

УДК 662.99.99

Осадца Я. – ст. гр. $\hat{A}i_{ii}^{\xi} - 71$

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРАХУНОК КРИТИЧНОГО ДІАМЕТРА ІЗОЛЯЦІЇ ДЛЯ ДВОШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ТРУБИ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лучейко І.Д.

Розглядається циліндрична труба з гарячим (рідким чи газоподібним) теплоносієм, покрита ззовні двома різними шарами твердої теплової ізоляції. Повний лінійний термічний опір рівний сумі опорів

$$R_l = \frac{1}{\alpha_{1o}\pi d_0} + \frac{1}{2\pi\lambda_0} \ln \frac{D_0}{d_0} + \frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{D_1}{D_0} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{1}{\alpha_2\pi D_2}, \quad (1)$$

де d_0, D_0 - внутрішній і зовнішній діаметри неізолюваної труби; D_1, D_2 - зовнішні діаметри ізоляційних шарів; $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$ - коефіцієнти теплопровідності матеріалів труби та шарів відповідно; $\alpha_{1o}(d_0), \alpha_2(D_2)$ - коефіцієнти тепловіддачі від теплоносія до внутрішньої стінки труби та від зовнішньої поверхні другого шару ізоляції до навколишнього середовища (НС).

Зваживши, що $D = 2R$, запишемо (1) у більш зручній для аналізу формі

$$2\pi R_l = \frac{1}{\alpha_{1o}r_0} + \frac{1}{\lambda_0} \ln \frac{R_0}{r_0} + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R_0 + \delta_1}{R_0} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_0 + \delta_1 + \delta_2}{R_0 + \delta_1} + \frac{1}{\alpha_2(R_0 + \delta_1 + \delta_2)}, \quad (2)$$

де δ_i - товщини шарів ізоляції.

Різниця опорів між ізолюваною та неізолюваною трубою

$$2\pi(R_l - R_{lo}) = \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R_0 + \delta_1}{R_0} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_0 + \delta_1 + \delta_2}{R_0 + \delta_1} + \frac{1}{\alpha_2(R_0 + \delta_1 + \delta_2)} - \frac{1}{\alpha_{2o}R_0}, \quad (3)$$

де α_{2o} - коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні «голої» труби до НС.

У безрозмірних величинах, раціональних як при аналітичному, так і числовому дослідженні на ЕОМ, прийнявши, що в середньому $\langle \alpha_{2o} \rangle = \chi \langle \alpha_2 \rangle \notin f(R)$,

$$\Delta \bar{R}_l = b_1 \ln(1 + x_1) + b_2 \ln \left(1 + \frac{x_2}{1 + x_1} \right) + B_0 \left(\frac{\chi}{1 + x_1 + x_2} - 1 \right) \in f(x_1, x_2), \quad (4)$$

де $\Delta \bar{R}_l = 2\pi\lambda_0(R_l - R_{lo})$; $B_0 = \lambda_0 / (\alpha_{2o}R_0) > 0$; $x_i = \delta_i / R_0 > 0$; $\chi > 1$; $b_i = \lambda_0 / \lambda_i > 1$. Остання нерівність фіксує факт покриття труби саме теплоізоляційними матеріалами.

Необхідна умова існування екстремуму функції двох змінних, зокрема (4),

$$d(\Delta \bar{R}_l) = \frac{\partial(\Delta \bar{R}_l)}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial(\Delta \bar{R}_l)}{\partial x_2} dx_2 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \partial(\Delta \bar{R}_l) / \partial x_1 = 0 \\ \partial(\Delta \bar{R}_l) / \partial x_2 = 0, \end{cases} \quad (5)$$

звідки визначаються стаціонарні точки x_{i*} , якщо, зрозуміло, система (5) має розв'язки.