

тальпия нагревающегося потока соответственно при температурах входа t_3 и выхода t_4 из аппарата, кДж/кг.

Уравнение теплового баланса может быть представлено следующим образом:

$$G_1(h_{t_1} - h_{t_2})\eta = G_2(h_{t_4} - h_{t_3}). \quad (\text{XXII.2})$$

Это уравнение является общим, если под энтальпией соответствующих потоков подразумевать и явное, и скрытое тепло. Для случая, когда теплообмен сопровождается изменением агрегатного состояния, уравнение (XXII.2) можно представить в развернутом виде.

Так, начальная энтальпия среды, находящейся в перегретом состоянии, будет включать явное тепло нагрева исходного вещества в жидком состоянии от 0°C до температуры кипения t_k этого вещества при данном давлении, скрытой теплоты испарения этого вещества и тепла перегрева от температуры t_k до t , т.е.

$$H_t^n = C_{ж}t_k + q_n + C_n(t - t_k), \quad (\text{XXII.3})$$

где H_t^n — энтальпия вещества, находящегося в перегретом состоянии, кДж/кг; $C_{ж}$ и C_n — теплоемкость соответственно жидкости и пара, кДж/(кг·К); q_n — скрытая теплота испарения, кДж/кг.

В случае насыщенных паров третья слагаемое в уравнении (XXII.3) отпадает и энтальпия вещества

$$H_t = C_{ж}t_k + q_n = h_t + q_n,$$

где h_t и H_t — энтальпия соответственно жидкости и паров, кДж/кг.

Для потока, состоящего из смеси жидкости и насыщенных паров, энтальпия при температуре t определяется из уравнения

$$H_t^{см} = C_{ж}t + eq_n = (1 - e)h_t + eH_t,$$

где e — массовая доля отгона.

Если процесс теплообмена сопровождается переходом вещества из жидкого состояния в твердое или наоборот, то следует учитывать скрытую теплоту плавления (затвердевания). В этом случае энтальпия потока

$$h_t = C_{ж}t - rq,$$

где r — доля вещества, перешедшего в твердое состояние; q — теплота плавления или затвердевания, кДж/кг.

Если через теплообменный аппарат проходит поток, состоящий из нескольких веществ с различными тепловыми свойствами (теплоемкость, скрытая теплота), то тепловой баланс составляется для каждого из этих компонентов. Тогда уравнение (XXII.1) может быть представлено следующим образом:

$$Q_1 = g_1h_{1t_1} + g_2h_{2t_1} + \dots + g_nh_{nt_1} - g_1h_{1t_2} - g_2h_{2t_2} - \dots - g_nh_{nt_2}$$

или

$$Q_1 = g_1(h_{1t_1} - h_{1t_2}) + g_2(h_{2t_1} - h_{2t_2}) + \dots + g_n(h_{nt_1} - h_{nt_2}).$$

В тех случаях, когда пары проходят через аппарат без конденсации, разность энтальпий