

УДК 536.24

В. Б. Кунтыш, проф., д-р. техн. наук;
 А. Б. Сухоцкий, доц., канд. техн. наук;
 Г. С. Сидорик, асп.; В. Н. Фарафонов, доц., канд. техн. наук;
 В. В. Дударев, доц., канд. техн. наук
 (БГТУ, г. Минск)

**ТЕПЛОАЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
 ШАХМАТНЫХ ПУЧКОВ ИЗ ТРУБ С НАКАТНЫМИ
 АЛЮМИНИЕВЫМИ РЕБРАМИ ГРУППЫ
 КОМПАНИИ «ЦНО-ХИММАШ»**

Выполнено экспериментальное исследование шахматных шестирядных пучков в поперечном потоке воздуха из биметаллических труб со спиральными накатными алюминиевыми ребрами, которые изготавливаются группой компании ООО «ЦНО-ХИММАШ» для аппаратов воздушного охлаждения нефтегазового комплекса России. Параметры оребрения, мм: наружный диаметр ребра $d = 56$; высота, шаг, средняя толщина ребра соответственно $h = 14,6$; $s = 2,5$; $\Delta = 0,5$; диаметр у основания ребра $d_0 = d - 2h = 26,8$. Несущая труба выполнена из стали Ст.10. Наружный диаметр трубы $d_n = 25$ мм при толщине стенки 2 мм. Коэффициент оребрения трубы $\phi = 19,26$.

Известные теплоаэродинамические исследования пучков из труб с поперечными ребрами, осуществленные В. Ф. Юдиным, В. Б. Кунтышем, А. А. Жукаускасом с сотрудниками, Е. Н. Письменным не охватывают пучки с тесными шагами, значения которых отличаются небольшими пошаговыми отношениями между собой. Но такие компоновки перспективны для теплообменных секций АВО, в частности для аппаратов охлаждения природного газа. Они относятся к группе компоновок, обладающих энерго- и ресурсосбережением.

Опытами охвачены базовая равносторонняя компоновка с поперечным шагом $S_1 = S_2' = 64$ мм и продольным шагом $S_2 = 0,866 \cdot 64 = 55,4$ мм, а также равнобедренные компоновки, для которых $S_1 = 68$ мм, $S_2 = 55,4$ мм и $S_1 = 68$ мм, $S_2 = 50$ мм, которые целесообразно применять в АВО третьего поколения [1], здесь S_2' – диагональный шаг.

Изучалась приведенная теплоотдача локальным тепловым моделированием с помощью электрокалориметра. Исследованы изменение теплоотдачи по рядам пучка от 1-го до 6-го, по данным которых осуществлено усреднение теплоотдачи на весь пучок; аэродинамическое сопротивление пучков; термическое контактное сопротивление (ТКС) трубы.

Опытные данные обработаны в числах подобия:

$$Nu_i = \frac{\alpha_i d_0}{\lambda}, Nu = \frac{\alpha d_0}{\lambda}, Eu = \frac{\Delta P}{\rho w^2}, Re = \frac{w d_0}{\nu},$$

где α_i – коэффициент теплоотдачи i -го ряда пучка, Вт / (м²К); α – средний коэффициент теплоотдачи пучка, Вт / (м²К); ΔP – перепад статического давления, Па; w – скорость воздуха в сжатом поперечном сечении пучка, м/с.

Физические константы воздуха λ , ν , ρ принимались по его средней температуре.

Скорость воздуха изменялась в диапазоне от 2 до 10 м/с, а число Рейнольдса – от 3000 до 18000.

Опытные данные обобщены уравнениями подобия вида:

$$Nu_i = f(Re),$$

$$Nu = f(Re),$$

$$Eu = f(Re).$$

Значения ТКС для исследованной трубы составило 0,000212 м·К/Вт.

Усилие выпрессовки несущей трубы из оребренного образца длиной 100 мм составило 1400 кг, что свидетельствует о надежности механического соединения ребристой оболочки с несущей трубой и удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 51364-99.

Для опытов применена аэродинамическая труба разомкнутого типа [2], с поперечным сечением канала для прохода воздуха 300×300 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кунтыш В. Б. Тепловой и аэродинамический расчеты оребренных теплообменников воздушного охлаждения / В. Б. Кунтыш, Н. М. Кузнецов. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 280 с.
2. Кунтыш В. Б. Результаты исследования тепловых характеристик воздухонагревателя из биметаллических ребристых труб / В. Б. Кунтыш, В. В. Дударев, А. Б. Сухоцкий, В. И. Володин // Энергетика. Изв. высш. уч. зав. и энерг. объедин. СНГ. №1, 2014. С. 48–56.