

УДК 621.6:536:519.86

Р.В. Коцюрко, В.Г. Хомишин, І.Д. Лучейко, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТЕПЛООБМІННИКА «ТРУБА В ТРУБІ»: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

R.V. Kotsiurko, V.H. Khomyshyn, I.D. Lucheyko, Ph.D., Assoc. Prof.

MATHEMATICAL MODELING OF THE DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER FUNCTIONING: STATEMENT OF THE PROBLEM

Теплообмінні апарати (ТА) типу «труба в трубі» широко використовуються в промисловості. Під час експлуатації на їх поверхнях з'являється шар накипу, який є «негативним» теплоізолятором. Це призводить до збільшення термічного опору, а отже, – до зниження ефективності процесу теплопередачі, що зі сучасної точки зору енергозбереження неприпустимо.

У ролі базової була використана традиційна модель для проточної теплоносіїв (ТН) у стаціонарному режимі роботи ТА довжиною L [1])

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dT_1}{dz} = A(T_2 - T_1) \\ \frac{dT_2}{dz} = B(T_1 - T_2) \\ T_1|_{z=0} = T_1' \\ T_2|_{z=0} = T_2' \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{T_1' - T_1}{T_1' - T_2'} = \frac{1}{1 + \gamma_m} \{1 - \exp[-A(1 + \gamma_m)l]\} \\ \frac{T_2 - T_2'}{T_1' - T_2'} = \frac{\gamma_m}{1 + \gamma_m} \{1 - \exp[-A(1 + \gamma_m)l]\} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

де T_1', T_1 – значення температури на вході та вздовж ТА в міжтрубному просторі, а T_2', T_2 – відповідні значення для трубного простору; $l = z/L$ – відносна поздовжня координата ТА.

В (1) A та B – безрозмірні комплекси як визначальні параметри системи:

$$A = \frac{\pi L K(x) d(x)}{m_1 c_1}, \quad B = \frac{\pi L K(x) d(x)}{m_2 c_2} \Rightarrow \gamma_m = \frac{B}{A} = \frac{m_1 c_1}{m_2 c_2} \notin f(x), \quad (2)$$

де K – коефіцієнт теплопередачі; d – внутрішній діаметр труби; m_1, m_2 – масові розходи теплоносія в міжтрубному та трубному просторі; c_1, c_2 – відповідні питомі теплоємності теплоносіїв; x – відносна товщина накипу ($x = [0...1]$) [2]; γ_m – симплекс чисел A та B , рівний відношенню добутків $m_i c_i$, Вт/К \equiv (Вт/м)/(К/м). Даний добуток рівний лінійній потужності, затрачуваній на переміщення ТН при одиничному градієнті температури у поздовжньому напрямі.

Основна трудність знаходження температурних полів у ТА – розрахунок впливу товщини накипу x на коефіцієнт теплопередачі K .

Література

1. Мошинский А.И. Анализ модели теплообменников типа «труба в трубе» // Теорет. основы хим. технологии. – 2011. – Т. 45. – № 3. – С. 340–348.

2. Р. Коцюрко, І. Лучейко. Оцінка енергоефективності теплообміну в трубах гарячого водопостачання при утворенні накипу // XV наук. конф. ТНТУ ім. І. Пулюя, грудень 2011 р. – С. 186.