

Из графика (см. рис. XXII-29, б) видно еще одно важное достоинство противотока: конечная температура нагреваемой среды может быть выше конечной температуры охлаждающей среды. Это обстоятельство позволяет при регенерации тепла обеспечить более высокий подогрев нагреваемой среды, а при охлаждении снизить расход охлаждающего агента и при том же его расходе понизить конечную температуру охлаждаемого продукта.

Таким образом, обеспечение противотока в теплообменном аппарате является желательным, однако часто с целью упрощения конструкции аппарата и по некоторым другим причинам приходится применять и другие схемы теплообмена.

При прямотоке или противотоке средний температурный напор определяется из следующего уравнения:

$$t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}}, \quad (\text{XXII.11})$$

где  $\Delta t_6$  и  $\Delta t_m$  — соответственно большая и меньшая разности температур, равные

при прямотоке

$$\Delta t_6 = t_1 - t_3 \text{ и } \Delta t_m = t_2 - t_4;$$

при противотоке

$$\Delta t_6 = t_1 - t_4 \text{ и } \Delta t_m = t_2 - t_3.$$

При противотоке большая и меньшая разности температур могут быть и на противоположных сторонах теплообменника, т.е.

$$\Delta t_6 = t_2 - t_3 \text{ и } \Delta t_m = t_1 - t_4.$$

Если  $\Delta t_6 / \Delta t_m \leq 2$ , то с ошибкой, не превышающей 4 %, средний температурный напор может быть вычислен как средняя арифметическая величина:

$$t_{cp} = \Delta t_6 + \Delta t_m / 2.$$

Если в межтрубном пространстве теплоноситель делает один ход, а в трубном два (см. рис. XXII-29, з), или в межтрубном пространстве два хода, а в трубном четыре (см. рис. XXII-29, д), или, наконец, в межтрубном пространстве один ход, а в трубном четыре (см. рис. XXII-29, е), то средняя разность температур может быть вычислена также по уравнению (XXII.11) с той лишь разницей, что величины  $\Delta t_6$  и  $\Delta t_m$  будут иметь другие значения.

Согласно исследованиям проф. Н. И. Белокопя, в этом случае

$$\Delta t_6 = \theta_{ат} + \frac{1}{2} \Delta T;$$

$$\Delta t_m = \theta_{ат} - \frac{1}{2} \Delta T,$$

где  $\Delta T$  — характеристическая разность температур,

$$\Delta T = \sqrt{(\Delta t + \Delta \tau)^2 - 4\rho \Delta t \Delta \tau},$$

$$\Delta t = t_1 - t_2; \Delta \tau = t_4 - t_3;$$