

диаметр трубы, м; u — массовая скорость движения жидкости, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости при средней температуре в пределах рассчитываемого участка, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Коэффициент гидравлических сопротивлений для участка нагрева $\lambda = 0,030 - 0,035$.

Давление при входе в печь

$$p_0 = p_{\text{н}} + \Delta p_{\text{н}} + \Delta p_{\text{ст}},$$

где $\Delta p_{\text{ст}} = 9,81 h \rho_{\text{ж}}$ — статическое давление столба жидкости в печи; h — высота печи до оси верхнего потолочного экрана, м.

При нагреве в трубчатой печи дистиллятного сырья возможны случаи, когда в змеевиках происходит не только испарение сырья, но и перегрев образующихся паров. В таких условиях, например, работают печи ряда установок каталитического крекинга.

В этом случае змеевик трубчатой печи может быть разбит на три отдельных участка, соответствующих нагреву, испарению и перегреву. На участке нагрева находится только жидкая фаза и температура потока возрастает от t_1 до $t_{\text{н}}$ (рис. XXI-25).

На участке испарения в змеевике присутствуют жидкость и пар, температура меняется от $t_{\text{н}}$ до $t_{\text{п}}$; на участке перегрева в трубах нагревается только паровая фаза и ее температура меняется от $t_{\text{п}}$ до t_2 .

Потерю напора в подобных печах рассчитывают отдельно для каждого участка, начиная с участка перегрева.

Потерю напора на участке перегрева, где имеется только одна фаза и где изменение скорости движения паров связано с изменениями температуры и давления по длине змеевика, рассчитывают также по уравнению Дарси — Вейсбаха:

$$\Delta p_{\text{н}} = \frac{\lambda_{\text{п}} u^2}{2d\rho_{\text{п}}}, \quad (\text{XXI.26})$$

где λ — коэффициент гидравлического сопротивления; $l_{\text{п}}$ — расчетная длина участка перегрева, м; u — массовая скорость движения паров на участке перегрева, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; $\rho_{\text{п}}$ — средняя плотность паров на участке перегрева, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Длину участка перегрева следует находить так же, как это сделано выше для участка испарения, исходя из предпосылки, что приращение энтальпии потока сырья пропорционально длине змеевика. В этом случае

$$l_{\text{п}} = \frac{H_{t_2} - H_{t_{\text{п}}}}{H_{t_2} - h_{t_{\text{к}}}} l_{\text{п}}, \quad (\text{XXI.27})$$

где H_{t_2} , $H_{t_{\text{п}}}$ и $h_{t_{\text{к}}}$ — соответственно энтальпия при температурах t_2 , $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{к}}$, $\text{кДж}/\text{кг}$; $l_{\text{п}}$ — расчетная длина одного потока радиантных труб, м.

Так же, как и в случае расчета потери напора на участке испарения, задачу приходится решать методом последовательного приближения. С этой целью для данного сырья устанавливается зависимость между температурой t и давлением $p_{\text{п}}$ насыщенных паров данного сырья.