

УДК 621.59

В.В. Кузнецов*, **В.Н. Кухаренко****

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

*e-mail: khpi.tkf@gmail.com

**e-mail: kukharenkovn@gmail.com

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ СООТНОШЕНИЙ НА ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ С ПУЛЬСАЦИОННОЙ ТРУБКОЙ

Рассмотрены два подхода для оценки теплового потока от стенки пульсационной трубки к рабочему телу. Выполнен анализ существующих эмпирических зависимостей, описывающих коэффициент гидравлического сопротивления регенератора. Модифицированы алгоритмы расчёта потоков массы через клапаны и теплового потока в каналах на базе модели, основанной на структурно-модульном подходе. Получены уравнения для расчёта коэффициентов теплоотдачи в трубке и рекомендации для определения гидравлического сопротивления в регенераторах низкотемпературных охладителей с пульсационной трубкой. Расхождения в значениях расчётных и экспериментальных интегральных характеристик не превышают 25 %.

Ключевые слова: Пульсационная трубка. Коэффициент теплоотдачи. Регенератор. Гидравлическое сопротивление. Клапан. Холодопроизводительность. Мощность.

V.V. Kuznetsov, V.N. Kukharenko

INFLUENCE ANALYSIS OF EMPIRICAL EQUATION ON THE INTEGRAL CHARACTERISTICS OF LOW-TEMPERATURE COOLERS WITH PULSATION TUBE

Two approaches for estimating heat flow from a wall pulsation tube to the working fluid were considered. The analysis of existing empirical dependences describing the coefficient of hydraulic resistance of the regenerator conducted. The algorithms for calculating the mass flows were modified by through the valves and heat flow in the channels on the basis of a model on structural and modular approach. The equations for calculating heat transfer coefficients in the tube and recommendations for determining the hydraulic resistance in the low-temperature regenerators' coolers with the pulsating tube are obtained. The differences in values of calculated and experimental integral characteristics not exceed 25 %.

Keywords: Pulsation tube. Heat transfer coefficient. Regenerator. Hydraulic resistance. Valve. Cooling capacity. Power.

1. ВВЕДЕНИЕ

Низкотемпературные охладители с пульсационной трубкой (НОПТ) используются главным образом в криогенной технике. Однако в связи с повышением требований к экологической безопасности устройств холодильной техники рассматривается возможность их применения в диапазоне умеренных температур [1]. Эти устройства имеют относительно простую конструкцию, обладают высокой надежностью, в них отсутствуют движущиеся элементы в низкотемпературной части. Но из-за более низкого теоретического КПД этих устройств по сравнению с циклами Карно или Стирлинга, применение НОПТ в диапазоне умеренных температур возможно при оптимизации с целью достижения более высокой эффективности [2]. Для этого может быть использована одномерная ма-

тематическая модель, описанная в [3].

Важным фактором, обеспечивающим высокую точность определения интегральных характеристик устройства (работа компрессора, холодопроизводительность и т.п.), является выбор эмпирических зависимостей для расчёта коэффициентов теплообмена и гидравлического сопротивления в элементах машин. Математическая модель [3] обеспечивает высокую точность при расчёте циклов криогенных газовых машин Стирлинга, Гиффорда-Макмагона, Гиффорда. Однако для расчёта цикла НОПТ необходимо внесение уточнений в расчёт теплового потока в пульсационной трубке.

В настоящее время не существует единого подхода к расчёту теплового потока от стенки пульсационной трубки к рабочему телу в одномерных моделях. В ряде работ используются критериальные уравнения