

Г.С. Маршалова<sup>1,2</sup>, А.Б. Сухоцкий<sup>1</sup>,  
М.С. Лира<sup>2</sup>, Е.С. Данильчик<sup>1</sup>, Д.В. Островская<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Белорусский государственный технологический университет  
Беларусь, 22006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а

<sup>2</sup> Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова  
НАН Беларуси  
Беларусь, 220072, г. Минск, ул. П. Бровки, д. 15

## ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПУЧКОВ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ С ВЫТЯЖНОЙ ШАХТОЙ

Исследование аэродинамического сопротивления пучков оребренных труб с вытяжной шахтой является важной задачей в теплоэнергетике, химической промышленности и системах вентиляции. Оребренные трубы широко применяются в теплообменных аппаратах для увеличения поверхности теплообмена, однако их аэродинамическое сопротивление может значительно влиять на энергопотребление системы.

Цель работы – численное исследование аэродинамического сопротивления двухрядного пучка АВО, оснащенных вытяжной шахтой с различными коэффициентами оребрения.

Методология численного исследования основана на CFD-моделировании с использованием уравнений Навье–Стокса и энергии, а также турбулентной модели SST  $k-\omega$  [1] для учета отрыва потока за трубами.

Изучены аэродинамические характеристики АВО, оснащенных вытяжной шахтой, четырех двухрядных шахматных пучков с различной высотой ребра труб  $h = 1,64-15,2$  при относительном шаге  $\sigma_1 = 1,13$ .

Исследуемые пучки состояли из оребренных труб со следующими характеристиками: наружный диаметр трубы с оре-

брением  $d = 0,034-0,0568$  м; высота ребра  $h = 0,004-0,0152$  м; межреберный шаг  $s = 0,00243$  м; диаметр трубы по основанию  $d_0 = 0,0264$  м; толщина ребра  $\Delta = 0,00055$  м.

По результатам численного моделирования были получены данные о средних скоростях воздуха в межтрубном сечении и перепаду давления на оребренном пучке.

Полученные данные были представлены в вид зависимости числа Эйлера от Рейнольдса (рис. 1):

$$Eu = \frac{\Delta p}{\rho \cdot w^2}, Re = \frac{w \cdot d_0}{\nu}, \quad (1)$$

где  $\Delta p$  – перепад давления на оребренном пучке, Па;  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $w$  – скорость воздуха в сжатом сечении пучка, м/с;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости м<sup>2</sup>/с.

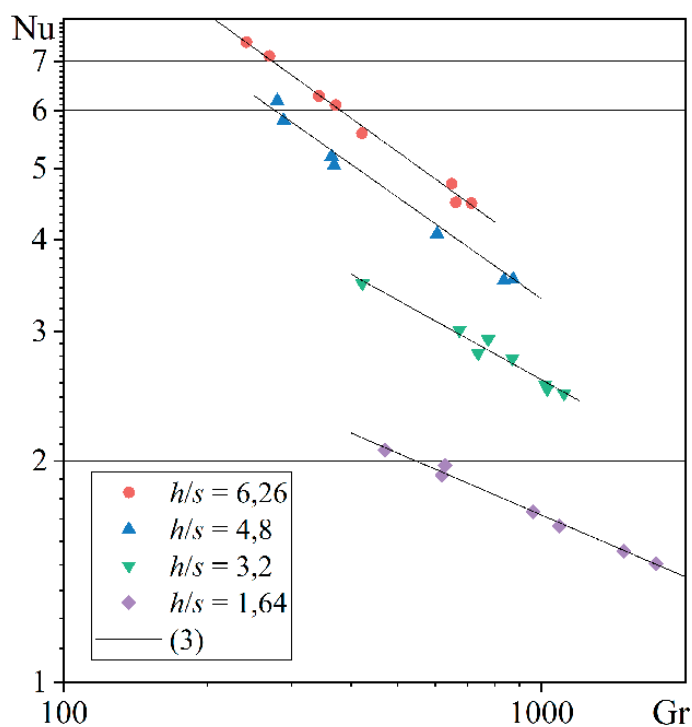


Рис. 1. Аэродинамическое сопротивление двухрядного пучка АВО, оснащенных вытяжной шахтой, с различными коэффициентами оребрения

Представленные на рисунке 1 данные были аппроксимированы следующей зависимостью:

$$Eu = A \cdot Re^{-n} \quad (2)$$

где соответственно для  $h/s = 6,26; 4,8; 3,2; 1,64$  коэффициенты  $A = 97,88; 79,8; 31,04; 11,69$  и  $n = 0,47; 0,46; 0,36; 0,28$ .

Установлено, что с увеличением относительной высоты ребра, коэффициент сопротивления  $Eu$  снижается, что связано с изменением структуры потока и уменьшением зон отрыва.

### Список литературы

1. Быстров Ю.А., Исаев С.А., Кудрявцев Н.А., Леонтьев А.И. Численное моделирование вихревой интенсификации теплообмена в пакетах труб. СПб.: Судостроение, 2005. – 392 с.

**G.S. Marshalova<sup>1,2</sup>, A.B. Sukhotskiy<sup>1</sup>, M.S. Lira<sup>2</sup>, E.S. Danilchik<sup>1</sup>, D.V. Jstrovskaya<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Belarusian State Technological University

13a Sverdlova St., Minsk, 220006, Belarus

<sup>2</sup> A.V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute, NAS of Belarus

15 P. Brovki St., Minsk, 220072, Belarus

**NUMERICAL STUDY OF AERODYNAMIC RESISTANCE IN BUNDLES OF FINNED TUBES WITH AN EXHAUST SHAFT**