

В приведенных уравнениях направление теплового потока (от стенки к продукту или наоборот) учитывается соотношением $(Pr/Pr_{ст})^{0,25}$.

В случае движения теплообменивающегося потока через трубы некруглого сечения в перечисленные уравнения вместо диаметра трубы d следует подставлять эквивалентный диаметр, определяемый из следующего выражения:

$$d_s = 4f/\Pi, \tag{XXII.4}$$

где f – сечение потока; Π – смоченный периметр трубы некруглого сечения.

Согласно уравнению (XXII.4) эквивалентный диаметр d_s для некоторых наиболее распространенных случаев равен:

Для труб кольцевого сечения с диаметром большой трубы D и наружным диаметром меньшей трубы d $D-d$

Для пучка труб внутри кожуха при внутреннем диаметре кожуха D и наружном диаметре трубок d и их

числе n $\frac{D^2 - nd^2}{D + nd}$

Для труб прямоугольного сечения со сторонами a и b $\frac{2ab}{a+b}$

Для ребристых труб коэффициент теплоотдачи α может быть определен по следующему уравнению

$$\alpha = \alpha_0 \left(1 + \frac{2h\beta - \delta}{l} \right), \tag{XXII.5}$$

где α_0 – коэффициент теплоотдачи для гладкой трубы, Вт/(м² · К); h – высота ребра, м; δ – толщина ребра, м; l – шаг ребер по окружности (для n ребер эта величина определяется как $l = \pi d_n/n$), м; β – величина, определяемая из табл. XXII.1, в зависимости от произведения mh .

Величина m находится из следующей зависимости:

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_0}{\delta\lambda}},$$

где λ – коэффициент теплопроводности материала ребер, Вт/(м · К).

Движение потока в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменных аппаратов является сложным. Между перегородками направление движения потока по отношению к трубам осуществляется под некоторым углом, в вырезах, отверстиях и зазорах поток движется параллельно трубам. В отдельных местах межтрубного пространства наблюдаются застойные зоны. Примерная схема потоков жидкости в межтрубном про-

Таблица XXII.1

mh	β	mh	β
0,0	1,000	1,4	0,632
0,2	0,985	1,6	0,577
0,4	0,950	1,8	0,526
0,6	0,895	2,0	0,482
0,8	0,830	2,2	0,443
1,0	0,762	2,4	0,410
1,2	0,695	–	–