

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАССОВОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ДЛЯ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ С ВЫТЯЖНОЙ ШАХТОЙ

**Г. С. Маршалова, А. Б. Сухоцкий, Е. С. Данильчик,
Д. В. Островская, В. Н. Фарафонов**
Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В статье исследуется массовая плотность теплового потока аппаратов воздушного охлаждения (АВО), оснащенных вытяжной шахтой, как ключевой параметр, определяющий компактность и энергоэффективность теплообменников. Актуальность работы обусловлена возрастающими требованиями к оптимизации пространства и энергопотребления в промышленных и энергетических системах.

Вопрос компактности аппаратов воздушного охлаждения (АВО) остается крайне актуальным в современных промышленных и энергетических системах. Это связано с повышением требований к энергоэффективности и экономии пространства. Компактные АВО позволяют размещать оборудование в стесненных условиях, например, в городской застройке или на морских платформах.

Важным параметром, характеризующим компактность АВО, который применяется для оценки рациональности использования алюминия, является массовая плотность теплового потока q_m , Вт/(кг·°C), рассчитываемая по формуле [1, 2]:

$$q_m = \frac{Q}{M(t_{ct} - t_0)} = \frac{\alpha(t_{ct} - t_0)F}{M(t_{ct} - t_0)} = \frac{\alpha \cdot F}{M}, \quad (1)$$

где Q – тепловой поток, Вт;

t_{ct} – температура стенки калориметрической трубы у основания трубы, °C;

t_0 – температура окружающего воздуха, °C;

α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·°C);

F – площадь оребренной поверхности трубы, м²;

M – масса оребрения одной трубы, кг.

Цель работы – численное исследование массовой плотности теплового потока теплообменников с воздушным охлаждением, оснащенных вытяжной шахтой.

Исследуемые пучки состояли из оребренных труб со следующими характеристиками: наружный диаметр трубы с оребрением $d = 0,0264$ – $0,0568$ м; высота ребра $h = 0$ – $0,0152$ м; межреберный шаг $s = 0,00243$ м; диаметр трубы по основанию $d_0 = 0,0264$ м; толщина ребра $\Delta = 0,00055$ м. Относительный поперечный шаг составил $\sigma_1 = S_1 / d = 1,23$.

Над оребренным трубным пучком была размещена вытяжная шахта высотой $0,52$ м и площадью выходного отверстия $0,033$ м².

Полученные данные представлены на рисунке 1 в виде зависимостей $q_m = f(\text{Gr})$ и $q_m = f(h/s)$, где Gr – число Грасгофа:

$$\text{Gr} = \frac{g\beta(t_{ct} - t_0)d_0^3}{\nu^2}, \quad (2)$$

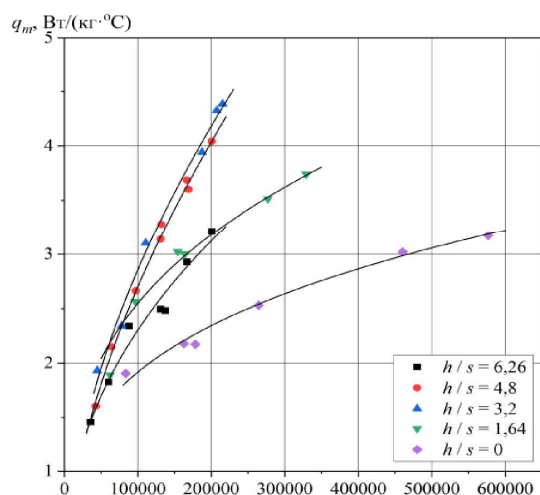
где g – ускорение свободного падения, м/с²;

β – коэффициент объемного расширения, °C⁻¹;

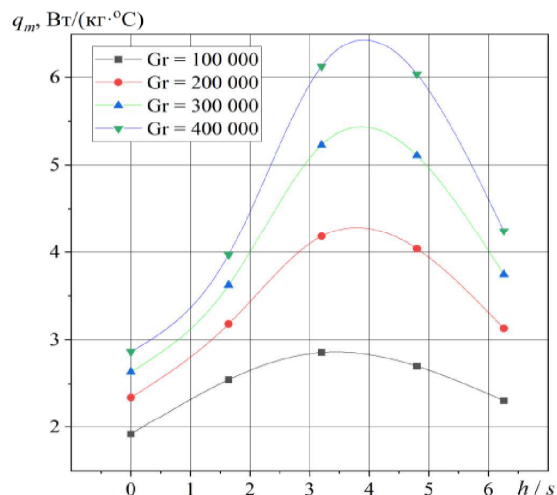
t_{ct} – температура стенки трубы у основания, °C;

t_0 – температура окружающего воздуха, °C;

ν – коэффициент кинематической вязкости м²/с.



а



б

Рисунок 1 – Массовая плотность теплового потока теплообменников с воздушным охлаждением, оснащенных вытяжной шахтой

Рисунок 1 а) демонстрирует максимальную массовую плотность теплового потока для $h/s = 3,2$. При этом для каждой высоты ребра темп роста функции отличается и с уменьшением высоты ребра также снижается.

Для поиска максимума теплоотдачи были построены зависимости $q_m = f(h/s)$ на рисунке 1 б) при постоянных числах Грасгофа. Для исследуемых диапазонов максимальная теплоотдача лежит между $h/s = 3$ и $h/s = 4$. Это является оптимумом между теплоотдачей и аэродинамическим сопротивлением. При $h/s < 3$ площадь контакта с воздухом недостаточна для интенсивного теплообмена, а при $h/s > 4$ возрастает аэродинамическое сопротивление.

Литература

1. Данильчик, Е. С. Экспериментальные исследования эффективности однорядного пучка из биметаллических оребренных труб с различной высотой оребрения при свободно-конвективном теплообмене с воздухом / Е. С. Данильчик, А. Б. Сухоцкий, В. Б. Кунтыш // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. – 2020. – Т.22, № 5. – С. 128–141.

2. Сухоцкий, А. Б. Конвективная теплоотдача однорядных пучков из труб с накатными алюминиевыми ребрами различной высоты при малых числах Рейнольдса / А. Б. Сухоцкий, Е. С. Данильчик // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2021. – Т. 64, № 4. – С. 336–348.

УДК 628.355.5

НИТЧАТОЕ ВСПУХАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

А. А. Масехнович, А. Д. Подсосонная, Д. А. Савич
Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В работе исследовано влияние различных концентраций растворенного кислорода на структуру и состав микробного сообщества активного ила в модельных биореакторах.