

# ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ В ОДНОРЯДНОМ ОРЕБРЕННОМ ПУЧКЕ В АППАРАТАХ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Г.С. Сидорик, А.Б. Сухоцкий  
Учреждение образования «Белорусский государственный  
технологический университет»  
e-mail: [galiana.sidorik@gmail.com](mailto:galiana.sidorik@gmail.com)

**Summary.** Studied mixed convection in the bimetallic finned tubes and single-row horizontal beam. Spend an intensification of free convection for single-row horizontal beam.

Аппараты воздушного охлаждения с естественной тягой воздуха в энергосберегающем режиме без потребления электроэнергии приводом вентилятора через теплообменные секции используются лишь в холодное время года при температурах воздуха менее  $-15^{\circ}\text{C}$ . Однако при оснащении аппаратов воздушного охлаждения дополнительными устройствами, которые помогут усилить тягу, существует возможность сохранения теплопроизводительности аппарата при более высоких температурах [1].

В настоящее время широко изучена вынужденная конвекция, теплообмен при естественной циркуляции воздуха рассмотрен в [2, 3], однако проблема исследования свободной конвекции все еще остается актуальной.

На разработанном экспериментальном стенде [4] проведены исследования для одиночной оребренной трубы со следующими геометрическими параметрами  $d \times d_0 \times h \times s \times \Delta \times l = 56 \times 26 \times 15 \times 2,5 \times 0,5 \times 330$  мм, а также горизонтального однорядного пучка, состоящего из шести вышеуказанных труб, расположенных с шагом  $S=52$  мм.

Для интенсификации теплообмена над экспериментальным пучком устанавливалась вытяжная шахта с трапециевидальным основанием, переходящим в цилиндрическую трубу, диаметром 110 мм, высотой 52 см.

Подаваемая мощность на одну биметаллическую ребристую трубу изменялась в диапазоне 10-250 Вт, температура окружающей среды –  $19-26^{\circ}\text{C}$ .

Средний конвективный коэффициент теплоотдачи, Вт/( $\text{m}^2\text{K}$ )

$$\alpha_k = \frac{Q_k}{F \cdot (t_{\text{ст}} - t_0)}, \quad (1)$$

где  $F$  – площадь теплоотдающей оребренной поверхности трубы,  $\text{m}^2$ ;  $t_{\text{ст}}$  – средняя температура поверхности стенки у основания ребер трубы (среднеарифметическая температура по показаниям термопар),  $^{\circ}\text{C}$ .

Тепловой поток, отведенный конвекцией от трубы к окружающему воздуху, рассчитывался из уравнения, Вт

$$Q_k = W - Q_{\text{л}} - Q_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $W$  – электрическая мощность, подводимая к калориметру, Вт;  $Q_{\text{л}}$  – тепловой поток, отведенный излучением от трубы к воздуху, Вт;  $Q_{\text{п}}$  – тепловые потери через торцы труб и токопроводы, Вт.

Результаты эксперимента представлялись в числах подобия:

$$Ra = \frac{g \cdot \beta \cdot d_0^3 \cdot (t_{\text{ст}} - t_0)}{\nu^2} \cdot Pr, \quad (3)$$

$$Nu = \alpha_k \cdot \frac{d_0}{\lambda}, \quad (4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $\beta$  – коэффициент температурного расширения,  $\text{К}^{-1}$ ;  $\text{Pr}$  – число Прандтля;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$ .

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 1 в виде зависимости чисел Нуссельта от чисел Рейля для одиночной трубы, горизонтального пучка и горизонтального пучка с вытяжной шахтой.

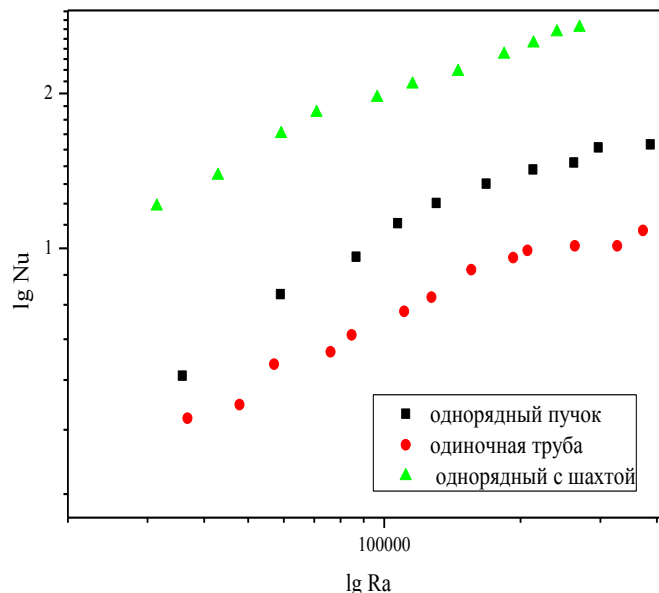


Рисунок 2. – Экспериментальная зависимость чисел Нуссельта от Рейля для оребренной калориметрической трубы, однорядного пучка и однорядного пучка с вытяжной шахтой

Из графика следует, что теплоотдача у горизонтального пучка выше, чем у одиночной трубы, что связано с изменением гидродинамического потока обтекания трубы и увеличением скорости проходящего через трубу воздуха.

Также за счет естественной тяги, создаваемой вытяжной шахтой, увеличивается скорость потока воздуха, что приводит к его турбулизации и увеличению коэффициента теплоотдачи. Следовательно, вытяжная шахта создает на поверхностях оребрения вынужденную конвекцию, которая усиливает эффект от свободной конвекции, что приводит к возникновению так называемой смешанной конвекции.

#### Литература

1. Бессонный А.Н. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения / А.Н. Бессонный, В.Б. Кунтыш – СПб.: Недра, 1996. – 512 с., ил.
2. Короленко Ю.А. Теплоотдача от горизонтального пучка труб к воздуху в условиях свободной конвекции // Изв. Томского ордена трудового красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова. – 1962. – Том №110. – С 26-33.
3. Самородов А.В. Совершенствование методики теплового расчета и проектирования аппаратов воздушного охлаждения с шахматными оребренными пучками // Автореферат. – 1999. – С. 3-22.
4. Сухоцкий А.Б., Сидорик Г.С. Экспериментальный стенд для исследования смешанной конвекции в ребристом пучке // Материалы Четвертой Всероссийской студенческой научно-технической конференции «Интенсификация тепло-массообменных процессов, промышленная безопасность и экология», г.Казань. 2015 г. – С. 3-6.