УДК 621.57

Экспериментальное исследование работы теплонасосных установок

Д.М. Галынский, В.И. Максимов, доцент.
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
E-mail: gdm_888@mail.ru

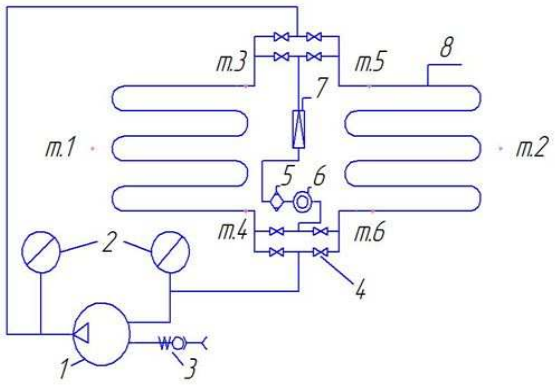
В настоящее время в связи с уменьшением запасов органического топлива возникает потребность в использовании возобновляемых источников энергии, которые целесообразно применять для выработки электрической энергии и для получения тепла.

Планирование любого эксперимента должно начинаться с установления круга размерных параметров (факторов) воздействия и выходных переменных, определяющих процесс. Основными факторами воздействия в данном эксперименте являются: объем воды в которой погружены два теплообменника, температура воды и расход фреона; выходными состояния: время проведения опыта, измеряемые температуры в 6-ти точках, количество получаемого тепла.

Таблица 1Технические характеристики рассматриваемых тепловых насосов (ТН)

Технические характеристики	ТН 1	ТН 2
Диапазон измеряемых давлений, МПа	-0,1 … +3	-0,1 … +3
Диапазон измеряемых температур, °С	-30 … +127,5	-50 … +65
Точность измерения температуры, % не больше	1	5
Потребляемая мощность, Вт не более	200	100
Род тока	переменный	переменный
Напряжение питания, В		200 ± 22
Частота сети, Гц	50	50 ± 4
Габаритные размеры, мм	1400×1800×800	750×500×350
Хладагент	R-134a	R-134a

На рис. 1, 2 представлены принципиальные схемы используемых теплонасосных установок при проведении экспериментальных исследований.



1. Компрессор
2. Манометры
3. Штуцер заправочный
4. Вентиль
5. Фильтр-осушитель
6. Стекло смотровое
7. Трубка капиллярная
8. Теплообменнтк

Рис. 1. Схема установки теплового насоса 1

Установка рис. 1, работает следующим образом. В зависимости от направления движения хладагента, задаваемого вентилями 4, один из теплообменников может быть либо конденсатором, либо испарителем. Заправочный штуцер 3 служит для заправки компрессора фреоном R-134a (характеристики фреона представлены в таблице 2). Манометры 2, высокого и низкого давлений позволяют измерять давление в двух точках гидропневматической системы стенда: на выходе и на входе в компрессор. После сжатия в компрессоре 1 рабочее тело, пройдя через открытый вентиль 4, поступает в первый теплообменник (конденсатор), где происходит процесс передачи тепла воде. Далее хладагент движется через смотровое окно 6, фильтр-осушитель 5 и проходит через капиллярную трубку 7, после чего поступает во второй теплообменник (испаритель), при этом отбирается тепло, а затем возвращается в компрессор и процесс повторяется заново. В ходе работы экспериментальной установки фиксировались температуры хладона в ключевых точках теплового насоса (на входе и выходе конденсатора и испарителя). Измерение температуры осуществлялось цифровыми термопарами и фиксировалось многоканальным измерителем температуры. Измеритель температуры подключался к ПЭВМ через разъем COM2 по стандарту

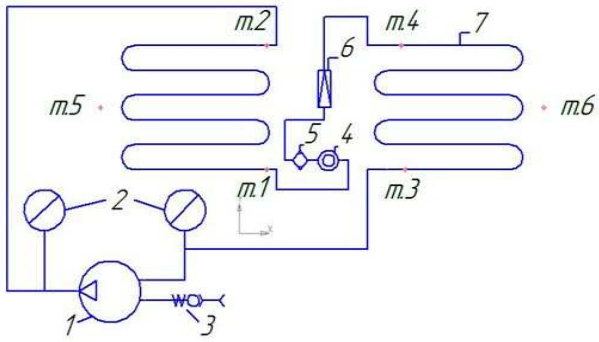
RS-232 по трехпроводной схеме. Обмен и обработка данных осуществлялись с помощью специальной программы.

Смотровое стекло позволяет визуально контролировать агрегатное состояние фреона и наличие или отсутствие в нем влаги. Фильтр-осушитель служит для удаления влаги из хладагента, а также защищает капиллярную трубку от засорения твёрдыми частицами. Капиллярная трубка представляет собой устройство для расширения и охлаждения фреона и имеет форму дросселя постоянного сечения (регулирующий орган), где разность давлений конденсации и испарения фреона происходит за счет трения внутри нее.

Таблица 2. Характеристики фреона R-134a

Температура кипения при 1,013 бар (°C)	-26,1
Давление кипения при 25 °C (бар)	6,65
Плотность жидкости при 25 °C (кг/м3)	1,206
Критическое давление (бар)	40,7
Скрытая теплота парообразования при 1,013 бар (кДж/кг)	215,9

Схема второго теплового насоса представлена на рис. 2. Основное отличие данных тепловых насосов заключается в использовании элементов различных геометрических размеров и направлениях движения хладагента (тепловой насос 1 имеет два направления движения хладагента, которое регулируется с помощью вентилей, а тепловой насос 2 имеет неизменное направление движения фреона)



1. Компрессор
2. Манометры
3. Штуцер заправочный
4. Стекло смотровое
5. Фильтр-осушитель
6. Трубка капиллярная
7. Теплообменник

Рис. 2. Схема установки теплового насоса 2

Актуальность данного исследования заключается в том, что на основании полученных результатов можно выбрать оптимальный режим работы теплового насоса, а так же предложить пути совершенствования схем тепловых насосов. По результатам проведенных экспериментальных исследований, получены диаграммы изменения температур в узловых точках ТН.

На рис. 3, 4 представлены типичные изменения температуры внутри камеры испарителя и конденсатора.

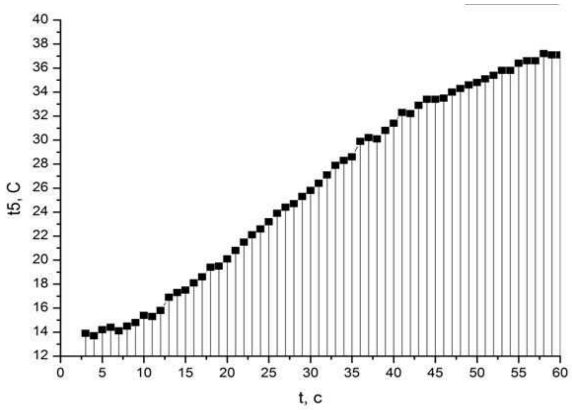


Рис. 3. Изменение температуры внутри камеры испарителя

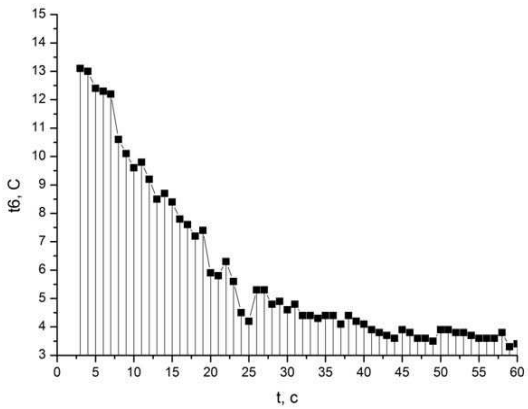


Рис. 4. Изменение температуры внутри камеры конденсатора

На рис 5, 6 представлены изменения температуры на выходе из конденсатора ТН 1 и ТН 2. Видно, что температура фреона в ТН 1 выше на 4,8 градуса. Это обусловлено тем, что мощность компрессора в первой установке выше.

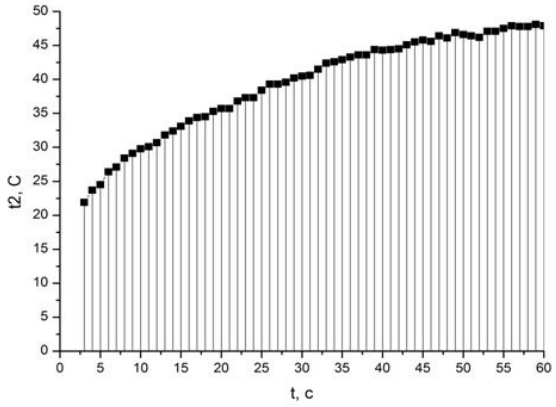


Рис. 5. Изменение температуры на выходе из конденсатора ТН 1

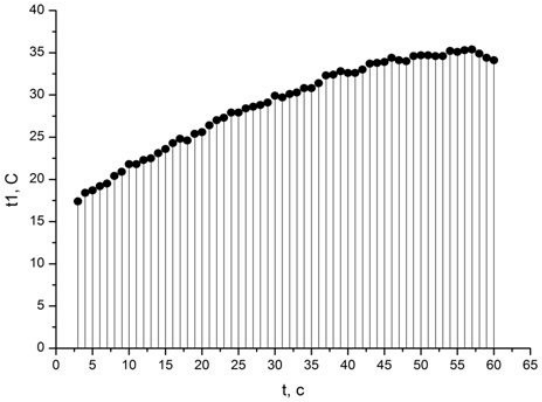


Рис. 6. Изменение температуры на выходе из конденсатора ТН 2

Список используемой литературы:

1. Соколов Е. Я., Бродянский В. М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с
2. Везиршвили О. Ш., Меладзе Н. В. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и хладоснабжения. – М.: Издательство МЭИ, 1994. – 160 с..
3. А15. Н.Н. Кошкин, Холодильные машины, Л., 1985.
4. Холодильные машины / Тимофеевский Л. С. – СПб.: Политехника, 1997. – 992 с.
5. Мааке В., Эккерт Г.-Ю., Кошпен Ж.-Л. Польманн. Учебник по холодильной технике. – М.: Издательство Московского университета, 1998. – 1142 с
6. Богданов С. Н., Иванов О. П., Куприянов А. В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. – СПб.: Машиностроение, 1976. – 168 с.
7. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г. Н. Данилова. – СПб.: Машиностроение, 1986. – 303 с..
8. Danfoss. Catalogue 2000