

УДК 621.564; 621.577

Э.Г. Братута, А.В. Шерстюк

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

e-mail: beg@kpi.kharkov

Д.Х. Харлампи́ди

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, ул. Дм. Пожарского, 2/10, г. Харьков, Украина, 61046

e-mail: kharlampidi@ipmach.kharkov.ua

ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Проведён анализ влияния режимных параметров и эффектов их взаимодействия на энергетическую эффективность холодильных машин и тепловых насосов, работающих по сверхкритическому циклу с диоксидом углерода (хладагентом R744). Установлена нелинейная связь между параметрами сверхкритического цикла. Определены максимальные и минимальные температурные границы сверхкритического цикла. Предложены новые регрессионные зависимости для нахождения максимального холодильного коэффициента и оптимального давления нагнетания в сверхкритическом цикле.

Ключевые слова: Диоксид углерода. Холодильная машина. Тепловой насос. Сверхкритический цикл. Хладагент R744. Холодильный коэффициент. Оптимизация.

E.G. Bratuta, A.V. Sherstyuk, D.Kh. Kharlampidi

THE OPTIMAL CONDITIONS FOR REALIZATION OF A SUPERCRITICAL CYCLES REFRIGERATION MACHINES AND HEAT PUMPS

The influence of regime parameters and effects of their interaction on the energy efficiency of a supercritical R744 cycle refrigeration machine and heat pumps is analyzed. The non-linear connections between the parameters of a supercritical cycle are detection. The minimum and maximum of limiting temperature of supercritical cycle are determined. New regression dependences for the calculation of the maximum coefficient of performance and optimum discharge pressure in supercritical cycles are developed.

Keywords: Carbon dioxide. Refrigeration machine. Heat pump. Supercritical cycles. Refrigerant R744. Coefficient of performance. Optimization.

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы прослеживается тенденция к использованию в холодильных машинах (ХМ) и тепловых насосах (ТН) так называемых «старых» хладагентов, среди которых особое место занимает диоксид углерода (R744). Это природный хладагент, имеющий критические параметры: $t_{кр}=31\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P_{кр}=73,83\text{ бар}$. Из-за относительно низкой критической температуры для отвода теплоты в холодильном цикле при температуре выше $t_{кр}$, используется конвективное охлаждение газа, а сам цикл при этом является сверхкритическим.

Существующие на сегодняшний день ТН и ХМ с R744 не являются оптимизированными конструкциями. Их энергетическая эффективность при работе по сверхкритическому циклу с R744, как правило, оказывается ниже, чем у докритических систем с синте-

тическими хладагентами. Однако сверхкритические системы обладают более широкими возможностями для оптимизации режимных и конструктивных параметров, чем традиционные докритические установки. Главным образом, это связано с неоднозначным влиянием давления нагнетания в цикле на энергетическую эффективность ХМ и ТН, а также аномальным проявлением теплофизических свойств в сверхкритической области, характеризующейся наличием максимумов для теплоёмкости и ряда других параметров.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вопросам оптимизации режимных параметров сверхкритического цикла посвящён ряд работ [1-6]. В [6] на основе численного моделирования термодинамических режимов работы сверхкритических систем