

Статья 2

«Вентиляция бассейнов. Пример расчета» – самая популярная статья Библиотеки проектировщика

20 Ноября 2009

Число проектировщиков, активно использующих материалы нашей библиотеки в своей работе, неуклонно растет. Мы решили узнать: какой же раздел и статья пользуются наибольшей популярностью? В результате исследования статистики посещаемости нашего ресурса, мы выяснили, что таковыми являются раздел проектировщику/проектирование систем ОВиК, статья «Вентиляция бассейнов. Пример расчета» и «Вентиляция бассейнов. Пример расчета2». Ниже приводим эти популярные статьи.

Плавательные бассейны эксплуатируют обычно круглый год. Температура воды в ванне бассейна составляет $t_w = 26^\circ\text{C}$, а температура воздуха в рабочей зоне $t_v = 27^\circ\text{C}$ при относительной влажности $\varphi_v = 65\%$ в теплый.

Открытая поверхность воды, мокрые ходовые дорожки отдают в воздух помещения большое количество водяных паров.

Обычно большая площадь остекления создает условия для мощного потока солнечной радиации.

Расчет воздухообмена в теплый период желательно выполнять по параметрам Б и в холодный тоже по Б.

Помещение бассейна оборудуется системой водяного отопления, полностью снимающей тепловые потери помещения. Для предотвращения конденсации влаги на внутренней поверхности окон, отопительные приборы должны устанавливаться непрерывной цепочкой под окнами, с тем, чтобы внутренняя поверхность стекол была нагрета на $1-1,5^\circ\text{C}$ выше температуры точки росы.

Температуру точки росы $t_{т.р}$ удобно вычислять по эмпирической формуле:

$$t_{т.р} = (273 + t_v) \left(\frac{\varphi_v}{100} \right)^{0,058} - 273,0 \text{ C} \quad (23.1)$$

либо сканировать с J-d диаграммы. Для теплого периода $t_{т.р} = 18^\circ\text{C}$, для холодного $t_{т.р} = 16^\circ\text{C}$.

На испарение воды затрачивается значительное количество тепла из воздуха помещения.

Температура поверхности воды на 1°C ниже температуры в ванне.

Подвижность воздуха в помещении бассейна должны составлять величину и быть уж ни как не выше $V = 0,2$ м/с по оси приточной струи у входа ее в рабочую зону.

Конструктивно ванна бассейна окружена ходовыми дорожками с электро или теплоподогревом и температура их поверхности составляет $t_{0.д} = 31^\circ\text{C}$.

На конкретном примере рассчитаем воздухообмен для помещения бассейна.

Исходные данные.

Район строительства: Московская область.

Теплый период: $t_n = 28, 5^\circ\text{C}$ $J_n = 54$ кДж/кг дн $d_n = 9,9$ г/кг

Холодный период: $t_n = -26^\circ\text{C}$ $J_n = -25,3$ кДж/кг дн $d_n = 0,4$ г/кг

Геометрические размеры и площадь ванны бассейна: 6×10 м = 60 м²

Площадь обходных дорожек: 36 м²

Размеры помещений: 10×12 м = 120 м², высота 5 м.

Число пловцов: $N = 10$ человек.

Температура воды: $t_w = 26^\circ\text{C}$

Температура воздуха рабочей зоны: $t_v = 27^\circ\text{C}$

Температура воздуха удаляемого из верхней зоны помещения: $t_y = 28^\circ\text{C}$

Тепловые потери помещения: 4680 Вт.

Расчет воздухообмена в теплом периоде.

Поступления явного тепла.

1. Теплопоступления от освещения в холодный период года:

$$Q_{осв} = F_{пл} \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} = 120 \cdot 150 \cdot 0,076 \cdot 0,45 = 620 \text{ Вт} \quad (23.2)$$

2. От солнечной радиации (подсчитано ранее) $Q_{ср}$

3. От пловцов: $Q_{пл} = q_{рч} \cdot N(1-0,33) = 60 \cdot 10 \cdot 0,67 = 400$ Вт (23.3)

где коэффициент 0,33 — доля времени, проводимая пловцами в бассейне.

4. От обходных дорожек:

$$Q_{я.хд} = \alpha_{хд} \cdot F_{хд} (t_{хд} - t_v) = 10 \cdot 36(31 - 27) = 1440 \text{ Вт} \quad (23.4)$$

$\alpha_{хд} = 10$ Вт/м²°C — коэффициент теплоотдачи обходных дорожек

5. Теплопотери на нагрев воды в ванне:

$$Q_{в} = \alpha \cdot F_{в} (t_v - t_{пов}) = 4 \cdot 60(27 - 25) = 480 \text{ Вт} \quad (23.5)$$

$\alpha = 4,0$ Вт/м²°C — коэффициент теплоотдачи явного тепла

$t_{пов} = t_w - 1^\circ\text{C} = 26 - 1 = 25^\circ\text{C}$ — температура поверхности (23.6)

6. Избытки явного тепла (днем):

$$\sum Q_{я} = Q_{ср} + Q_{пл} + Q_{хд} - Q_{в} = 2200 + 400 + 1440 - 480 = 3560 \text{ Вт} \quad (23.7)$$

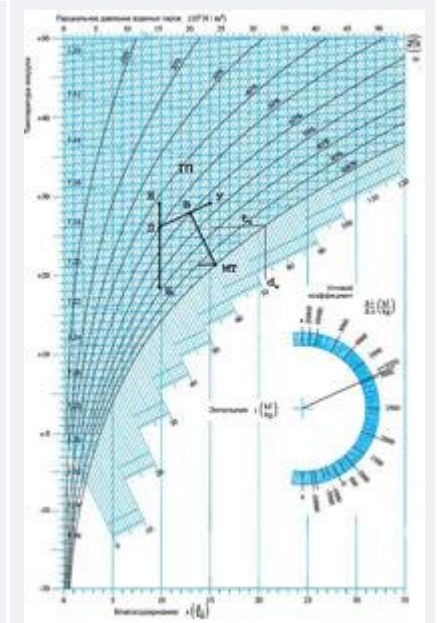


Рис. 23.1

Поступление влаги.

1. Влаговыведения от пловцов:

$$W_{пл} = q \cdot N (1 - 0,33) = 200 \cdot 10(1 - 0,33) = 1340 \text{ г/ч (23.8)}$$

2. Поступление влаги с поверхности бассейна:

$$W_B = \frac{A \cdot F \cdot \sigma_{исп} (d_w - d_s)}{1000}, \text{ кг / ч (23.9)}$$

где А — опытный коэффициент, который учитывает интенсификацию испарения с поверхности воды при наличии купающихся по сравнению со спокойной

поверхностью. Для оздоровительных плавательных бассейнов А = 1,5;

F = 60 м² — площадь зеркала воды;

? — коэффициент испарения кг/м² ч

$$\sigma_{исп} = 25 + 19 \cdot V \quad (23.10)$$

где V — подвижность воздуха над ванной бассейна, V = 0,1 м/с

$$\sigma_{исп} = 25 + 19 \cdot 0,1 = 26,9 \text{ кг / м}^2 \text{ ч}$$

d_w = 13,0 г/кг при t_w = 27°C и ?_w = 60 %

d_s = 20,8 при ? = 100% и t_{пов} = t_w — 1°C

Температура поверхности ванны: t_{пов} = 26 — 1 = 25°C

$$W_B = \frac{1,5 \cdot 26,9 \cdot 60(20,8 - 13,0)}{1000} = 18,9 \text{ кг / ч}$$

3. Поступление влаги с обходных дорожек.

Площадь смоченной части обходных дорожек составляет 0,45 от всей их площади. Количество испаряемой влаги рассчитывается по формуле:

$$W_{од} = 6,1(t_w - t_{мт}) \cdot F, \text{ г/ч (23.11)}$$

где температура мокрого термометра t_{мт} = 20,5°C

$$W_{од} = 6,1(27 - 20,5) \cdot 36 \cdot 0,45 = 650 \text{ г/ч}$$

4. Общее поступление влаги:

$$W = W_{пл} + W_B + W_{од} = 1,34 + 18,9 + 0,65 = 20,9 \text{ кг/ч (23.12)}$$

Полное тепло.

$$1. \sum Q_{п} = Q_{скр.б} + Q_{скр.од} + Q_{скр.пл} + 3,6 \sum Q_{я}, \text{ кДж / ч (23.13)}$$

$$Q_{скр.б} = W_B \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{пов}) = 18,9 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 25) = 46140 \text{ кДж / ч (23.14)}$$

$$Q_{скр.од} = W_{од} (2501,3 - 2,39 \cdot t_{од}) = 0,65(2501,3 - 2,39 \cdot 31) = 1580 \text{ кДж / ч}$$

$$Q_{скр.пл} = N(q_{пов} - q_{яв}) \cdot 3,6 \text{ кДж / кг}$$

$$Q_{скр.пл} = 0,67 \cdot 10(197 - 60)3,6 = 3300 \text{ кДж/ч}$$

$$\sum Q_n = 46140 + 1580 + 3,6 \cdot 3560 = 63800 \text{ кДж / ч}$$

2. Тепловлажностное отношение:

$$\varepsilon = \frac{\sum Q_n}{\sum W} = \frac{63800}{20,9} = 3052 \text{ кДж}$$
(23.15)

Проводим луч процесса через (.) В и на пересечении с $d_n = \text{const}$ лежит точка приточного воздуха, а на пересечении с $t_y = 28^\circ\text{C}$ — (.) У (рис. 23.1)

Параметры точек:

Точки	t, °C	J, кДж/кг	D, г/кг	φ, %
В	27	61	13	60
У	28	67	15	65
П	25,6	51	9,9	50
Н	28,5	54	9,9	42

3. Воздухообмен по влаге:

$$G_w = \frac{\sum W}{d_y - d_n} = \frac{2090}{15 - 9,9} = 4100 \text{ кг / ч}$$
или L = 3420 м³/ч (23.16)

4. Воздухообмен по полному теплу:

$$G_J = \frac{\sum Q_n}{J_y - J_n} = \frac{63800}{67 - 51} = 4000 \text{ кг / ч}$$
(23.17)

5. Нормативный воздухообмен:

$$L_n = N \cdot 80 \text{ м}^3/\text{ч} = 10 \cdot 80 = 800 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ или } 960 \text{ кг/ч}$$
(23.18)

Это значительно меньше расчетного.

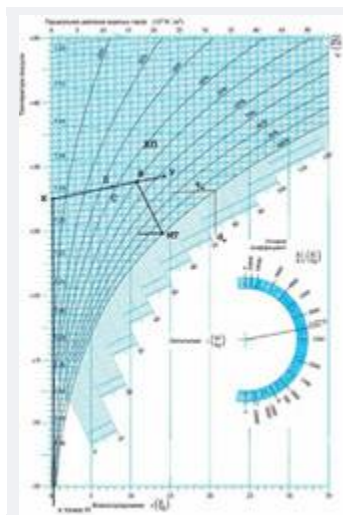


Рис. 23.2

Вывод: наружный воздух в наиболее жаркое время дня должен быть охлажден до 25,6°С в воздухоохладителе. Если этого не делать, температура воздуха в бассейне возрастает до 30°С. Однако в ночные часы температура наружного воздуха понизится на 10,4°С (.) Н1 и воздух придется нагревать или применять утилизацию тепла.

Количество холода:

$$Q_x = G_n(J_n - J_n) = 4100(54 - 51) = 12300 \text{ кДж / ч} \quad \text{или } 3,4 \text{ кВт.}$$

Холодный период года.

Задаемся относительной влажностью фв = 50% следовательно дв = 10,8 г/кг, и сохраняем остальные параметры по теплому периоду.

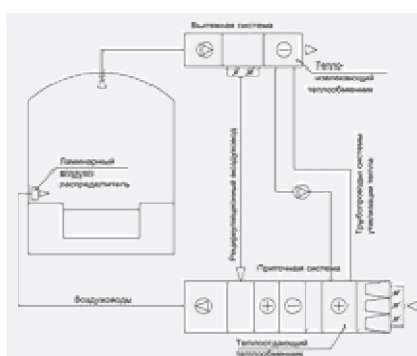


Рис. 23.3

1. Явное тепло:

$$\sum Q_{я} = Q_{осж} + Q_{пл} + Q_{од} - Q_{в} = 620 + 400 + 1440 - 480 = 1980 \text{ Вт}$$

2. Поступление влаги:

- от пловцов: $W_{пл} = 1340 \text{ г/ч}$ (по Т.П.)
- с поверхности бассейна: $W_{б} = \frac{1,5 \cdot 60 \cdot 26,9(20,8 - 10,8)}{1000} = 24,2 \text{ кг / ч}$

С обходных дорожек:

$$W_{о.д} = 6,1 \cdot (27 - 19) - 36 \cdot 0,45 = 790 \text{ г / ч}$$

Общее поступление влаги:

$$W = W_{пл} + W_{б} + W_{од} = 1,34 + 24,2 + 0,79 = 26,3 \text{ кг/ч}$$

3. Полное тепло:

$$\sum Q_n = Q_{скр.б} + Q_{скр.од} + Q_{скр.од} + 3,6 \cdot \sum Q_{я}, \text{ кДж / ч}$$

$$Q_{скр.б} = 24,2(2501,3 - 2,39 \cdot 25) = 59080 \text{ кДж/ч}$$

$$Q_{скр.од} = 0,79 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 31) = 1920 \text{ кДж}$$

$$Q_{скр.пл} = 330 \text{ кДж/ч (по Т.П)}$$

$$\sum Q_n = 59080 + 1920 + 3300 + 3,6 \cdot 1980 = 71400 \text{ кДж / ч}$$

4. Тепловлажностное отношение:

$$\varepsilon = \frac{71400}{26,3} = 2715 \text{ кДж / кг}$$

5. Построение процесса и определение воздухообмена.

Наносим (.) В на J-d диаграмму и проводим луч процесса через нее до пересечения с линией d = const из (.) Н — это (.) К (рис. 23.2)

В холодный период используем рециркуляцию.

Градиент влагосодержания в рабочей зоне в холодный период принимаем равный тепловому периоду:

$$\Delta d_{p,z} = d_k - d_n = 13 - 9,9 = 3,1 \text{ г / кг} \quad (23.19)$$

Таким образом влагосодержание смеси приточного воздуха в холодный период года:

$$d_{см} = d_n - \Delta d_{pz} = 10,8 - 3,1 = 7,7 \text{ г / кг} \quad (23.20)$$

На пересечении dсм и лежит точка смеси С, одновременно являющаяся по тепловому периоду Gn кг/ч.

Влагосодержание удаляемого воздуха dy составит:

$$d_y = d_{см} + \frac{\sum W}{G_n} = 7,7 + \frac{26300}{4100} = 14,1 \text{ г / кг} \quad (23.1)$$

На пересечении dy с ε лежит (.) У.

Параметры точек:

Точки	t, °С	J, кДж/кг	D, г/кг	φ, %
В	27	55	10,8	50
У	27,5	64	14,1	63
П, С	26,3	46	7,7	37
К	25	26	0,4	3
Н	-26	-25,3	0,4	80
МТ	19	55	14	100

Количество приточного наружного воздуха можно определить из уравнения смеси:

$$G_n = G_n \frac{d_y - d_{см}}{d_y - d_n} = 4100 \frac{14,1 - 7,7}{14,1 - 0,4} = 1920 \text{ кг / ч} \quad (23.22)$$

что выше нормативной величины Gn = 960 кг/ч. Следует предусмотреть утилизацию удаляемого воздуха. В общем виде схема вентиляции бассейна примет вид показанный на рисунке 23.3.

Регулирование выполняется по температуре и относительной влажности в рабочей зоне бассейна.