

б) неравномерностью поглощения тепла по длине трубы, учитываемой коэффициентом $\varphi_2 = 0,6-0,97$;

в) различием в положении рядов труб радиантного змеевика по отношению к источникам излучения, оцениваемым коэффициентом $\varphi_3 = 0,72-0,85$.

В соответствии с отмеченным, максимальное значение локальной теплонапряженности $q_{\text{макс}}$ по сравнению со средним значением $q_{\text{ср}}$

$$q_{\text{макс}} = \frac{q_{\text{ср}}}{\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3}.$$

По данным ВНИИнефтемаша для печей различной конструкции локальная теплонапряженность радиантных труб может превышать среднее значение в 2,2–4,0 раза.

От значения теплонапряженности поверхности нагрева зависит также и температура стенки труб. Температура стенки внутренней поверхности трубы может быть вычислена из уравнения

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{пр}} + q_{\text{ср}} / \alpha_2,$$

где $t_{\text{пр}}$ — температура продукта в данной трубе, К; $q_{\text{ср}}$ — теплонапряженность этой трубы, отнесенная к внутренней поверхности, кВт/м²; α_2 — коэффициент теплоотдачи от внутренней стенки трубы к нагреваемому продукту, кВт/(м²·К).

Из приведенного уравнения следует, что температура стенки трубы увеличивается с возрастанием теплонапряженности и уменьшается с увеличением коэффициента теплоотдачи α_2 (с повышением скорости движения нагреваемого продукта).

Температура стенки трубы может являться фактором, лимитирующим допустимую теплонапряженность поверхности нагрева радиантных труб, ограничивающую интенсивность коксообразования и другие нежелательные химические превращения, протекающие вследствие повышения температуры в пограничном слое нагреваемого продукта.

Так, например, трубы печей установок вакуумной перегонки мазута, нагрева масел, отгонки некоторых термически неустойчивых растворителей должны работать с пониженной теплонапряженностью поверхности нагрева радиантных труб.

В ряде случаев температура стенки трубы ограничивается соображениями ее прочности, например, при нагреве газообразных продуктов до высоких температур (пониженное значение коэффициента теплоотдачи α_2). Возможны случаи, когда высокая температура стенки трубы приводит к интенсивной ее коррозии и прогару.

Для разработанных типовых печей различной конструкции ВНИИнефтемаш рекомендует допускаемые средние теплонапряженности q_p поверхности нагрева радиантных труб, приведенные в табл. XXI.2.

На основе метода расчета теплопередачи в топке трубчатых печей, разработанного Н. И. Белоконом, и с учетом влияния вторичных излучателей было предложено следующее уравнение для определения температуры дымовых газов, покидающих топку:

$$T_n = 100 \sqrt[4]{\frac{1}{\psi} \left[\frac{H_p}{C_s H_s} (q_p - q_{\text{рк}}) + \left(\frac{\theta}{100} \right)^4 \right]}. \quad (\text{XXI.16})$$