

Средний температурный напор при охлаждении жидкого хладагента

$$\Delta t_{\text{охл}} = \frac{(t_0^{\text{ж}} - t_{\text{вн}}) - (t_{\text{ок}} - t_{\text{в}}^0)}{\ln \frac{t_0^{\text{ж}} - t_{\text{вн}}}{t_{\text{ок}} - t_{\text{в}}^0}} = \frac{(35 - 23,6) - (30 - 23,7)}{\ln \frac{35 - 23,6}{30 - 23,7}} = 8,6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Безразмерные температурные параметры для аппарата

$$P = \frac{t_{\text{вк}} - t_{\text{вн}}}{t_{\text{он}} - t_{\text{вн}}} = \frac{30 - 23,6}{110 - 23,6} = 0,074;$$

$$R' = \frac{t_{\text{он}} - t_{\text{ок}}}{t_{\text{вк}} - t_{\text{вн}}} = \frac{110 - 30}{30 - 23,6} = 12,5.$$

Функция эффективности аппарата $\Phi_s = PR'$; $\Phi_s = 0,074 \cdot 12,5 = 0,925$, $\varepsilon_t = 1$ [27].

Задаемся количеством труб в одном фронтальном ряду $N = 10$, принимаем размер фронтального сечения $AB = 1,9 \cdot 0,945 = 1,8 \text{ м}^2$, определяем площадь живого конденсатора

$$F_{\text{ж.с}} = A \left[B - N \left(d_0 + \frac{2\delta_{\text{ср}} t_{\text{п}}}{s_{\text{п}}} \right) \right];$$

$$F_{\text{ж.с}} = 1,9 \left[0,945 - 10 \left(0,028 + \frac{2 \cdot 0,00125 \cdot 0,026}{0,004} \right) \right] = 0,9547 \text{ м}^2.$$

Скорость воздуха в живом сечении аппарата $\omega = \frac{V}{F_{\text{ж.с}}}$; $\omega = 6,63/0,9547 = 6,94 \text{ м/с}$.

Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха определяем по формуле Юдина

$$\text{Nu} = c_s c_z \left(\frac{d_0}{s_{\text{п}}} \right)^{-0,54} \left(\frac{h_{\text{п}}}{s_{\text{п}}} \right)^{-0,14} \text{Re}^{m_1 \psi}.$$

Для шахматного пучка труб $c = 0,23$ и $m_1 = 0,65$.

$$c_s = \left(\frac{s_1 - d_0}{s_2 - d_0} \right)^{0,2}; \quad c_z = \left(\frac{0,09 - 0,028}{0,083 - 0,028} \right)^{0,2} = 1,023,$$

где

$$s_2' = \sqrt{\left(\frac{s_1}{2} \right)^2 + s_2^2}; \quad s_2 = \sqrt{\left(\frac{0,09}{2} \right)^2 + 0,07^2} = 0,083.$$

Величина c_z зависит от количества рядов труб по глубине; при $z = 8$ $c_z = 0,99$.

Критерий Рейнольдса $\text{Re} = \frac{\omega s_{\text{п}}}{\nu}$; $\text{Re} = \frac{6,94 \cdot 0,004}{15,7 \cdot 10^{-6}} = 1768,2$.

Коэффициент $\psi = 1 - 0,058 m h' = 0,96$.

Критерий Нуссельта

$\text{Nu} = 0,23 \cdot 1,023 \cdot 0,99 (0,028/0,004)^{-0,54} (0,026/0,004)^{-0,14} \cdot 1768,2^{0,65} \cdot 0,96 = 7,689$.

Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха

$$\alpha_1 = \frac{\text{Nu} \lambda}{s_{\text{п}}} = 7,689 \cdot 2,28 \cdot 10^{-2} / 0,004 = 43,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Приведенная высота круглого ребра

$$h' = h \left(1 + 0,805 \lg \frac{D_{\text{п}}}{d_0} \right) = 0,026 \left(1 + 0,805 \lg \frac{0,08}{0,028} \right) = 0,03554 \text{ м}.$$