

3.7 ОСУШЕНИЕ В ПОМЕЩЕНИЯХ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

В помещениях плавательных бассейнов происходит значительное испарение влаги с водной поверхности бассейна, из сырых и мокрых материалов и предметов, используемых в помещении, а также от самих купающихся.

Поэтому при отсутствии регулирования влажности происходит конденсация влаги на холодных поверхностях, образование ржавчины и грибка плесени, что приводит к повреждению конструкций и материалов помещения. На стеклах односторонних окон также происходит образование конденсата, когда воздух бассейна охлаждается на них ниже точки росы. Следовательно, допустимая максимальная влажность воздуха бассейна определяется степенью изоляции помещения и минимальной температурой наружного воздуха.

Допустим, параметры окружающего воздуха в бассейне - 28 °С/65 % отн. вл., что соответствует точке росы 21 °С. Тогда температуру поверхности всех внутренних конструкций здания нужно поддерживать выше этой величины для того, чтобы избежать конденсации на них влаги. В целях обеспечения комфортности относительная влажность воздуха в бассейне, как правило, должна быть ниже 65 %.

Естественно, такую влажность можно поддерживать, используя систему отопления и вентиляции, но, учитывая постоянное увеличение стоимости энергоресурсов, такое решение является очень дорогостоящим. Наиболее экономично использовать осушитель, обеспечивая рециркуляцию основной части воздуха помещения бассейна и небольшой приток свежего воздуха, требуемого для вентиляции.

В принципе, для применения в помещениях плавательных бассейнов малых и средних размеров пригодны все осушители Dantherm, однако модели CDP и CD 40/50 являются наиболее подходящими для таких объектов. (Осушители AF специально разработаны для использования в помещениях больших бассейнов, как например, общественных и школьных).

Для наибольшей экономичности при определении рабочих параметров среды помещения бассейна температура воздуха задается приблизительно на 1 - 2 °С выше температуры воды, а относительная влажность как можно выше, чтобы обеспечить наименьшую интенсивность испарения с поверхности воды.

Чаще всего для помещения бассейна устанавливаются следующие параметры:

$$\begin{aligned}t_{\text{воды}} &= 27^{\circ}\text{C} \\t_{\text{воздуха}} &= 28^{\circ}\text{C} \\RH &= 60\%\end{aligned}$$

3.7.1 Подбор осушителей для плавательных бассейнов малых и средних размеров

Основным фактором, который учитывается при расчете необходимой нагрузки осушения, является количество влаги, испаряющейся с водной поверхности бассейна.

На эту величину влияют такие параметры, как

- площадь водной поверхности бассейна;
- температура воды;
- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- скорость воздушного потока;
- активность купающихся в бассейне.

Для расчета количества испаряющейся влаги существует достаточно много формул, но по сравнению с экспериментальными данными они дают завышенные значения. Поэтому в данном руководстве рассматриваются подробно только две наиболее приемлемые из них.

Формула стандарта VDI (Общество немецких инженеров)

Формула используется в немецком стандарте VDI 2089 для расчета размеров закрытых плавательных бассейнов. Она выведена на основе закона Дальтона, согласно которому интенсивность испарения прямопропорциональна разности давления водяных паров насыщенного воздуха (газа) при температуре воды и парциального давления водяных паров при действующих параметрах окружающего воздуха. Кроме того, в формулу входит эмпирический коэффициент, учитывающий тип бассейна и подвижность поверхности воды.

Формула широко используется в Германии, но ее недостатком является то, что в результате расчетов получается необоснованно завышенное значение производительности осушения.

Интенсивность испарения рассчитывается следующим образом:

$$W = \varepsilon \times A \times (P_B - P_L) \text{ г/час}$$

ε = Эмпирический коэффициент (г/м² x час x мбар)

$\varepsilon = 13$ при малоподвижной водной поверхности для небольших плавательных бассейнов с ограниченным количеством купающихся

$\varepsilon = 28$ при средней подвижности водной поверхности для общественных бассейнов и нормальной активности купающихся

A = площадь водной поверхности бассейна (м²)

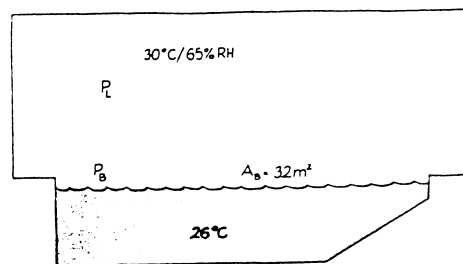
P_B = давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды в бассейне (мбар)

P_L = парциальное давление водяных паров при заданных температуре и влажности воздуха в бассейне (мбар)

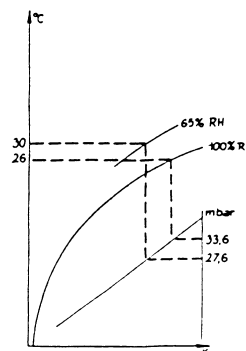
Осушение воздуха в помещении небольшого плавательного бассейна

Параметры воздушной среды: 30 °С/65% отн. вл.
Температура воды в бассейне: 26 °С
Площадь бассейна $A_B = 32 \text{ м}^2$

Рис. 62



h,x-номограмма



Используя h,x -номограмму, находим:
При 26 °С/ 100% отн. вл.: $P_B = 33.6$ мбар
При 30 °С/ 65% отн. вл.: $P_L = 27.6$ мбар

Следовательно, количество влаги, испаряющейся с поверхности воды:

$$W = 13 \times 32 \times (33.6 - 27.6) = 2500 \text{ г/час}$$

Исходя из графика производительности осушения, осушитель CDP - 30 подходит для применения в данных условиях, так как его производительность при 30 °С/ 65% отн. вл. равна 2600 г/час (см. п. 2.4.0). Расчеты по подбору осушителей AF для помещений плавательных бассейнов большой площади приведены в Руководстве по проектированию осушителей AF.

Для упрощения расчетов по подбору осушителя ниже приводится таблица, показывающая интенсивность испарения влаги с 1 м²

поверхности воды при различных значениях температуры и влажности. Для данных таблицы был использован эмпирический коэффициент $\varepsilon = 13$ (для частных небольших бассейнов). Однако, величины, указанные в таблице, можно применять и при подборе осушителей для больших бассейнов, т.е. с учетом $\varepsilon = 28$, умножая найденное по таблице значение на 2.15.

Таблица интенсивности испарения для бассейнов малой площади (до 100 м²)

Интенсивность испарения с поверхности бассейна (г/м ²)															
Температура воздуха °С/ Относительная влажность % RH															
Темпер. воды	°С % RH	24		25		26		27		28		29		30	
		50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
22		149.5	110.5	136.5	97.5	124.8	81.9	110.5	66.3						
23		171.6	132.6	158.6	119.6	146.9	104.0	132.6	88.4	119.6	70.2				
24		195.0	156.0	182.0	143.0	170.3	127.4	156.0	111.8	143.0	93.6	128.7	76.7		
25				204.1	165.1	192.4	149.5	178.1	133.9	165.1	115.7	150.8	98.8	135.2	79.3
26						218.4	175.5	204.1	159.9	191.1	141.7	176.8	124.8	161.2	105.3
27								230.1	185.9	217.1	167.7	202.8	150.8	187.2	131.3
28										244.4	195.0	230.1	178.1	214.5	158.6
29												260.0	208.0	244.4	188.5
30														275.6	219.7

Формула Бязина-Крумме (для бассейнов большой площади)

В Великобритании для расчета интенсивности испарения чаще всего используется формула Бязина-Крумме. Это эмпирическая формула, выведенная на основе измерений, проводимых в помещениях действующих бассейнов.

Кроме величины парциального давления водяных паров в формуле учитывается коэффициент занятости бассейна людьми, который отражает соотношение между действительным количеством купающихся и максимально допустимым.

Существует два выражения формулы:

1. Для периода, когда в бассейне находятся купающиеся (период использования):

$$W = [0.118 + 0.01995 \times a \times \frac{\Delta P}{1.333}] \times A$$

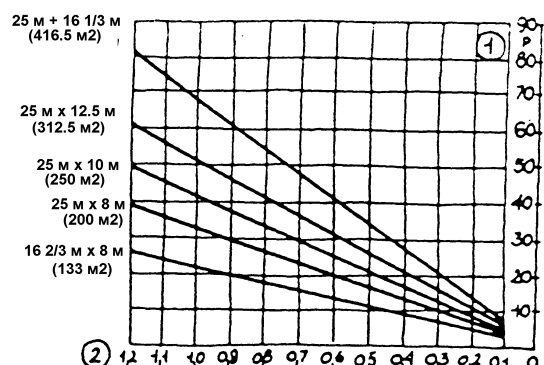
2. Для периода, когда в бассейне нет купающихся (период бездействия):

$$W = [-0.059 + 0.0105 \times \frac{\Delta P}{1.333}] \times A$$

a - коэффициент занятости бассейна людьми (см. Рис. 64)

A - площадь бассейна

ΔP - разность между давлением водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды в бассейне и парциальным давлением водяных паров в условиях воздушной среды бассейна. ΔP (мбар) находим по h,x-номограмме.



63 Коэффициент занятости бассейна в зависимости от его площади и количества купающихся

1. Количество купающихся в бассейне
2. Нормированный коэффициент занятости бассейна

График построен из учета того, что коэффициент занятости равен 1, если на одного купающегося

приходится 6 м² поверхности бассейна. По графику, например, можно установить, что, когда в бассейне площадью 25 м x 12.5 м (312 м²) находится 52 человека, коэффициент занятости равен 1.

Экспериментальные данные, однако, показывают, что для больших общественных бассейнов в качестве усредненной величины можно использовать коэффициент занятости 0.5.

Пример расчета интенсивности испарения:

Параметры воздушной среды: 28 °С/60% отн. вл.

Температура воды в бассейне: 26 °С

Расчет выполняется на 1 м² водной поверхности бассейна.

Интенсивность испарения в период использования бассейна:

$$W = [0.118 + 0.01995 \times 0.5 \times \frac{(33.6 - 22.7)}{1.333}] \times 1 =$$

$$= 0.200 \text{ кг/час}$$

Интенсивность испарения, когда в бассейне нет купающихся (период бездействия):

$$W = [-0.059 + 0.0105 \times \frac{(33.6 - 22.7)}{1.333}] \times 1 =$$

$$= 0.027 \text{ кг/час}$$

Используем эти данные для конкретного бассейна:

$$A = 312.5 \text{ м}^2$$

Приток свежего воздуха = 10 м³/час для 1 м² поверхности бассейна (по нормам)

Количество купающихся = 26 человек

По графику находим коэффициент занятости: a = 0.5

Количество испаряющейся влаги в бассейне в час:

$$W = 0.200 \times 312.5 = 62.5 \text{ кг/час}$$

Общий приток свежего воздуха:

$$312.5 \times 10 \text{ м}^3/\text{час} = 0.87 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Влагосодержание вытяжного воздуха по h,x-номограмме = 14.3 г/кг

Плотность воздуха = 1.2 кг/м³

Влагосодержание наружного воздуха, исходя из усредненных данных для данного периода года с влажностью 98 % = 11.6 г/кг

Количество влаги, удаляемой посредством вентиляции:

$$W_v = 0.87 \times 1.2 \times \frac{(14.3 - 11.6)}{1000} \times 3600 = 10.1 \text{ кг/час}$$

Следовательно, требуемая нагрузка осушения должна быть:

$$W_d = 62.5 - 10.1 = 52.4 \text{ кг/час}$$

Для данной величины подходят только осушители модели AF (производительность AF-ES при заданных условиях = 55 кг/час). (См. Руководство по проектированию осушителей AF) Для упрощения расчетов ниже приводится таблица с указанием интенсивности испарения для бассейнов большой площади.

Таблица интенсивности испарения для бассейнов большой площади (свыше 100 м²) (коэффициент занятости бассейна a = 0.5)

Интенсивность испарения с поверхности бассейна (г/м ²)															
Температура воздуха °С/ Относительная влажность % RH															
Темпер. воды	°С	24		25		26		27		28		29		30	
		% RH	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	
22		204	182	197	174	190	165	182	156						
23		217	194	209	187	203	178	194	169	187	158				
24		230	208	223	200	216	191	208	182	118	172	192	162		
25				235	213	229	204	221	195	213	185	205	175	196	164
26						244	219	236	210	228	200	220	190	211	179
27								250	223	243	215	235	205	226	194
28										259	230	250	221	241	209
29												268	238	259	227
30														277	244

4. УПРОЩЕННЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПОДБОРА ОСУШИТЕЛЕЙ

(правило "большого пальца")

В определенных условиях, когда возможны некоторые допуски при расчете требуемой нагрузки осушения, или для ее приблизительной оценки используется эмпирическая формула, которая называется "правило большого пальца". Рассмотрим ее для конкретных областей использования осушителей.

Обозначения:

Q - требуемая нагрузка осушения (кг/час или г/час)

V - объем помещения, м³

4.1 ОСУШЕНИЕ ВОЗДУХА

$$Q = V \times 1.5 \text{ (г/час)}$$

Условия:

Кратность обмена = 0.5

Интенсивность осушения = 2.5 г/м³ x час

Температура воздуха = 20 °C

4.2 СУХОЕ ХРАНЕНИЕ

$$Q = V \times 1.2 \text{ (г/час)}$$

Условия:

Кратность обмена = 0.3

Интенсивность осушения = 2.5 г/м³ x час

Температура воздуха = 20 °C

4.3 ПРОСУШКА

(ликвидация аварийных проливов и просушка новых зданий)

$$Q = V \times 2.0 \text{ (г/час)}$$

Условия:

Такие же, как и для сухого хранения, но добавляя к интенсивности осушения 0.8 г/м³ x час, чтобы учесть испарение воды из влажных материалов.

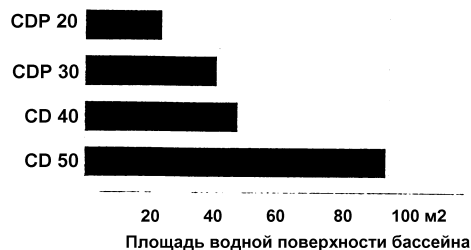
Время просушки: 6 - 10 дней.

Модели и количество осушителей, применяемые в зависимости от типа и площади здания

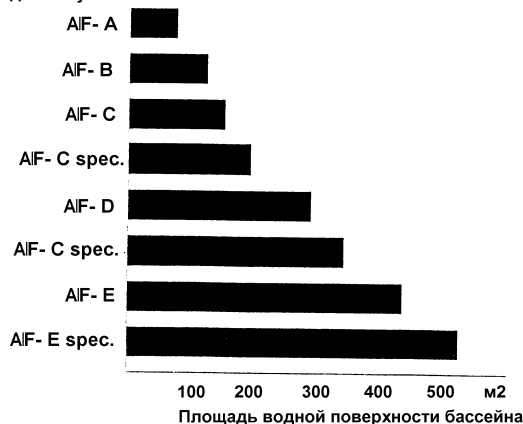
	CD 1100 CDB 1000 CDB 1100	CD 1800 CDB 1700 CD 1900	CD 2400
Квартиры площадью до 80 м ²	1	1	1
Отдельные дома площадью до 120 м ²	2	1	1
Квартиры площадью более 80 м ²	3	2	1
Отдельные дома площадью более 120 м ²	4	3	2
Офисы площадью 100 - 200 м ²			
Офисы площадью 200 - 300 м ²			

4.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СУШКА

Модель осушителя



Модель осушителя



Сушка древесины:

См. п. 3.5.2.4

Сушка меховых шкур:

Q = 1 г/час для одной шкурки

4.5 ПЛАВАТЕЛЬНЫЕ БАССЕЙНЫ

Небольшие частные бассейны:

$$Q = A_B \times 75 \text{ г/час}$$

Бассейны большой площади:

$$Q = A_B \times 150 \text{ г/час}$$

A_B = площадь бассейна (м²)

Условия:

Минимальный приток наружного воздуха = 10 м³/час x м² · A_B

(Приток наружного воздуха снижает требуемую нагрузку осушения)

Температура воздуха = t_{воды} + 2 К

Относительная влажность воздуха = 60% RH

При использовании этих экспериментальных данных и рабочих условиях осушения 28 °C/60% можно руководствоваться нижеприведенными диаграммами (Рис. 64), которые показывают возможность установки конкретной модели осушителя в зависимости от площади бассейна.