

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

А. С. Сапрыкина

*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет (Россия)*

Эффективное замещение с помощью тепловых насосов в системах теплоснабжения на тепло вторичных источников является одним из актуальных направлений энергосбережения и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: тепловой насос, эксперимент, модельная установка, эффективность использования, коэффициент преобразования тепла.

Effective replacement by heat pumps in heat supply systems for the heat of secondary sources is one of the current areas of energy conservation and environmental protection.

Keywords: heat pump, experiment, model installation, efficiency of use, coefficient of heat conversion.

Предметом исследования является изучение теплового насоса, зависимость коэффициента преобразования тепла от режимов работы теплового насоса и оценка эффективности его дальнейшего использования на ТЭЦ. Выполнение цели определило основные задачи и методы исследования:

- изучение теплового насоса и принципа его работы;
- проведение экспериментов на модельной установке теплового насоса ТН.002РБЭ(2901.1);
- анализ эффективности использования тепловых насосов;
- анализ доступной литературы по изучаемому вопросу;
- экспериментальная работа с модельной установкой теплового насоса ТН.002РБЭ (2901.1);
- математическая обработка полученных данных.

АГАСУ предоставил возможность работы с экспериментальной установкой теплового насоса и пользоваться руководством по выполнению базовых экспериментов ТН.002 РБЭ (2901.1). На этой модели теплового насоса был проведен эксперимент, а также происходило изучение принципа работы тепловых насосов. Принцип работы этой установки достаточно достоверно моделирует принцип работы реальных тепловых насосов, используемых для отопления и ГВС зданий. В качестве сред, где размещаются конденсатор и испаритель, используются емкости с водой. Общий вид комплекта типового лабораторного оборудования «Тепловой насос» представлен на рис. 1.

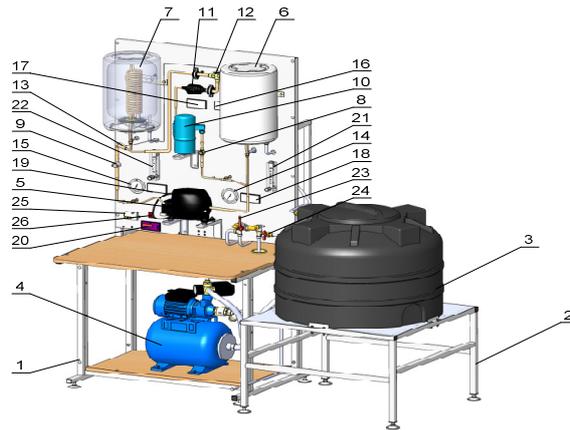


Рис. 1. Комплект теплового лабораторного оборудования:

1 – лабораторный стол, 2 – подставка бака для воды, 3 – бак для воды, 4 – насосная станция, 5 – компрессор, 6 – теплоизолированный теплообменник (приемник тепловой энергии, конденсатор контура хладагента), 7 – теплоизолированный теплообменник (источник тепловой энергии, испаритель контура хладагента), 8, 9 – смотровые стекла, 10 – жидкостный ресивер, 11 – фильтр-осушитель, 12 – терморегулирующий вентиль, 13 – термобаллон терморегулирующего вентиля, 14 – манометр высокого давления, 15 – манометр низкого давления, 16 – индикатор температуры воды в теплообменнике - конденсаторе, 17 – индикатор температуры воды в теплообменнике – испарителе, 18 - индикатор температуры жидкого хладагента на выходе из конденсатора, 19 – индикатор температуры газообразного хладагента на выходе из испарителя, 20 – измеритель электрических параметров компрессора, 21, 22 – ротаметры (измерители-регуляторы расхода воды) конденсатора и испарителя соответственно, 23 – кран подачи воды, 24 – кран слива воды, 25 – дифференциальный автоматический выключатель, 26 – выключатель компрессора



Рис. 2. Реальное фото лабораторной установки

Коэффициент преобразования (трансформации) теплового насоса K_T определяется как отношение полученной тепловой энергии Q_T на выходе теплового насоса к потребленной им электрической энергии $Q_{Э}$.

$$K_T = \frac{Q_T}{Q_{Э}} \quad (1)$$

В рассматриваемом комплекте лабораторного оборудования в качестве источника тепловой энергии с низкой температурой используется вода в теплообменнике-испарителе 7, а в качестве приемника тепла – вода в теплообменнике-конденсаторе 6. Регулируя проток, и, как следствие, температуру воды в теплообменниках, можно устанавливать различные режимы работы теплового насоса. Полностью перекрыв проток воды в теплообменнике-испарителе 7 и фиксируя изменение ее температуры за выбранный интервал времени, можно определить количество тепловой энергии Q_T на выходе теплового насоса. Потребленную при этом тепловым насосом электрическую энергию $Q_{Э}$ можно определить, интегрируя активную мощность, потребляемую компрессором из сети.

Подготовка лабораторной установки к работе

Перед первым включением установки перекрываем краны подачи 23 и слива 24 воды и заполняем бак 3 чистой водой с температурой 5...20 °С в количестве не менее 150 литров. Далее открываем кран 23 подачи воды (вода открыта), регуляторы ротаметров (регулировка интенсивности подвода/отвода тепла) 21, 22. Включаем насосную станцию 4 автоматическим выключателем «сеть» 25. При возникновении воздушной пробки осторожно ослабляем винт в верхней части насосной станции 4 для выпуска воздуха из корпуса насоса. Ротаметры 21, 22 должны наполниться водой, в баке 3 вода должна начать вытекать из обратной трубы в верхней его части. Открываем кран жидкостного ресивера 10. Убедившись, что теплообменники 6,7 заполнены водой, регуляторами ротаметров 21, 22 перекрываем ее подачу и включаем компрессор 5 холодильной установки выключателем «питание компрессора» 26. Дожидаемся выхода установки на установившийся режим работы (3...7 минут). Убеждаемся, что в теплообменнике-конденсаторе 6 температура растет (индикатор «температура среды потребителя тепла»), а в теплообменнике-испарителе 7 – падает (индикатор «температура среды источника тепла»), величины перегрева и переохлаждения лежат в пределах 3...10 Кв смотровом стекле 8 конденсатора отсутствуют пузыри и пена, в смотровом стекле 9 испарителя отсутствует жидкость, индикаторы смотровых стекол 8, 9 показывают цвет, соответствующий надписи «Dry» (сухо).

Показатели лабораторной установки, полученные программой «тепловой насос», обобщены и занесены в таблицу 2, где K – коэффициент преобразования теплового насоса. Снятие данных с экспериментальной установки проводится с интервалом в 1 мин.

Таблица 1

Программное обеспечение, используемое в эксперименте

<i>№</i>	<i>Название</i>	<i>Ссылки</i>	<i>Назначение</i>
1	Драйвер к преобразователю интерфейсов АС4	http://www.owen.ru/catalog/54245280	—
2	Master OPC Universal Modbus Server Demo	http://www.insat.ru	Бесплатная демо-версия OPC-сервера протокола Modbus
3	Kassl-dOPC4Delphi	http://www.dopc.kassl.de	Компоненты для доступа к OPC-тегам для Delphi
4	Тепловой насос	—	Регистратор параметров теплового насоса

Таблица 2

Данные показателей теплового насоса

<i>№</i>	<i>Интенсивность подвода тепла, л/мин</i>	<i>Интенсивность отвода тепла, л/мин</i>	<i>Температура жидкого хладагента, °С</i>	<i>Температура паров хладагента, °С</i>	<i>Температура среды источника тепла, °С</i>	<i>Температура среды потребителя тепла, °С</i>	<i>Мощность компрессора, Вт</i>	<i>Затраты электроэнергии, кВт·ч</i>	<i>Получено тепловой энергии, кВт·ч</i>	<i>К</i>
1	4	1,2	47	7	21,1	24,2	316,7	13,5	24,3	1,8
2			49,6	6,3	21,2	25,9	319,11	101,88	151,2	1,5
3			50,6	6,1	21	26,5	317,74	121,03	176,4	1,5
4			51,2	6,1	21	27,1	321,82	140,52	201,6	1,4
5			51,8	5,9	21	27,6	322,91	159,54	222,6	1,4
6			51,8	5,7	21	27,9	323,1	179,24	235,2	1,3
7			52,1	5,5	20,7	28,9	322,68	200,49	277,2	1,4
8			52,8	5	21	29,3	324,15	236,55	294	1,2
9			53,1	4,9	20,6	30	324,48	256,27	323,4	1,3
10			53,1	5	20,8	30	328,19	275,51	232,4	0,8
11			53,8	4,9	20,8	30,4	328,28	295,5	340,2	1,2
12			53,9	4,9	20,8	31,1	327,81	313,87	369,6	1,2
13			54,1	4,9	20,9	31,2	331,8	334,3	373,8	1,1
14			54,5	4,8	20,5	31,4	333,41	354,5	382,2	1,1
15			54,5	4,9	20,9	32	333,17	373,88	407,4	1,1
16			54,3	5	21,1	32,1	337,73	393,32	411,6	1,0

Вывод

В ходе исследования был изучен принцип работы теплового насоса и оценка эффективности его использования. Экспериментальная работа с

модельной установкой теплового насоса ТН.002РБЭ(2901.1) позволила произвести анализ зависимости коэффициента преобразования тепла от режимов работы теплового насоса, однако для повышения коэффициента преобразования тепла для данной установки необходимо значительное охлаждение воды. Так как установка имеет малую разность между температуры среды источника тепла и температуры среды потребителя тепла, наибольший коэффициент преобразования тепла теплового насоса равный 2 считается удовлетворительным. Для эффективного внедрения ТН на ТЭЦ необходим коэффициент преобразования тепла в диапазоне от 4 и более. Для достижения таких результатов требуется подбор теплонасосного оборудования других марок и технических характеристик. На данном этапе, произведенный мною опыт является удовлетворительным, так как для достижения большего коэффициента преобразования теплового насоса необходимо наличие соответствующего оборудования, в связи с этим получение нужного результата не представляется возможным.

К сожалению, тепловые насосы пока не относятся к дешевому оборудованию. Затраты на установку системы очень внушительны. Однако если рассматривать эксплуатационные расходы, то первоначальные вложения в геотермальный обогрев будут сравнительно быстро окупаться за счет энергосбережения. Используя тепловые насосы, можно экономить достаточно значительное количество энергии, а значит, и средств.

Список литературы

1. Карпеш М. А., Сенигов П. Н. Тепловой насос. Руководство по базовым экспериментам ТН.002 РБЭ (2901.1). Челябинск : Инженерно-производственный центр «Учебная техника», 2013. 19 с.

УДК 536.8

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДОРОЖНЫМ ПОКРЫТИЕМ

И. С. Просвирина, С. В. Таргачев

*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет (Россия)*

Выполнена оценка аккумулирования тепла солнечной радиации многослойной конструкцией дороги. Определено количество теплоты, поступающей в грунт через многослойную и однослойную конструкции на глубину 0,8 м в каждый расчетный час расчетных суток июля месяца, а также по каждому месяцу года. Произведено сравнение коэффициента преобразования теплоты закрытого грунта, как источника низкого потенциала, с другими источниками (воздух, вода, открытый грунт).

Ключевые слова: аккумулирование тепла, грунт, дорога, источник низкого потенциала, теплонасосная установка.