

Практическое занятие 1. Построение на *i-d* диаграмме влажного воздуха процессов обработки воздуха в двухступенчатой схеме испарительного охлаждения

Пример 1. Определить расход приточного воздуха и построить процесс обработки воздуха при прямом испарительном охлаждении в теплый период года для зала собраний в г. Оренбурге. Параметры наружного воздуха: температура  $t_n=29,4^{\circ}\text{C}$ , энтальпия  $52,4$  кДж/кг. Параметры внутреннего воздуха: температура  $t_b=25^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $\phi_b=60\%$ . Явная избыточная теплота:  $Q_{я}^T=67800\text{Вт}$ ; количество влаги:  $W^T=25240\text{г/ч}$ ; минимальный расход наружного воздуха  $G_n^{мин} = 25000$  кг/ч. Перемешивающая вентиляция  $k_t = 1$ .

1. Наносим т. Н, характеризующую состояние наружного воздуха ( $t_n = 29,4^{\circ}\text{C}$ ,  $i_n = 52,4$  кДж/кг), определяем температуру мокрого термометра  $t_{mm} = 18,3^{\circ}\text{C}$  и проводим линию постоянной энтальпии  $i_k = 52,4$  кДж/кг – процесс адиабатного охлаждения (рис. 1).

2. Вычисляем тепловлажностное отношение:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 67800 + 2540 \cdot 25,24}{25,240} = \frac{308189,6}{25,24} = 12210 \text{ кДж/кг};$$

3.. Наносим точку В ( $t_b = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi_b = 60\%$ ), характеризующую состояние внутреннего воздуха, и В', и через последнюю проводим линию с угловым коэффициентом процесса в помещении  $\varepsilon = 12210$  кДж/кг и на пересечении ее с линией постоянной энтальпии  $i_k = 52,4$  кДж/кг получаем точку П', характеризующую состояние смеси воздуха, проходящего через байпас (точка Н), и потока воздуха, охлажденного в блоке адиабатного увлажнения (точка О). Через точку П' проводим линию постоянного влагосодержания и на ее пересечении с линией процесса изменения состояния воздуха в помещении, проходящей через точку В, получаем точку П, характеризующую состояние приточного воздуха в помещении. Параметры точек промежуточного состояния воздуха приведены в табл.

4. Расход приточного воздуха  $G_n$  равен:

$$G_n = \frac{308189,6}{(56,3 - 53,7)} = 118534,5 \text{ кг/час.}$$

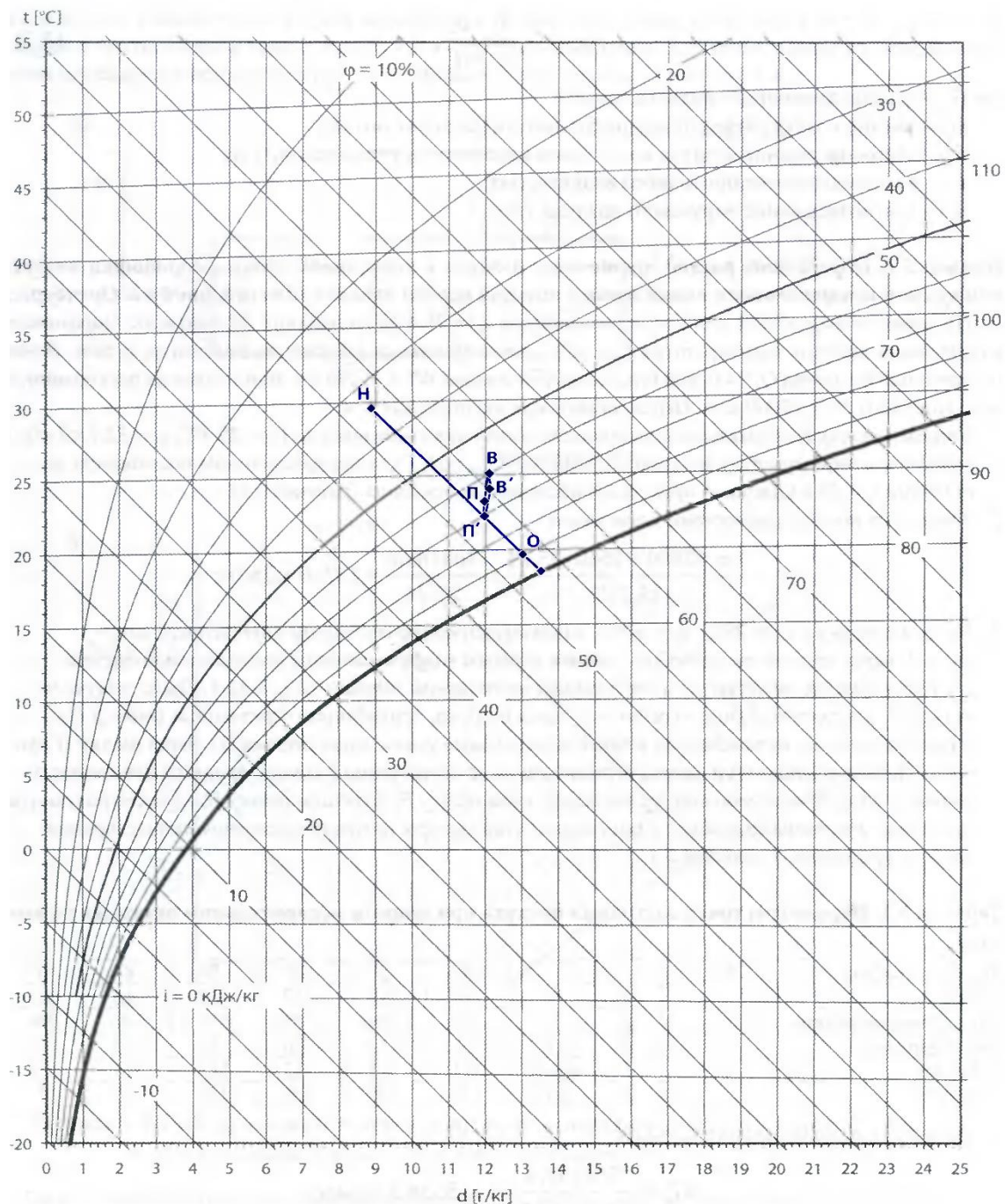


Рис.1. Пример построения процессов обработки воздуха в центральном кондиционере при прямом испарительном охлаждении с байпасом

5. Расход воздуха, проходящего через оросительное пространство:

$$G_o = 118534,5 \frac{12 - 8,9}{12,9 - 8,9} = 91864,2 \text{ кг/час.}$$

6. Расход воды, для возмещения испарившейся в блоке адиабатного увлажнения, составит, кг/час:

$$W = 91864,2(12,9 - 8,9) \cdot 10^{-3} = 367,5 \text{ кг/час.}$$

Результаты построения на i-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха представлены на рис. 1.

Таблица 1

Параметры точек состояния воздуха при прямом испарительном охлаждении воздуха

| Параметры воздуха       |   |        | Н    | В    | П'   | П    | В'   | О    |
|-------------------------|---|--------|------|------|------|------|------|------|
| Температура             | t | °C     | 29,4 | 25,0 | 21,9 | 22,9 | 24,0 | 19,5 |
| Относительная влажность | φ | %      | 34%  | 60%  | 71%  | 67%  | 64%  | 89%  |
| Влагосодержание         | d | г/кг   | 8,9  | 12,2 | 12,0 | 12,0 | 12,2 | 12,9 |
| Энтальпия               | i | кДж/кг | 52,4 | 56,3 | 52,5 | 53,7 | 55,3 | 52,4 |
| Плотность               | ρ | кг/м³  | 1,13 | 1,15 | 1,16 | 1,16 | 1,15 | 1,17 |

Пример 2. Определить расход приточного воздуха и построить процесс обработки воздуха при двухступенчатом испарительном охлаждении в теплый период года для зала собраний в г. Оренбурге. Параметры наружного воздуха: температура  $t_n=29,4^\circ\text{C}$ , энтальпия 52,4 кДж/кг. Параметры внутреннего воздуха: температура  $t_b=25^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $\phi_b=60\%$ . Явная избыточная теплота:  $Q_{я}^л=67800\text{Вт}$ ; количество влаги:  $W^л=25240\text{г/ч}$ ; минимальный расход наружного воздуха  $G_n^{мин} = 25000 \text{ кг/ч}$ . Перемешивающая вентиляция  $k_t = 1$ .

1. Наносим т. Н (  $t_n = 26,5^\circ\text{C}$ ,  $i_n = 52,0 \text{ кДж/кг}$  ), характеризующую состояние наружного воздуха и определяем температуру мокрого термометра  $t_{mm} = 18,3^\circ\text{C}$  (рис. 2).

2. Наносим точку В ( $t_B = 25^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 60\%$ ), характеризующую состояние внутреннего воздуха и через нее проводим луч процесса изменения состояния воздуха в помещении.

3. Температура воды, поступающей в поверхностный воздухоохладитель:

$$t_{w1} = 18,3 + 3 = 21,3^\circ\text{C}.$$

4. Температура воздуха на выходе из поверхностного теплообменника:

$$t_k = 21,3 + 4,2 = 25,5^\circ\text{C}.$$

4. Наносим точку К на линии постоянного влагосодержания

$d_n = 8,9 \text{ г/кг}$  и проводим линию постоянной энтальпии  $i_k = 48,5 \text{ кДж/кг}$  – процесс адиабатного охлаждения.

5. Наносим точку В' и через нее проводим линию с угловым коэффициентом процесса в помещении  $\varepsilon = 12210 \text{ кДж/кг}$  и на пересечении ее с линией постоянной энтальпии  $i_k = 48,5 \text{ кДж/кг}$  получаем точку П', характеризующую состояние смеси воздуха, проходящего через байпас (точка К), и потока воздуха, охлажденного в блоке адиабатного увлажнения (точка О). Через точку П' проводим линию постоянного влагосодержания и на ее пересечении с линией процесса изменения состояния воздуха в помещении, проходящей через точку В, получаем точку П, характеризующую состояние приточного воздуха в помещении. Параметры точек промежуточного состояния воздуха приведены в табл.2.

6. Расход приточного воздуха  $G_n$  равен:

$$G_n = \frac{308189,6}{(56,3 - 49,9)} = 48154,6 \text{ кг/час}.$$

7. Расход воздуха, проходящего через оросительное пространство:

$$G_o = 48154,6 \frac{11,7 - 8,9}{12 - 8,9} = 43494,5 \text{ кг / час} .$$

8. Расход воды для возмещения воды, испарившейся в блоке адиабатного увлажнения, составит, кг/час:

$$W = 43494,5(12 - 8,9) \cdot 10^{-3} = 135 \text{ кг / час} .$$

9. Расход воды через воздухоохладитель при перепаде температуры воды 3 °С и блок адиабатного увлажнения вспомогательного потока воздуха:

$$G_w = \frac{1,005 \cdot 48154,6(29,4 - 25,5)}{4,187 \cdot 3} = 15026 \text{ кг / час} .$$

Если принять коэффициент орошения равным единице, то расход воздуха во вспомогательном потоке будет равен расходу воды.

10. Энтальпия вспомогательного потока воздуха на выходе из контактного аппарата:

$$i_{ог} = 52,4 + \frac{1,005 \cdot 48154,6(29,4 - 25,6)}{15026} = 64,6 \text{ кДж / кг} .$$

Температура конечного состояния воздуха по мокрому термометру:

$$t_{mm} \approx \frac{64,6}{0,7 \cdot 4,187} = 22^\circ \text{ C} .$$

Температура конечного состояния воздуха по сухому термометру:

$$t_{ог} = 29,4 - 0,9(29,4 - 22) = 22,7^\circ \text{ C} .$$

Результаты построения на i-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха представлены на рис. 2.

Как видно из сравнения результатов расчета, расход воздуха и орошающей воды в схеме с двухступенчатым испарительным охлаждением значительно ниже, чем в схеме с прямым испарительным охлаждением при одинаковых исходных данных.

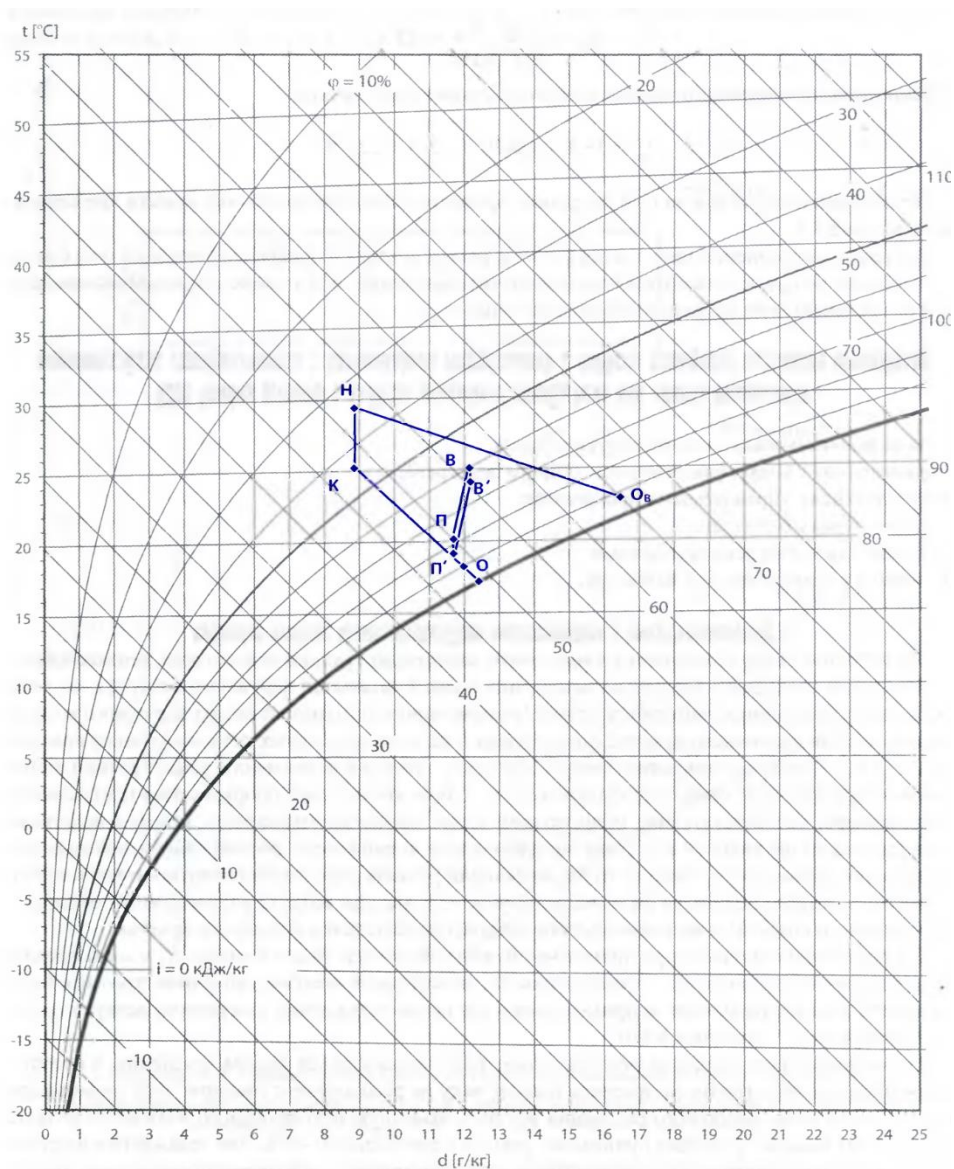


Рис.2. Пример построения процессов обработки воздуха в центральном кондиционере при двухступенчатом испарительном охлаждении с байпасом

Таблица 2

Параметры точек состояния воздуха при двухступенчатом испарительном охлаждении воздуха

| Параметры воздуха       |   |                   | Н    | В    | К    | П'   | П    | В'   | О    | О <sub>в</sub> |
|-------------------------|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Температура             | t | °C                | 29,4 | 25,0 | 25,5 | 19,0 | 20,0 | 24,0 | 18,0 | 22,7           |
| Относительная влажность | φ | %                 | 34%  | 60%  | 43%  | 83%  | 78%  | 64%  | 91%  | 93%            |
| Влагосодержание         | d | г/кг              | 8,9  | 12,2 | 8,9  | 11,7 | 11,7 | 12,2 | 12,0 | 16,5           |
| Энтальпия               | i | кДж/кг            | 52,4 | 56,3 | 48,5 | 48,5 | 49,9 | 55,3 | 48,5 | 65,0           |
| Плотность               | ρ | кг/м <sup>3</sup> | 1,13 | 1,15 | 1,15 | 1,17 | 1,17 | 1,15 | 1,18 | 1,15           |

