ПОЛУЧЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОДЯНОГО ЭКВИВАЛЕНТА НА ПРАКТИКЕ

Журлова Полина Юрьевна

магистр, МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Москва

Соловов Валерий Валерьевич

магистрант, МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Москва

The Getting a negative water equivalent in practice

Polina Zhurlova

master, BMSTU, Russia, Moscow

Valery Solovov

graduate student, BMSTU, Russia, Moscow

Аннотация. С целью получения результатов работы парокомпрессионного холодильного цикла на практике был проведен эксперимент на лабораторном стенде. Проведено дальнейшее моделирование, основанное на экспериментальных данных. Получены основные характеристики цикла. Представлены основные зависимости. Описаны следствия получения отрицательного водяного эквивалента.

Abstract. In order to obtain the results of the operation of the vapor compression refrigeration cycle, in practice an experiment was performed on a laboratory installation. Further modeling based on experimental data was carried out. The main characteristics of the cycle are obtained. The consequences of obtaining a negative water equivalent are described.

Ключевые слова: водяной эквивалент; температурный глайд; теплообменный аппарат, тепловой насос.

Keywords: water equivalent; temperature glide; heat exchanger; heat pump.

В настоящее время в холодильной технике широко распространено мнение, что противоточные теплообменные аппараты эффективнее прямоточных. В связи с этим противоточная схема организации потоков используется чаще. Однако, как выяснилось на практике, картина складывается иным образом. Были проведены испытания на специально созданной экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1 [2]. Данная установка работает по классическому циклу парокомпрессионной холодильной машины в режиме теплового насоса [1–2; 4].

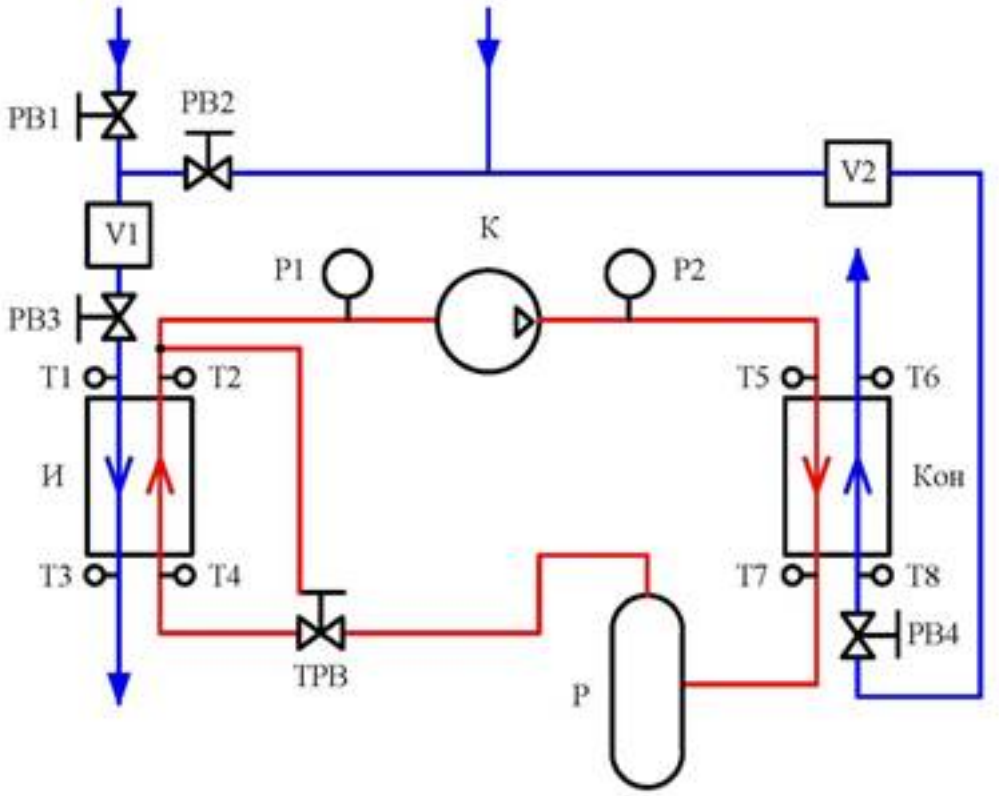

Рисунок 1. Схема установки, работающей по системе вода-вода

На основании экспериментальных данных было произведено моделирование в специальном программном пакете. Принципиальная схема цикла представлена на рисунке 2.

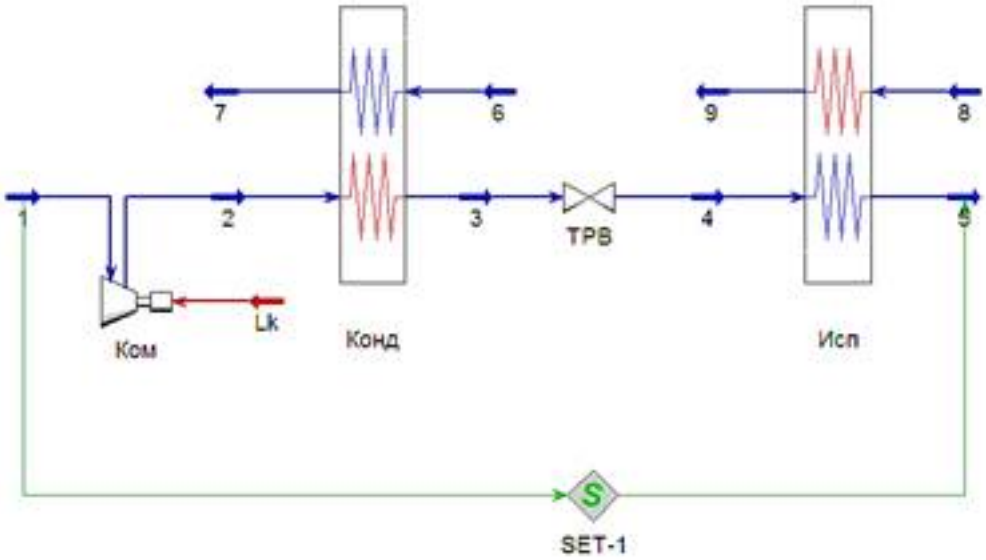

Рисунок 2. Принципиальная схема цикла

Моделирование проводилось на разных хладагентах с целью сравнения показателей эффективности: на чистом веществе R22 и смесевом хладагенте R407C. Сравнение

проводилось при следующих условиях (табл. 1).

Таблица 1.

Условия сравнения циклов на различных ХА

Параметр	Цикл на R407C	Цикл на R22
V_E, м^3/ч	20,7	20,7
$Q_{КОНД}/LMTD$, кВт/К	1,926	1,926
$Q_{ИСП}/LMTD$, кВт/К	2,105	2,105
$T_{ВОДЫ.ВХ}$, °С	5	5
$T_{ВОДЫ.ВЫХ}$, °С	50	50

Условные обозначения таблицы:

V_E – объемная производительность компрессора, м^3/ч;

$Q_{КОНД}$ – теплота, передаваемая в конденсаторе, кВт;

$Q_{ИСП}$ – теплота, передаваемая в испарителе, кВт;

LMTD – среднелогарифмический температурный напор, К;

$T_{ВОДЫ.ВХ}$ – температура воды на входе в установку, °С;

$T_{ВОДЫ.ВЫХ}$ – температура воды на выходе из установки, °С

Были получены зависимости температур от передаваемого тепла в испарителе (рис. 3, 4) и основные характеристики цикла (табл. 2).

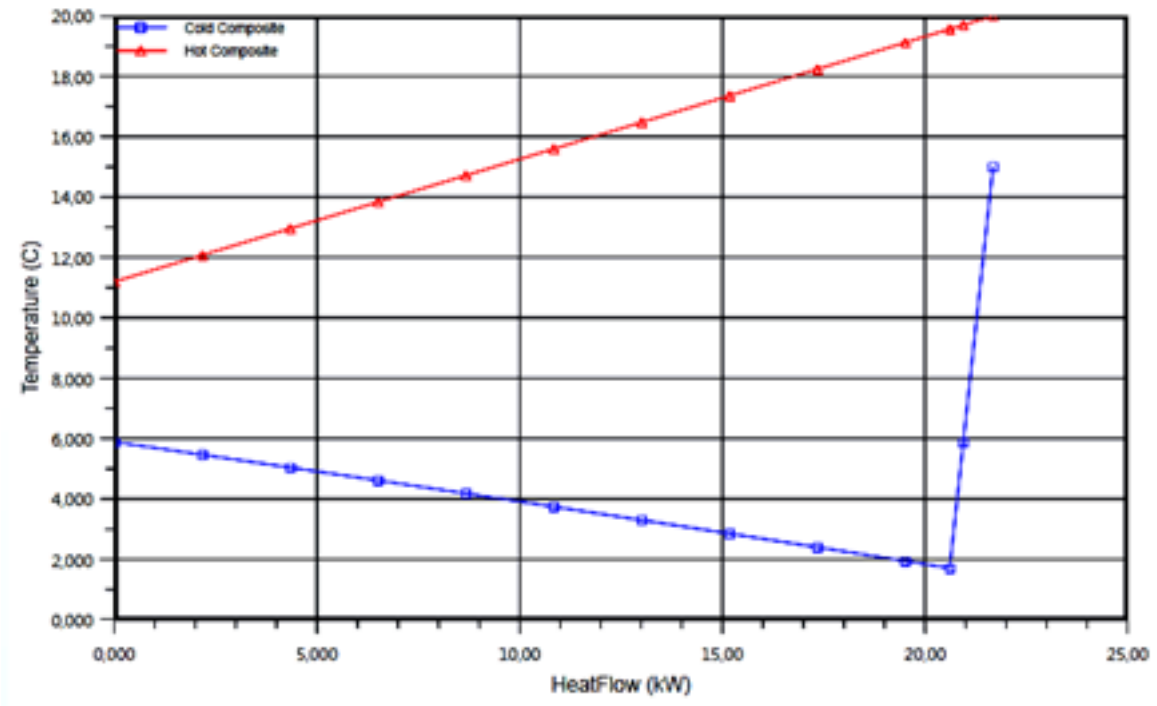

Рисунок 3. Q-T диаграмма испарителя на R22

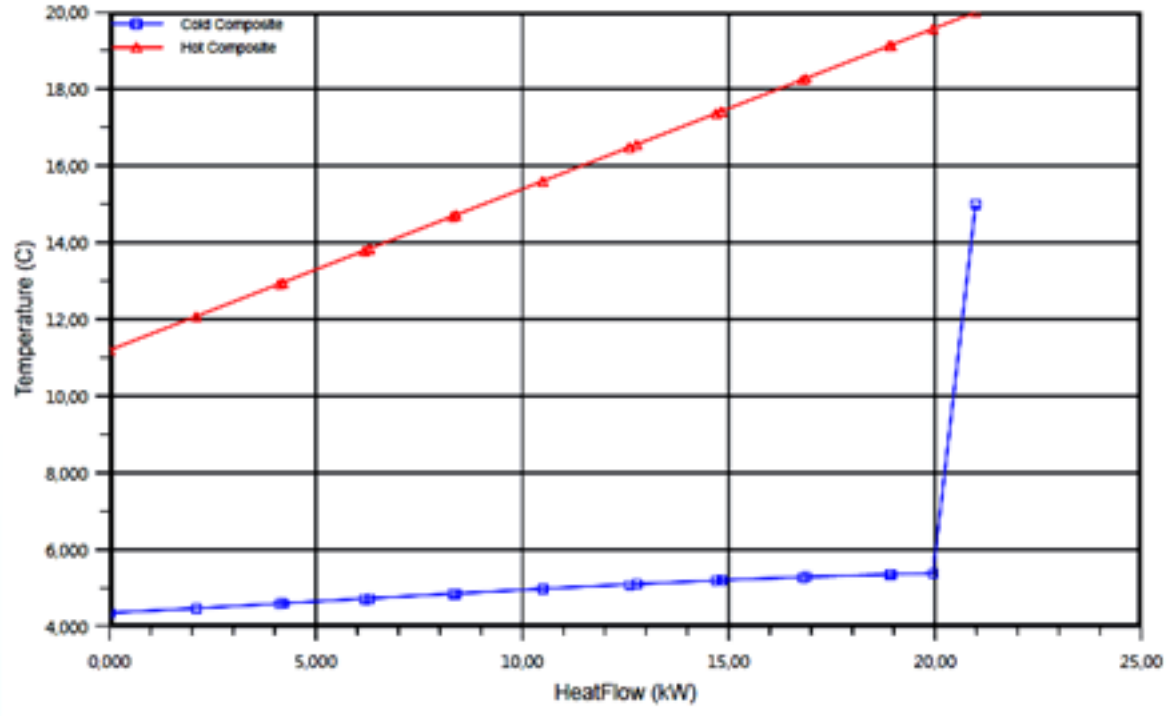

Рисунок 4. Q-T диаграмма испарителя на R407C

Таблица 2.

Основные характеристики цикла

Параметр	R407C	R22
Работа компрессора, кВт	5,768	5,721
Теплота в конденсаторе, кВт	26,75	27,4
Отопительный коэффициент	4,638	4,789

Анализ наклона кривых в Q-T диаграмме испарителя на R407C хладоне показал приближенность процесса кипения смесевых ХА к изотермичности [6] вследствие температурного глайда (рис. 4) [3]. Это приводит к повышению отопительного коэффициента [5]. Кроме того, вследствие температурной депрессии, вызванной значительными гидропотерями, был получен отрицательный водяной эквивалент на чистом хладагенте R22 (рис. 3):

$$W = \frac{dQ}{dt} < 0$$

Выводы. Как показал эксперимент и дальнейшее моделирование цикла, на практике может быть получен отрицательный водяной эквивалент. Отрицательный водяной эквивалент свидетельствует о том, что при достаточной температурной депрессии в испарителе среднелогарифмический температурный напор увеличивается, а значит, уменьшаются энергетические показатели цикла, так как увеличивается необратимость теплообмена. И как следствие, можно сделать вывод о том, что в данной ситуации более предпочтительно прямоточное распределение потоков в ТОА. Таким образом, противоточная схема не всегда эффективнее прямоточной, как считалось ранее.

Список литературы:

1. Воронов В.А., Журлова П.Ю., Заболотный Д.Ю., Шереметьев С.С. Подбор смесевых хладагентов для парокомпрессионных холодильных машин и тепловых насосов. // Политехнический молодежный журнал – 2016. – № 3.

2. Гаранов С.А., Воронов В.А., Заболотный Д.Ю., Журлова П.Ю. Стенд парокомпрессионного теплового насоса // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2016. – № 1 (49). – С. 6.

3. Журлова П.Ю., Заболотный Д.Ю., Гаранов С.А. Сравнение парокомпрессионного цикла теплового насоса на различных смесевых хладагентах в программном пакете Aspen HYSYS и повышение его эффективности. // Холод. Техника. – 2017. – № 1. – С.38–43.

4. Журлова П.Ю., Самсоненков А.Е., Шереметьев С.С., Гаранов С.А. Повышение энергоэффективности теплового насоса «вода-вода» // Наука сегодня: реальность и перспективы: сб. докл. Международной научно-практической конференции. Научный центр «Диспут». – Вологда. – 2016. – С. 28–31.

5. Журлова П.Ю., Соловов В.В., Гаранов С.А. Сравнение эффективности циклов ТН, работающих на R450a и новой смеси CO2, R32 и R134a. // Холод. Техника. – 2017. – № 6.

6. Заболотный Д. Ю., Журлова П. Ю., Воронов В. А. Сравнение парокомпрессионного цикла теплового насоса на различных хладагентах в программном пакете Aspen HYSYS. // Молодежный научно-технический вестник. – 2016. – № 10.