболее распространенный вариант системы отопления в нашей стране.

3. Эксплуатационные затраты у теплового насоса самые высокие из рассматриваемых систем теплоснабжения, в первую очередь это обусловлено контуром циркуляции фреона.

4. Использование теплового насоса оправдывает себя только в районах удаленных от ТЭЦ и котельных, а также от газопроводов и является альтернативным источником получения тепловой энергии.

5. В данном расчете не рассматривался вариант систем отопления за счет возобновляемых источников (торф, дрова, отходы деревообработки, пеллеты, отходы лесхозов) из-за различия в стоимости на них.

Литература

1) Experimental study of heat pump type air-water for heating system performance [Электронный ресурс] / Experimental study of heat pump type air-water for heating system performance. – Режим доступа: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/38/e3sconf_te-re-rd18_01007.pdf. – Дата доступа: 10.04.2021.

2) Тепловой насос [Электронный ресурс] / тепловой насос. – Режим доступа: <https://smekni.com/a/193156/teplovoy-nasos/>. – Дата доступа: 10.04.2021.