

Щербин Сергей Анатольевич,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: dekan_ftk@angtu.ru

Колесниченко Виктор Александрович,

обучающийся, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: victor.kolesnichenko8@gmail.com

О ПОДХОДАХ К РАСЧЕТУ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ДЛЯ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Shcherbin S.A., Kolesnichenko V.A.

ON APPROACHES TO CALCULATING THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT IN APPARATUS OF AIR COOLING

Аннотация. Рассмотрены методики расчета коэффициента теплопередачи в аппаратах воздушного охлаждения.

Ключевые слова: теплообмен, теплопередача, аппарат воздушного охлаждения, коэффициент оребрения.

Abstract. The methods of calculating the heat transfer coefficient in air cooling devices are considered.

Keywords: heat exchange, heat transfer, air cooling apparatus, coefficient of finning.

Значительная доля используемой в нефтеперерабатывающей промышленности теплообменной аппаратуры приходится на аппараты воздушного охлаждения (АВО), которые применяются для конденсации паров и охлаждения продуктов разделения нефти (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут и др.).

Площадь теплопередающей поверхности теплообменных аппаратов рассчитывается из основного уравнения теплопередачи:

$$F = Q / (K \Delta t_{cp}), \quad (1)$$

где Q – мощность теплового потока в аппарате, Вт; Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителей по всей поверхности теплообмена, К; K – коэффициент теплопередачи для пучка оребренных труб, Вт/(м²·К).

При проектировании новых и реконструкции существующих АВО одним из важных факторов является выбор обоснованной методики расчета коэффициента теплопередачи. Очевидно, что неточность расчета K приводит или к завышению F и увеличению размеров, металлоемкости и стоимости оборудования, либо к уменьшению F и недостаточной эффективности охлаждения.

В литературе приведены различные методики расчета коэффициента теплопередачи для оребренных биметаллических труб, наиболее часто применяющихся в теплообменных секциях АВО.

Расчет по методике [1] осуществляется по формуле:

$$K = (\psi / \alpha_1 + R_3 \varphi d_0 / d_{cp} + 1 / \alpha)^{-1}, \quad (2)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от горячего теплоносителя в трубном пространстве, Вт/(м²·К); $\psi = \varphi d_0 / d_1$ – коэффициент увеличения площади поверх-

ности теплообмена; φ – коэффициент оребрения трубы; d_0 – наружный диаметр алюминиевой трубы по основанию ребра, м; d_1 – внутренний диаметр стальной трубы, м; $R_э$ – эквивалентное термическое сопротивление труб, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$; $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр внутренней трубы, м; α – приведенный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности труб к воздуху, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Коэффициент теплопередачи может быть вычислен также по формуле, приведенной в [2]:

$$K = \left[\varphi d_0 / (\alpha_1 d_1) + \delta_{\text{ст}} \varphi d_0 / (\lambda_{\text{ст}} d_1) + R_{31} \varphi d_0 / d_1 + \right. \\ \left. + R_{\text{к}} \varphi d_0 / d_{\text{к}} + \delta_{\text{а}} \varphi d_0 / (\lambda_{\text{а}} d_{\text{к}}) + 1 / \alpha + R_{32} \right]^{-1}, \quad (3)$$

где $\delta_{\text{ст}}$ – толщина стенки внутренней трубы, м; $\lambda_{\text{ст}}$ – коэффициент теплопроводности материала внутренней трубы, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$; R_{31} и R_{32} – термические сопротивления загрязнений на внутренней и наружной поверхностях трубы, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$; $R_{\text{к}}$ – контактное термическое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$; $d_{\text{к}}$ – наружный диаметр стальной трубы, м; $\delta_{\text{а}}$ – толщина стенки наружной алюминиевой трубы, м; $\lambda_{\text{а}}$ – коэффициент теплопроводности материала наружной трубы, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.

Применяют также формулу для расчета коэффициента теплопередачи через плоскую стенку, отнесенного к наружной поверхности условно неоребреной трубы диаметром d_0 [3]:

$$K = [1 / \alpha_1 + R_{31} + \delta_{\text{ст}} / \lambda_{\text{ст}} + R_{32} + 1 / (\alpha \varphi)]^{-1}. \quad (4)$$

Результаты сравнения методик расчета [1-3] показали [4], что наименьшее значение коэффициента теплопередачи получается при расчете по формуле (3). Использование формулы (2) приводит к незначительному увеличению K (не более чем на 3,5%). Значение коэффициента теплопередачи, полученное по формуле (4), на 20–30% больше по сравнению с рассчитанным по формуле (3). Поэтому применение методики, изложенной в [3], при проектировании АВО, может привести к завышению K , недостаточному охлаждению горячего теплоносителя и нарушению технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика теплового и аэродинамического расчета аппаратов воздушного охлаждения. М.: ВНИИнефтемаш, 1981.
2. **Кунтыш, В.Б.** Тепловой и аэродинамический расчеты оребренных теплообменников воздушного охлаждения / В.Б. Кунтыш, Н.М. Кузнецов. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 278 с.
3. **Доманский, И.В.** Машины и аппараты химических производств / И.В. Доманский и др. Под общей редакцией В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 188 с.
4. **Кунтыш, В.Б.** Анализ методик расчета теплопередачи аппаратов воздушного охлаждения / В.Б. Кунтыш, А.Б. Сухоцкий, А.Ю. Жданович, А.Э. Пиир. // Химическая техника. – 2015. – № 4. – С. 14-18.