

Поддержание требуемой влажности воздуха в помещении бассейна



В настоящее время наличие бассейна в загородном доме становится нормой. Как показывает опыт, при проектировании бассейна Заказчик чаще всего обращается к строительной организации. Строительная организация в силу специфики своей работы больше занимается строительными вопросами и, как это не печально, иногда недостаточно большое внимание уделяет решению проблем, связанных с избыточной влагой, которая образуется при испарении с

- поверхности зеркала воды;
- поверхности пола, который, как правило, тоже частично залит водой;
- поверхности тела людей, пользующихся бассейном.

Избыточная влага при определенных условиях, о которых подробно мы расскажем ниже,

- конденсируется на окнах ("запотевшие" окна);
- конденсируется на стенах с дорогой отделкой;
- вызывает коррозию металлических конструкций помещения;
- поднимается с теплым влажным воздухом на верхние этажи здания, где может находиться паркет, который в свою очередь начинает "вздуться";
- создает дискомфортные условия людям, находящимся в помещении бассейна.

Эта страшная картина не плод нашего воображения, а печальный опыт "счастливого" обладателя шикарного бассейна, который предпочел нашему техническому решению "услуги" строительной организации, не имеющей ни малейшего представления о физике процессов выделения влаги с поверхности зеркала воды и поглощения этой влаги воздухом, а также о различных способах решения данной проблемы.

Из вышесказанного можно сделать основной

Вывод - в **ЛЮБОМ** помещении бассейна необходимо использовать **Систему Поддержания Требуемой Влажности Воздуха** (далее - СПТВВ).

Прежде, чем начать определяться с выбором типа и тем более производительностью СПТВВ, **НЕОБХОДИМО ВЫПОЛНИТЬ** ряд основных расчетов:

1. Определить значение требуемой относительной влажности воздуха в помещении бассейна.
2. Определить количество испарившейся воды.
3. Выбрать способ удаления избыточной влаги.

Начнем с требуемого значения относительной влажности.

Как мы уже знаем, СПТВВ в первую очередь применяют для исключения конденсации водяных паров на ВНУТРЕННЕЙ поверхности ограждающих конструкций помещения бассейна. Конденсация водяных паров происходит в том случае, когда температура внутренней поверхности ограждающей конструкции помещения бассейна ниже температуры ТОЧКИ РОСЫ воздуха в помещении бассейна. Рассчитать температуру ТОЧКИ РОСЫ можно на нашем сайте, воспользовавшись бесплатной ON LINE программой из раздела ПРОЕКТИРОВЩИКУ/ПРОЦЕССЫ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА/ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ "ТОЧКИ РОСЫ". Как видно из результатов расчета и диаграммы, при одной и той же температуре воздуха в помещении бассейна (например, 30 град. Цельсия) и разных значениях относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна (например, 70% и 50%) значение температуры точки росы значительно отличается друг от друга (23,93 град. Цельсия и 18,45 град. Цельсия соответственно). Это говорит о том, что если ограждающая конструкция хорошо утеплена и температура стенки со стороны помещения бассейна составляет например 24 град. Цельсия, то в помещении бассейна можно поддерживать значение относительной влажности воздуха 70%. Но если вдруг ограждающая конструкция утеплена плохо и температура стенки ограждающей конструкции со стороны помещения бассейна, например, 19 град. Цельсия, то при поддержании значения относительной влажности воздуха в помещении бассейна 70%, на стенке гарантированно будет образовываться конденсат. Чтобы избежать образования конденсата на внутренней поверхности стенки при ее температуре 19 град. Цельсия (т.е. плохой теплоизоляции), внутри помещения бассейна необходимо поддерживать значение относительной влажности воздуха 50%.

Можно сделать важный **Вывод:** необходимо уделять большое внимание теплоизоляции ограждающих конструкций помещения бассейна, которая "никогда не бывает лишней".

Но возникает очередной вопрос: "А как же узнать температуру стенки внутри помещения бассейна?" Для этого необходимо провести расчет теплопроводности через ограждающую конструкцию. Этот

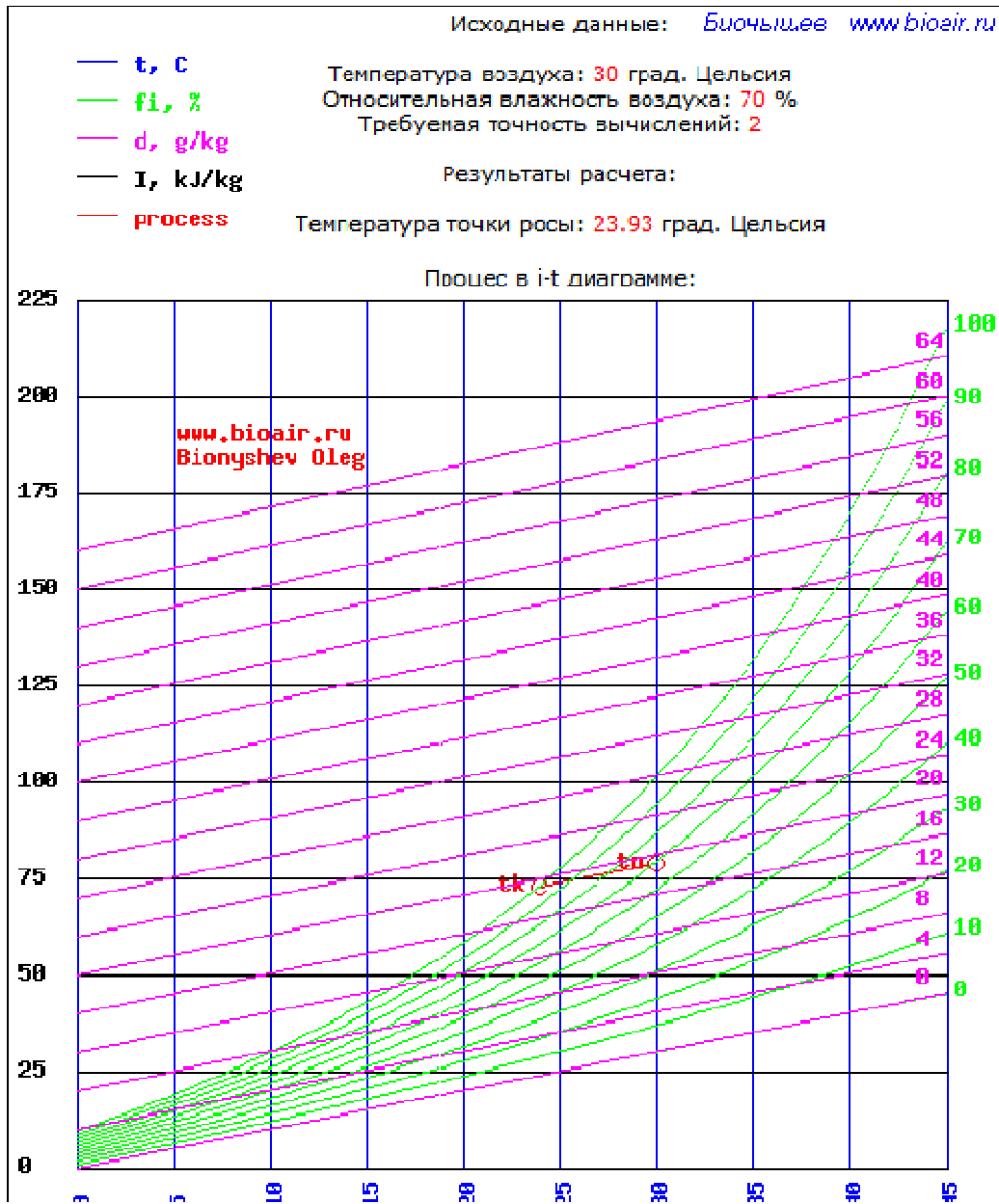


рис. 1

расчет можно выполнить при помощи бесплатной ONLINE программы из раздела ПРОЕКТИРОВЩИКУ/РАСЧЕТ ТЕПЛОПРИТОКОВ/ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ на сайте БИО ЭЙР:

Исходные данные:

Бионьшев www.bioair.ru

Температура воздуха со стороны улицы: **-28 град. Цельсия**
Скорость движения воздуха со стороны улицы: **5 м/с**
Учет дополнительного перепада температуры стены, подверженной солнечному нагреву: **не учитывается**
Широта местности: **50 град.**
Длина ограждающей конструкции: **1 м**
Высота ограждающей конструкции: **1 м**
Материал I слоя: **стекло**
Толщина I слоя: **4 мм**
Материал II слоя: **воздух**
Толщина II слоя: **14 мм**
Материал III слоя: **стекло**
Толщина III слоя: **4 мм**
Температура воздуха внутри помещения: **30 град. Цельсия**
Относительная влажность воздуха внутри помещения: **70 %**
Скорость движения воздуха внутри помещения: **0.5 м/с**

Результаты расчета:

Коэффициент теплопроводности I слоя - стекло **1.15 Вт/(м*К)**
Коэффициент теплопроводности II слоя - воздух **0.026 Вт/(м*К)**
Коэффициент теплопроводности III слоя - стекло **1.15 Вт/(м*К)**
Коэффициент теплоотдачи со стороны улицы: **25.4 Вт/(м2*К)** при **5 м/с**
Коэффициент теплоотдачи со стороны помещения: **7.6 Вт/(м2*К)** при **0.5 м/с**
Температура поверхности ограждающей конструкции со стороны улицы: **-24.81 град. Цельсия**
Температура поверхности ограждающей конструкции со стороны помещения: **19.35 град. Цельсия**
Температура 'точки россы' воздуха со стороны помещения: **23.926 град. Цельсия**

ВНИМАНИЕ!!! Возможен конденсат на внутренней поверхности стены!!!

Площадь ограждающей конструкции: **1.00 м2**
Коэффициент теплопередачи: **1.396 Вт/(м2*К)**
Теплоприток через ограждающую конструкцию: **-80.96 Вт**

рис. 2

Как видно из рис. 2, мы провели расчет теплопотерь через оконный проем удельной площадью 1 м2 для зимнего периода эксплуатации помещения бассейна при поддержании внутри помещения бассейна температуры воздуха +30 град. Цельсия и различных значений относительной влажности воздуха 70% и 50% с учетом скорости движения воздуха, как со стороны улицы, так и со стороны помещения бассейна (подвижность воздуха). Интересующие нас результаты расчета:

- температура поверхности ограждающей конструкции со стороны помещения бассейна 19.35 град. Цельсия;
- температура точки россы воздуха со стороны помещения 23.93 град. Цельсия при поддержании требуемого значения относительной влажности воздуха на уровне 70%;
- и предупреждение программы: **ВНИМАНИЕ!!! Возможен конденсат на внутренней поверхности стены!!!**

Пробуем провести повторный расчет с теми же самыми исходными данными за исключением значения относительной влажности воздуха внутри помещения. Примем это значение 50%. Получаем новые результаты расчета:

- температура точки россы воздуха со стороны помещения бассейна 18.45 град. Цельсия при той же температуре поверхности ограждающей конструкции со стороны помещения 19.35 град. Цельсия.
- Это говорит нам о том, что при поддержании значений температуры воздуха в помещении бассейна 30 град. Цельсия и относительной влажности воздуха 50% на поверхности рассмотренного нами типа остекления гарантированно не будет образования конденсата.

Важно! Эти расчеты необходимо проводить для всех типов ограждающих конструкций: окна, стены, крыша и т.п. с учетом параметров наружного воздуха для **каждого климатического региона**. Причем, гораздо лучше проводить эти расчеты еще до того, как выполнены общестроительные работы по возведению самого помещения бассейна. В случае обнаружения критичной ограждающей конструкции с точки зрения возможности образования конденсата, есть возможность внести АРГУМЕНТИРОВАННОЕ изменение в проект архитектурно-строительной части. Эти дополнительные затраты на повышение эффективности теплоизоляции в будущем при проектировании СПТВВ помогут существенно сократить как капитальные затраты на основное оборудование, так и последующие эксплуатационные.

Вывод:

- мы смогли понять какое значение относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна необходимо поддерживать и как его рассчитать;

- летом в помещении бассейна можно поддерживать более высокое значение относительной влажности воздуха, т.к. температура стенки ограждающей конструкции внутри помещения бассейна летом значительно выше, чем зимой.

Теперь, когда мы определились со значением требуемой влажности воздуха в помещении бассейна, можем перейти ко второй части наших расчетов, а именно к **определению количества испарившейся воды**.

Как было сказано выше, основными источниками выделения влаги в помещении бассейна являются: зеркало воды, поверхность мокрого пола и люди.

Подробнее остановимся на зеркале воды.

Наша фирма применяет четыре основных методики расчета количества влаги, выделившейся с поверхности зеркала воды, а именно:

- Основы Промышленной Вентиляции, В.В. Батурин, 1951 г.;
- Методика стандарта VDI 2089 (Общество Немецких Инженеров);
- Методика Бязина-Круме;
- Методика Общества Финских Инженеров.

В основу алгоритма всех методик заложен учет разницы между давлением водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды и парциального давления водяных паров при действующих параметрах окружающего воздуха.

Очевидно, что если мы поддерживаем в помещении бассейна значение относительной влажности воздуха 70%, то количество испарившейся влаги будет значительно меньше, чем если бы мы поддерживали значение относительной влажности воздуха 50%.

Отличие расчетных методик друг от друга состоит в учете различных эмпирических коэффициентов, зависящих от типа бассейна:

- игровой бассейн с активным волнообразованием;
 - большой общественный бассейн;
 - бассейн отеля;
 - небольшой частный бассейн;
 - закрытая поверхность бассейна;
 - неподвижная поверхность бассейна;
 - небольшой частный бассейн с ограниченным временем использования;
 - общественный бассейн с нормальной активностью купающихся;
 - большие бассейны для отдыха и развлечений;
 - аквапарки с водяными горками и значительным волнообразованием.
- а так же учета/неучета скорости движения воздуха у поверхности воды.

Исходные данные: Бионьшвее www.bioair.ru	
Выбранная Вами методика расчета: Основы Промышленной Вентиляции, В.В. Батурин 1951 г.	
Длина зеркала воды: 1 м	
Ширина зеркала воды: 1 м	
Температура воды: 28 град. Цельсия	
Температура воздуха: 30 град. Цельсия	
Требуемая относительная влажность воздуха: 70 %	
Скорость движения воздуха у поверхности воды: 0.2 м/с	
Направление движения воздуха относительно поверхности воды: параллельно	
Результаты расчета:	
Количество выделившейся влаги 0.163 л/ч	

рис.
3

Воспользовавшись бесплатной услугой сайта БИО ЭЙР, выполнить этот расчет можно самостоятельно по любой из четырех опубликованных методик расчета в разделе ПРОЕКТИРОВЩИКУ/РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВЛАГИ, ВЫДЕЛИВШЕЙСЯ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ.

Вывод:

- мы смогли рассчитать количество испарившейся влаги с поверхности зеркала воды;
- мы еще раз убедились, что очень важно правильно задаться величиной поддерживаемой относительной влажности воздуха в помещении бассейна, т.к. это значение существенно влияет на результат расчета количества испарившейся влаги с поверхности зеркала воды.

Можно, конечно, не утруждать себя этими расчетами и задаться требуемым значением относительной влажности воздуха в помещении бассейна в зимний период эксплуатации, например, 60%, которое рекомендуют многие информационные источники. Но надо четко понимать, к чему может привести ошибка...

1. Задались большим значением относительной влажности (60% вместо 50%) - конденсат на ограждающих конструкциях.

2. Задались меньшим значением относительной влажности (40% вместо 50%) - конденсат гарантированно отсутствует, НО чем меньше значение относительной влажности воздуха в помещении бассейна:

- тем больше влаги испарится с поверхности зеркала воды;
- тем больше требуемая производительность системы вентиляции (осушения воздуха) помещения бассейна.

А это - существенное увеличение энергозатрат при эксплуатации бассейна (подпитка и водоподготовка, дополнительное количество тепла на подогрев приточного воздуха и т.п.).

В связи с этим, еще раз прошу уделить **ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ** значению требуемой относительной влажности воздуха в помещении бассейна, особенно **ЗИМОЙ!**

Продолжим. Теперь, когда мы определились с количеством выделившейся влаги при поддержании требуемого значения относительной влажности воздуха, мы должны **удалить эту влагу из помещения бассейна**, т.е. необходимо определиться с типом и производительностью СПТВВ.

Испарившаяся вода поглощается и удаляется воздухом, который находится в помещении бассейна. Т.к. процесс испарения влаги происходит пусть и неравномерно во времени, но непрерывно, то можно сделать **Вывод: в помещении бассейна необходимо постоянное движение воздуха.**

Причем, мы должны подавать относительно сухой воздух, который будет поглощать (впитывать) испарившуюся влагу, а затем мы должны удалить влажный воздух из помещения бассейна. Можно сделать еще один

Вывод: воздух может поглотить только определённое количество воды.

Количество воды, поглощаемое воздухом, зависит от таких факторов как:

- температура воздуха;
- количество воды, которое уже находится в воздухе.

Если воздух больше не может поглощать воду, то избыточная влага начинает конденсироваться на ограждающих конструкциях. Т.е. мы можем сделать еще один

Вывод: зная количество испарившейся влаги, необходимо рассчитать количество подаваемого/удаляемого воздуха в/из помещения бассейна.

Сухой воздух в помещение бассейна можно подать двумя основными способами:

1. Использовать удаляемый влажный воздух на рециркуляцию, предварительно осушив его. Этого можно добиться при использовании **осушителей воздуха** (например, фирмы Dantherm). Удаляемый влажный воздух проходит через испаритель, где при контакте с холодной поверхностью теплообменника происходит охлаждение воздуха до температуры ниже температуры точки росы. Этот эффект мы подробно рассмотрели выше. Затем, охлажденный и осушенный воздух проходит через конденсатор, где догревается и снова подается в помещение бассейна.

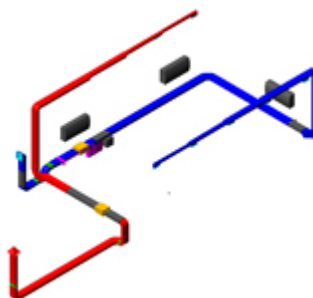
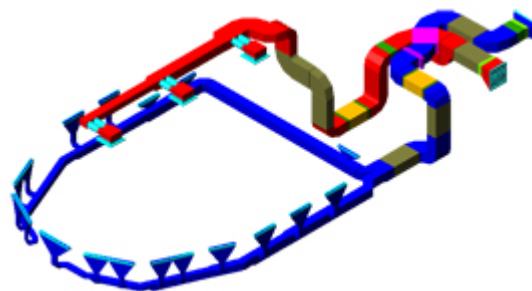


рис. 4

2. Использовать относительно сухой наружный воздух с улицы, который после соответствующей подготовки (очистка, нагрев и т.п.) при помощи приточно-вытяжной **системы вентиляции** подается в помещение бассейна. Сухой воздух поглощает испарившуюся влагу и удаляется на улицу.



Оба способа имеют свои преимущества и недостатки:

рис. 5

		Преимущества	Недостатки
1	Осушители воздуха	<ul style="list-style-type: none"> - малые габаритные размеры; - относительная простота монтажа. 	<ul style="list-style-type: none"> - как правило, оборудование располагается в помещении бассейна; - повышенный уровень шума от работающего оборудования в помещении бассейна; - зональное осушение воздуха (настенные моноблочные модели); - неравномерная воздухоподача с завышенными скоростями подвижности воздуха в рабочей зоне (настенные моноблочные модели); - отсутствие возможности равномерно подать осушенный воздух на остекленную поверхность помещения бассейна (настенные моноблочные модели); - не удаляют запахи специфичные для помещений бассейна; - не обеспечивают подачу свежего приточного воздуха в помещение бассейна (настенные моноблочные модели); - необходимо уделять повышенное внимание электробезопасности, т.к. настенные осушители, как правило, находятся в помещении бассейна.
2	Вентиляция бассейна	<ul style="list-style-type: none"> - равномерная раздача воздуха со скоростью, соответствующей нормативным документам; - равномерное осушение воздуха по всему объему помещения бассейна; - относительно низкий уровень шума в помещении бассейна от работающего оборудования; - возможность равномерно подать сухой воздух вдоль остекленной поверхности помещения бассейна; - обеспечение подачи свежего воздуха в помещение бассейна; - все основное оборудование располагается вне помещения бассейна. 	<ul style="list-style-type: none"> - достаточно большие габаритные размеры оборудования, располагаемого в помещении венткамеры; - относительно большие эксплуатационные расходы на подогрев приточного воздуха зимой системами, не оснащенными устройствами утилизации тепла; - возможное ограничение использования в связи с географическим и, как следствие, климатическим месторасположением объекта (СНиП 2.04.05-91*).

Еще одним решением задачи поддержания относительной влажности воздуха в помещении бассейна является объединение обоих способов:
Вентиляция бассейна + Осушитель воздуха = Система Поддержания Требуемой Влажности Воздуха.

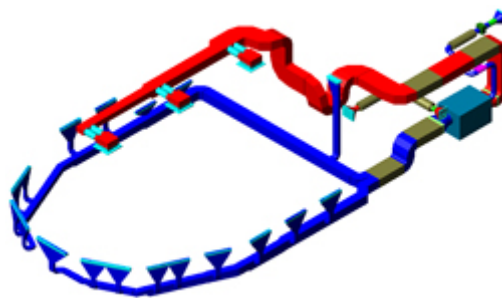


рис. 6

Вернемся к расчету требуемой производительности СПТВВ.

Если проблема решается при помощи **осушителей**, то по таблицам, предоставленным фирмой-производителем осушителей, подбирается соответствующее оборудование.

Обратите внимание!!! Подбор осушителя необходимо проводить по количеству влаги, которое может удалить выбранный осушитель поддержания рассчитанного нами ранее значения относительной влажности воздуха. Если проводить подбор осушителя только по площади зеркала воды Вашего бассейна без предварительного расчета количества выделившейся влаги, описанного выше, то ошибка производительности подобранного оборудования может быть четырехкратной. Т.е. установленное оборудование никогда не сможет поддержать требуемую относительную влажность и, как следствие, на ограждающих поверхностях бассейна обязательно будет образовываться конденсат. Это ни в коей мере не говорит о неисправности установленного осушителя, а только подтверждает техническую некомпетентность фирмы, подобравшей данное оборудование только по площади зеркала воды.

Например: Имеется помещение, в котором поддерживается температура воздуха 30 град. Цельсия и в этом помещении находится бассейн с температурой воды 28 град. Цельсия и площадью зеркала воды 14 м2.

Из результатов расчетов, приведенных выше, видно, что с 1м2 зеркала воды по Методике стандарта VDI 2089 (Общество Немецких Инженеров) при значении относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна 70% происходит испарение воды в количестве 0,121 л/ч, а при значении относительной влажности 50% происходит испарение воды в количестве 0,249 л/ч.

Т.е. с поверхности зеркала воды нашего бассейна при поддержании значения относительной влажности воздуха 70% испаряется:

$14 \text{ м}^2 * 0,121 \text{ л/ч} = 1,694 \text{ л/ч.}$

а при поддержании 50% соответственно:

$14 \text{ м}^2 * 0,249 \text{ л/ч} = 3,486 \text{ л/ч.}$

Смотрим Кривую влагосъема настенного осушителя фирмы Dantherm CDP 35.

При температуре воздуха внутри помещения бассейна 30 град. Цельсия и относительной влажности 70% производительность данного осушителя составляет примерно 1,7 л/ч. Это говорит нам о том, что осушитель CDP 35 справится с поставленной задачей поддержания значения относительной влажности воздуха 70%.

Но согласно информации Кривой влагосъема при температуре воздуха внутри помещения бассейна 30 град. Цельсия и относительной влажности 50%, производительность данного осушителя составляет примерно 0,9 л/ч. Вывод: данный осушитель не справится с задачей поддержания требуемого значения относительной влажности на уровне 50%.

Для поддержания значения относительной влажности воздуха на уровне 50% необходимо $(3,486 \text{ л/ч} / 0,9 \text{ л/ч} = 3,87)$ четыре осушителя CDP 35. Вот Вам и цена поддержания разного значения относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна, которое напрямую зависит от капитальных затрат на теплоизоляцию помещения бассейна.

Если проблема решается при помощи **системы вентиляции бассейна**, то необходимо провести дальнейшие расчеты для определения количества свежего приточного воздуха, необходимого для поглощения испарившегося количества влаги с учетом географического и климатического месторасположения Вашего бассейна. Это достаточно сложные расчеты с использованием i-d диаграммы влажного воздуха, в которой строится луч процесса поглощения влаги свежим приточным воздухом. Направление луча процесса зависит от тепловых процессов, протекающих в помещении бассейна. Соответственно, для летнего, зимнего, ночного, дневного режима эксплуатации помещения бассейна эти лучи процесса поглощения влаги приточным воздухом будут различными и, как следствие, различной будет и требуемая производительность системы вентиляции.

Приблизительный экспресс расчет требуемой производительности системы вентиляции помещения бассейна можно выполнить на нашем сайте, заполнив форму-заявку. Эта форма расположена в разделе ПРОЕКТИРОВЩИКУ/РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЯ БАСЕЙНА. Для окончательного ответа на вопрос о требуемой производительности системы вентиляции помещения бассейна необходимо выполнение Проекта.

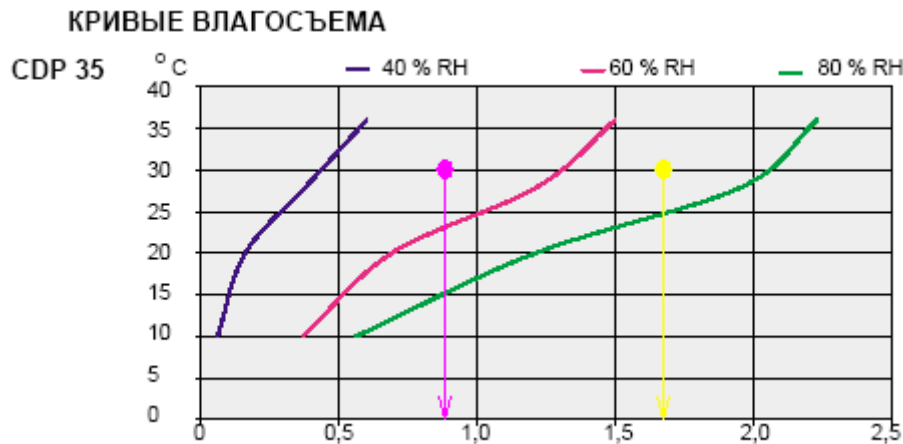


рис. 7

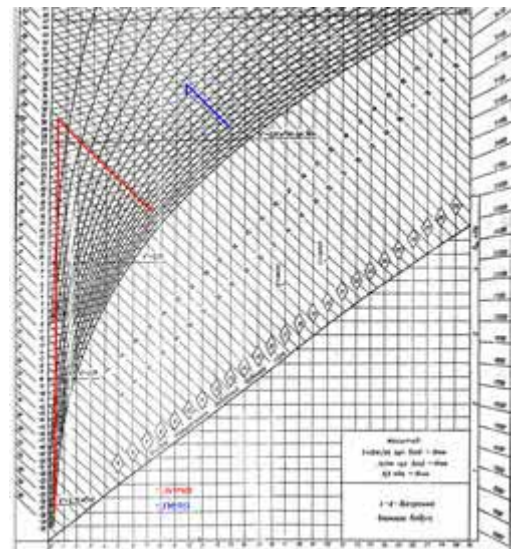


рис. 8

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА количества выделившейся влаги и требуемого расхода приточного воздуха в помещении бассейна

ПРИМЕР Расположение бассейна: Москва Расчёт выполнен: 17:29:15 07.мая.2007г.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Высота помещения бассейна, м	3,00
Длина помещения бассейна, м	10,00
Ширина помещения бассейна, м	3,00
Длина зеркала воды, м	7,00
Ширина зеркала воды, м	2,00
Процент поверхности пола, залитой водой, %	5
Количество людей, чел.	3
Расположение воздуховодов вдоль	длинной стены
Процесс поглощения влаги	t=const

Расчет выделившейся влаги произведён по формуле Общества немецких инженеров VDI 2086

Небольшой частный бассейн с ограниченным временем использования

	Лето	Зима
Температура воздуха окружающей среды, С	28,5	-28,0
Относительная влажность воздуха окружающей среды, %	40	100
Температура воды в бассейне, С	28,0	28,0
Температура воды, разлитой на полу, С	28,0	28,0
Температура воздуха в помещении, С	30,0	30,0
Относительная влажность воздуха в помещении, %	60	50
Принимаемая скорость движения воздуха в помещении, м/с	0,0017	0,0017

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Давление паров воды, Па	2547,0	2122,5
Давление насыщенных паров воды над водой бассейна, Па	3781,3	3781,3
Давление насыщенных паров воды над водой пола, Па	3781,3	3781,3
Количество влаги испарившейся с поверхности бассейна, л/ч	2,59	3,48
Количество влаги, испарившейся с поверхности пола, л/ч	0,15	0,20
Количество влаги, испарившейся с людей, л/ч	0,68	0,68
Суммарное количество испарившейся влаги, л/ч	3,42	4,36
Отношение расхода испарившейся воды к расходу воздуха, кг/кг с.в.	0,0163	0,0213
Влагосодержание воздуха, покидающего помещение, кг/кг с.в.	0,0262	0,0217
МАХ возможное влние воздуха, покидающего помещение, кг/кг с.в.	0,0278	0,0278
Коэффициент использования ассимиляции воздуха	0,94	0,78
Коэффициент эффективности организации воздухообмена (t=const)	1,60	1,60
Кратность воздухообмена, 1/час	2,1	2,0
Требуемый расход воздуха, м3/час	186,8	179,3
Количество тепла на подогрев воды в бассейне, Вт	1715,4	2305,3
Количество тепла на подогрев пола, Вт	98,0	131,7
Кол-во тепла на подогрев воздуха в помещении системой отопления, Вт	2425,0	3097,9
Кол-во тепла на подогрев уличного воздуха в теплообменнике, Вт	90,0	3317,8

требуемая производительность осушителя воздуха при указанных выше параметрах воздуха в помещении бассейна

либо требуемый расход воздуха системы вентиляции при указанных выше параметрах воздуха в помещении бассейна и параметрах воздуха окружающей среды

Разработал алгоритм и составил программу Бионьшев Олег Борисович

web: www.bioair.ru

e-mail: admin@bioair.ru

icq: 141226641

phone: (095) 505-68-85

рис. 9

Если проблема решается при помощи **осушителей и системы вентиляции бассейна**, то необходимо определить, какое количество влаги удалят осушители, а какое система вентиляции и произвести выше описанный подбор оборудования.

Необходимо сказать несколько слов об автоматическом управлении системой вентиляции помещения бассейна...

Изначально можно остановиться на классическом решении автоматизации управления системой вентиляции, т.е. использовать обычное включение/выключение вентиляторов. Но в нашем случае это не совсем логично и рационально. Мы понимаем, что испарение влаги с поверхности зеркала воды происходит непрерывно, т.е. необходимо, чтобы система вентиляции тоже работала постоянно. В принципе ничего плохого с точки зрения эффективности поглощения влаги при постоянно работающей системе вентиляции нет, но на подогрев приточного воздуха, особенно в зимний период времени года, тратится значительное количество тепловой энергии. Возникает логичное желание если не минимизировать эти затраты на подогрев приточного воздуха, то хотя бы оптимизировать. Давайте попробуем

проанализировать необходимый алгоритм работы системы вентиляции помещения бассейна.

В помещении бассейна нет необходимости всегда поддерживать одно и то же значение относительной влажности воздуха летом и зимой. Зимой требуемое значение поддерживаемой относительной влажности воздуха может достигать 50%, летом же, как правило, достаточно 70%. Сначала можно подумать, что для зимнего режима эксплуатации помещения бассейна требуется большая производительность СПТВВ. Это утверждение абсолютно справедливо для решения проблемы поддержания требуемого значения относительной влажности воздуха с помощью осушителей.

А вот для системы вентиляции все совсем наоборот, зимой требуемая производительность значительно меньше, чем летом. Это происходит потому, что зимой воздух с улицы поступает в систему вентиляции не то, что осушенным (как в системе, реализованной на базе осушителей), а *вымороженным*, т.е. значение абсолютной влажности минимально и поглотительная способность одной единицы воздушного потока (например, 1 м³/час) многократно возрастает и суммарно воздуха требуется гораздо меньше. Соответственно, требуемые расходы системы вентиляции для зимнего и летнего режимов будут сильно отличаться друг от друга, до трех, четырех раз.

Вывод: В алгоритме управления системой вентиляции с целью снижения эксплуатационных затрат на подогрев воздуха необходимо предусмотреть ЛЕТНИЙ и ЗИМНИЙ режимы работы.



Продолжим. Как мы уже говорили выше, процесс испарения влаги с поверхности зеркала воды непрерывен, но не постоянен во времени. Т.к. мы поставили задачу экономии энергозатрат, то логичным будет предусмотреть ступенчатое понижение производительности системы вентиляции при постепенном понижении значения относительной влажности воздуха в помещении бассейна вплоть до полного прекращения подачи/удаления воздуха. Выключение системы и перевод в дежурный режим необходимо предусмотреть при существенном понижении значения относительной влажности воздуха в помещении бассейна по сравнению с требуемым, например, при достижении 40% при условии необходимости поддерживать значение относительной влажности не выше 50%.

Вывод: В алгоритме управления системой вентиляции с целью снижения эксплуатационных затрат на подогрев воздуха необходимо предусмотреть ступенчатое управление производительностью системы вентиляции в зависимости от реального значения относительной влажности воздуха по сравнению с требуемым.

Но возникает резонное возражение: а как же СНиПовское требование подачи 80 м³/час воздуха на одного купающегося при условии, когда значение относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна ниже требуемого? Все просто:

Вывод: В алгоритме управления системой вентиляции необходимо предусмотреть еще два режима: АВТОМАТИЧЕСКИЙ для постоянного контроля и поддержания требуемого значения относительной влажности; и РУЧНОЙ, когда в помещении бассейна присутствуют люди и есть необходимость в постоянной подаче воздуха в помещение бассейна минимальным объемом, достаточным для дыхания человека. Причем, если в процессе эксплуатации помещения бассейна (ручной режим) значение относительной влажности превышает требуемое, то **ручной режим** отменяется, и управление системой вентиляции переводится в **автоматическое**.

Включить ручной режим можно различными способами. Начиная от простого - при входе в помещение бассейна человек нажимает настенную клавишу, сдублированную/сблокированную со светом и заканчивая объемным датчиком присутствия человека.



На этом кратком изложении алгоритма управления системой вентиляции, в принципе, можно остановиться. Но возникают чисто технические вопросы:

- Чем отслеживать изменение значения относительной влажности?

Настенным гигростатом, расположенным в помещении бассейна. Причем именно настенным, а не канальным, т.к. при выключенной системе вентиляции канальный гигростат может никогда не выдаст команду на включение системы вентиляции. Гигростаты могут быть любыми: аналоговыми (режим on/off) одно- и двухступенчатыми, цифровыми с управляющим выходом от 0 до 10V.

Очень важно месторасположение гигростата в самом помещении бассейна. Понятно, если расположить гигростат в зоне непосредственного обдува приточным сухим воздухом, то СПТВВ очень быстро добьется требуемого значения относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна и выключит систему. Т.е. гигростат надо располагать в самых "проблемных" зонах помещения бассейна с точки зрения потенциальной опасности образования конденсата. Причем, если этих зон несколько, то и гигростатов тоже должно быть несколько.



- Чем изменять производительность системы вентиляции?

Либо пятиступенчатым трансформатором (обеспечивает все требуемые алгоритмы управления системой вентиляции), либо частотным преобразователем.



- Как организовать логическое управление системой вентиляции?

Можно на простейшей элементной базе на уровне контакторов и реле - ступенчатое управление производительностью вентилятора при помощи аналогового двухступенчатого гигростата и пятиступенчатого трансформатора. Можно на базе контроллера - управление производительностью системы вентиляции от 0 до 100% при помощи настенного цифрового гигростата и частотного преобразователя.

Очевидно, что у этих вариантов, как и у всего в нашей жизни, есть свои преимущества и недостатки. Первый вариант более дешевый, более простой в эксплуатации и ремонте, но менее гибкий и точный. Второй вариант, соответственно, несколько дороже, более сложен в ремонте (требуется высококвалифицированный специалист, способный получить доступ к программированию контроллера), но гораздо более удобный в эксплуатации, т.к. в помещении бассейна расположен жидкокристаллический дисплей с прекрасной информативностью о различных режимах работы системы вентиляции и удобным кнопочным управлением и возможностью изменения режимов работы системы вентиляции.



- Как организовать равномерную воздухоподачу с обеспечением одинакового расхода воздуха по всем воздухоподеляющим устройствам и обеспечить требуемую дальность приточных струй воздуха вдоль ограждающей конструкции помещения бассейна при условии работы системы вентиляции с переменным расходом воздуха?

Решений этой задачи может быть несколько. Например, организация двух независимых приточных систем вентиляции, одна из которых будет работать круглогодично и летом и зимой (примерно одна третья общей производительности системы вентиляции), а вторая только летом. Наша фирма реализовала другой вариант. Проектируется одна приточная система вентиляции с одним вентилятором. Воздух после его подготовки разделяется на две ветки, одна из которых работает круглогодично, а вторая летом. Соответственно, каждая из веток имеет свои воздухоподеляющие устройства, которые всегда работают в номинальном режиме. Переключение с режима на режим происходит автоматически по датчику дифференциального давления, установленного после вентилятора. Если минимального расхода воздуха недостаточно для поддержания требуемого значения относительной влажности воздуха внутри помещения бассейна, контроллер выдает сигнал на повышение числа оборотов двигателя вентилятора, значение давления возрастает выше выставленного при пуско-наладке, датчик дифференциального давления выдает сигнал на открытие заслонки сети вентиляции летнего режима. Управление системой вентиляции можно сделать погодозависимым. По сигналу датчика температуры уличного приточного воздуха при превышении значения, выставленного при пуско-наладке системы вентиляции, открывается летняя ветка вентиляционной сети.



- А можно применять утилизатор теплоты, т.е. рекуператор?

В принципе его применение логически оправдано как с точки зрения экономии тепла на подогрев приточного воздуха, так и с точки зрения осушения удаляемого воздуха из помещения бассейна.

В процессе теплообмена теплого и влажного воздуха через стенку пластинчато-ребристого теплообменника-рекуператора с холодным, очень холодным, уличным приточным воздухом происходит охлаждение удаляемого воздуха до температуры гораздо более низкой, чем температура точки росы со всеми вытекающими, именно вытекающими последствиями - происходит активная конденсация влаги, которую необходимо удалить.

Температура конденсируемой влаги может быть очень низкой. Очевидно, если температура достигнет нулевой отметки, то произойдет замерзание влаги. В этом случае движение воздуха, удаляемого из помещения бассейна, через рекуператор будет невозможно - как следствие, давление воздуха в вытяжной вентиляционной сети возрастет. Этот рост давления необходимо отслеживать при помощи дифференциального датчика давления, установленного до рекуператора на вытяжной ветке системы вентиляции. При превышении значения давления выше критического, которое выставляется при пуско-наладке системы по паспортной характеристике рекуператора, необходимо открыть заслонку "байпаса" - обводной ветки вытяжной системы вентиляции. При этом теплый влажный воздух будет идти обход рекуператора до тех пор, пока сам рекуператор не "оттаит". В случае "оттайки" воздух вновь пойдет через рекуператор, величина перепада давления уменьшится ниже критического, пропадет сигнал с датчика дифференциального давления, заслонка "байпаса" закроется.

В случае достаточной степени осушения, воздух можно не выбрасывать на улицу, а снова направить в систему вентиляции (рециркуляция). Если все же воздух после рекуператора выбрасывается на улицу, то решается проблема борьбы с замерзшей влагой, образующейся при контакте удаляемого теплого влажного воздуха с холодным воздухом окружающей среды с неизбежным образованием наледей и снежных рубашек.

- А как бороться с обмерзанием наружных стен при удалении воздуха из помещения бассейна в зимний период эксплуатации?

Мы рекомендуем осуществлять выброс воздуха на значительном удалении от наружных стен здания. Наша фирма использует этот способ в своих проектах. Как правило, венткамеры системы вентиляции помещений бассейна расположены в помещениях подвального, либо цокольного этажа, т.е. ниже уровня земли. Магистральный воздуховод, удаляющий влажный воздух, прокладывается под поверхностью земли в сухом бетонном канале с уклоном в сторону дома для того, что бы неизбежно образующийся конденсат самотеком стекал по воздуховоду обратно в направлении помещения венткамеры, где он (конденсат) собирается в нижней точке воздуховода и удаляется в систему канализации (дренажа) здания с обязательной организацией гидрозатвора. Кстати, это требование по сбору и удалению конденсата относится и к обсуждаемому нами рекуператору. Затем после того, как мы отнесли прокладываемый под землей воздуховод на значительное расстояние от дома, поднимаем этот воздуховод вертикально вверх и организуем небольшую вертикальную шахту, выходящую выше поверхности земли. Сверху шахты предусматриваем защитное устройство для исключения попадания уличных осадков в систему вентиляции. Получаем совершенно безобидный "снегогенератор".



- Чем греть приточный воздух, и какие проблемы могут при этом возникнуть?

Греть приточный воздух электричеством - слишком дорогое удовольствие, да и, как правило, в загородных домах наблюдается явный дефицит свободных электрических мощностей. Поэтому, остается водяной подогрев приточного воздуха теплоносителем (вода, либо незамерзающая жидкость) от существующей системы отопления дома. Причем, чаще всего, исходя из соображений экологичности, в качестве теплоносителя используется вода. В связи с этим необходимо сказать несколько слов о мерах защиты от замерзания системы отопления. При проектировании гидромодуля существуют необходимые общие рекомендации:

- необходимо использовать датчик температуры обратной воды после теплообменника. В случае понижения температуры обратной воды после нагревателя воздуха ниже критического значения (+10 град. Цельсия) необходимо выключить систему вентиляции, полностью открыть смесительный узел на 100%-ую подачу горячей воды в теплообменник и выдать соответствующий сигнал об аварийном режиме работы.

- помимо общего датчика температуры приточного воздуха, необходимо использовать термостат, который при подаче приточного воздуха после нагревателя воздуха с температурой ниже критической (+12 град. Цельсия) выдает сигнал об аварийном режиме работы. По сигналу этого термостата система автоматического управления должна открыть смесительный узел на 100% подачи горячей воды, выключить, либо значительно снизить производительность системы вентиляции и выдать соответствующий сигнал.

- даже при выключенной системе вентиляции необходимо обеспечить постоянное движение воды через нагреватель воздуха. Это необходимо делать для того, что бы постоянно контролировать температуру обратной воды после нагревателя.

- как правило, водяной нагреватель воздуха



находится на значительном удалении от источника тепла и при эксплуатации системы вентиляции может возникнуть такой режим, когда нет потребности в горячей воде. В этом случае при определенной выбранной схеме обвязки гидромодуля может возникнуть застой воды перед гидромодулем, т.е. температура теплоносителя-воды может значительно понизиться, вплоть до комнатной температуры. При включении системы вентиляции возникает естественная потребность в горячей воде. Система автоматического управления открывает смесительный узел на 100% подачи горячей воды, но т.к. протяженность соединяющего трубопровода достаточно большая, то в нагреватель воздуха поступает вода с нерасчетными параметрами. Как следствие возможен аварийный режим работы по температуре обратной воды. Что бы избежать подобной ситуации, необходимо возле гидромодуля постоянно поддерживать воду с расчетной температурой.

Как это не удивительно, в рамках этой статьи достаточно трудно охватить все проблемы и нюансы проектирования, монтажа и эксплуатации Систем Поддержания Требуемой Влажности Воздуха помещений бассейна.

Даже при достаточно большом опыте нашей фирмы в области организации подобных систем, жизнь постоянно преподносит новые задачи, которые мы с успехом решаем.

Здесь мы приводим в качестве примера фото галерею некоторых объектов, выполненных фирмой "БИО ЭИР":



Автор статьи - Бионышев Олег Борисович.

Дата публикации - 15 мая 2007 года.