

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В БАНЕ**Стрелков Д.Ю.***ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ), Нижний Новгород, e-mail: sundim1@rambler.ru*

Несмотря на общие правила проектирования вентиляции бани, имеется множество факторов, которые необходимо учитывать, поэтому подход к каждому случаю должен быть индивидуален. Вентиляция должна обеспечивать санитарно-гигиенические условия (температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и чистоту воздуха) воздушной среды в помещении, благоприятные для здоровья и самочувствия человека. Автор подчеркивает, что эффективность вентиляции в режимах мытья и просушки различна. Это обусловлено различной ассимилирующей способностью воздуха в летнее и зимнее время. При расчете и подборе площади сечения вентиляционных каналов бани, следует обязательно учитывать эти факторы. Для интенсивности просушки в летнее время, возможно применение искусственной вентиляции. По желанию заказчика возможна установка автоматики для поддержания температуры и влажности, концентрации CO₂, а также автоматизированного обеспечения приточным и вытяжным воздухом.

Ключевые слова: воздушная среда, воздухообмен, эффективность, оптимальный режим

PECULARITIES OF THE AIRFLOW IN THE SAUNA**Strtelkov D.Y.***Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU), Nizhny Novgorod, e-mail: sundim1@rambler.ru*

In spite of the general design guidelines of the baths ventilation, there are many factors to consider, so the treatment of each case must be individualized. The author emphasizes that the ventilation efficiency in the modes of washing and drying is various. This is due to different assimilative capacity of the air in summer and winter. In the calculation and selection of the sectional area of the ventilation ducts of the bath, be sure to consider these factors. It is possible to use artificial ventilation for the intensity of drying process in summer. On the customer's request it is possible to install systems for maintaining temperature and humidity, CO₂ concentration, and the automated security of supply and exhaust air.

Keywords: air environment, air circulation, efficiency, optimum mode

Сегодня строительство различных зданий и сооружений находится на подъеме. Очень популярным стало частное строительство, результатом которого становится возникновение коттеджных поселков. Зачастую неотъемлемым атрибутом загородной жизни является баня или сауна, и вентиляция крайне важна для комфортного отдыха в бане, поэтому необходимо подходить к этому вопросу с большой ответственностью. Прежде чем сделать вентиляцию, нужно знать о функциях, которые она будет выполнять. Суть в том, что система работает сразу в двух основных направлениях, которые определяют режим работы. Обе функции важны и дополняют друг друга:

Режим мытья. Чтобы процесс принятия оздоровительных процедур происходил по всем правилам, нужна постоянная циркуляция свежего воздуха.

Режим просушки. После того как мытье завершилось, с помощью вентиляции должно происходить естественное проветривание и быстрое просушивание всех помещений, которые подвергались воздействию пара и влаги. Эта процедура будет способствовать долговечности деревянных конструктивных элементов сооружения.

Необходимо знать общие принципы работы вентиляции, чтобы понимать, как она функционирует [1]:

- В парной температурный баланс должен быть стабилен. Приток свежего воздуха не должен нарушать существующий тепловой режим.

- Температура в парилке должна быть разной в зависимости от высоты расположения человека, принимающего банные процедуры. В нижней части парилки воздух должен быть прохладный, на уровне полки воздушные потоки должны окутывать комфортом и теплом, на верхнем лежаке должна быть самая высокая температура, от которой должно быть жарко.

- Из комнаты парной должен вытягиваться воздух, насыщенный углекислым газом, а поступать – с оптимальным количеством кислорода.

Если схема произведена правильно, то соблюдаются все вышеописанные принципы. Для этого нужно, чтобы все вентиляционные коммуникации были на своем месте:

- Чтобы свежий воздух успевал нагреться до нужной температуры, место его притока размещают в непосредственной близости от печки.

• Отработанный воздух должен выходить через отверстие, расположенное в стене напротив печи. Для этого нужно прорисовать визуальную диагональ. При таком расположении вентиляционной коммуникации в парной, распределение нагретого воздуха будет равномерным.

• Главное отверстие для выхода отработанного воздуха располагают недалеко от потолка, а вспомогательное, которое постоянно не закрывается во время принятия парных процедур, располагается на высоте 1 м от пола. Это взаимное расположение вентиляционных отверстий способствует образованию под потолком стойкого пара, который находится в так называемом парном кармане.

Несмотря на перечисленные общие сведения по проектированию вентиляции бани, имеется множество факторов, которые нужно учитывать, поэтому подход к каждому случаю должен быть индивидуален.

На бытовом уровне достаточно различать два параметра состояния воздуха, чтобы оценить состояние воздушной среды – температуру и относительную влажность, но для проектирования вентиляции этого недостаточно.

Рассмотрим методику расчета к конкретному примеру в русской бане:

– площадь 9 м², высота 2 м, в бане находятся 3 человека одновременно.

Русская баня

Параметры воздуха в летний период (СП 131.13330.2012) [2]:

$t = 26,2^{\circ}\text{C}$, – температура воздуха в помещении;

$\rho = 1,150 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания;

$\phi = 56,3\%$, – относительная влажность;

$\Delta i = 56,8 \text{ кДж/(кг. сух. воздуха)}$, – теплосодержание;

$\Delta d = 11,96 \text{ г/(кг. сух. воздуха)}$, – влагосодержание;

$R_{\text{п}} = 1,912 \text{ кПа}$, – парциальное давление водяного пара;

$R_{\text{нп}} = 3,398 \text{ кПа}$ – парциальное давление насыщенного пара;

Параметры воздуха в зимний период (СП 131.13330.2012):

$t = -31^{\circ}\text{C}$, – температура воздуха в помещении;

$\rho = 1,432 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания;

$\phi = 80\%$, – относительная влажность;

$\Delta i = -30,61 \text{ кДж/(кг. сух. воздуха)}$, – теплосодержание;

$\Delta d = 0,2235 \text{ г/(кг. сух. воздуха)}$, – влагосодержание;

$R_{\text{п}} = 0,036 \text{ кПа}$, – парциальное давление водяного пара;

$R_{\text{нп}} = 0,045 \text{ кПа}$ – парциальное давление насыщенного пара;

Параметры воздуха в помещении парной бани:

$t = 60^{\circ}\text{C}$, – температура воздуха в помещении;

$\rho = 1,010 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания;

$\phi = 39\%$, – относительная влажность;

$\Delta i = 194,63 \text{ кДж/(кг. сух. воздуха)}$, – теплосодержание;

$\Delta d = 51,5 \text{ г/(кг. сух. воздуха)}$, – влагосодержание;

$R_{\text{п}} = 7,748 \text{ кПа}$, – парциальное давление водяного пара;

$R_{\text{нп}} = 19,857 \text{ кПа}$ – парциальное давление насыщенного пара;

Вентиляцию в бане разделяем по предназначению на два режима:

– Режим мытья

– Режим просушки

Эффективность вентиляции в этих режимах различна, это обусловлено различной ассимилирующей способностью воздуха в летнее и зимнее время. При расчете и подборе площади сечения вентиляционных каналов бани, следует обязательно учитывать эти факторы.

Расчет ведем по летнему режиму, как наименее благоприятному, так как воздух насыщен водяными парами и имеет более высокую температуру по сравнению с зимним режимом.

Принимаем условно длину вытяжного воздуховода 3 м, а также геометрическую разницу высот 3 м.

Режим мытья

Задача рассчитать необходимый расход воздуха в данном случае сводится к ассимиляции влаги, выделяемой людьми, а также углекислого газа [3].

Расчеты показали, что параметры приточного воздуха должны быть следующими: $t = 60^{\circ}\text{C}$, – температура подогретого воздуха после прохода через печь;

$\phi = 9,6\%$, – относительная влажность;

$\Delta i = 91,5 \text{ кДж/(кг. сух. воздуха)}$, – теплосодержание;

$\Delta d = 11,96 \text{ г/(кг. сух. воздуха)}$, – влагосодержание;

$R_{\text{п}} = 1,912 \text{ кПа}$, – парциальное давление водяного пара;

$R_{\text{нп}} = 17,857 \text{ кПа}$ – парциальное давление насыщенного пара;

Массовый расход воздуха для ассимиляции составит – 23 кг/ч, объемный 21,7 м³/ч.

Объемный расход воздуха для ассимиляции CO₂ составит – 46 м³/ч.

Принимаем значение – 46 м³/ч.

$\rho = 1,150 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания при $t = 26,2^\circ\text{C}$;

$\rho = 1,033 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания $t = 60^\circ\text{C}$;

Располагаемое давление составит – 3,4 Па.

Потеря давления в воздуховоде Ф 100 мм составит – 6,3 Па. Этот диаметр не подходит.

Потеря давления в воздуховоде Ф 125 мм составит – 2,5 Па. Выбираем Ф 125.

Режим просушки

Из исходных данных видно, что разница влагосодержания между обычным летним воздухом и воздухом в парной составляет – 39,54 г/(кг. сух. воздуха), это влагу и надо ассимилировать до параметров наружного воздуха.

Обычная естественная вентиляция рассчитывается на температуру наружного воздуха 5°C, т.е. при температуре воздуха больше этого значения она не работает, т.к. пропадает располагаемое давление [4;5;6]. Для данного примера оно составит – 1,7 Па.

Объемный расход воздуха для ассимиляции влаги составит – 14 м³/ч.

Мы задаемся целью рассчитать располагаемое давление при других условиях:

$\rho = 1,168 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания при $t = 22^\circ\text{C}$, $\phi = 55\%$;

$\rho = 1,150 \text{ кг/м}^3$, – плотность воздуха с учетом влагосодержания при $t = 26,2^\circ\text{C}$, $\phi = 56,3\%$;

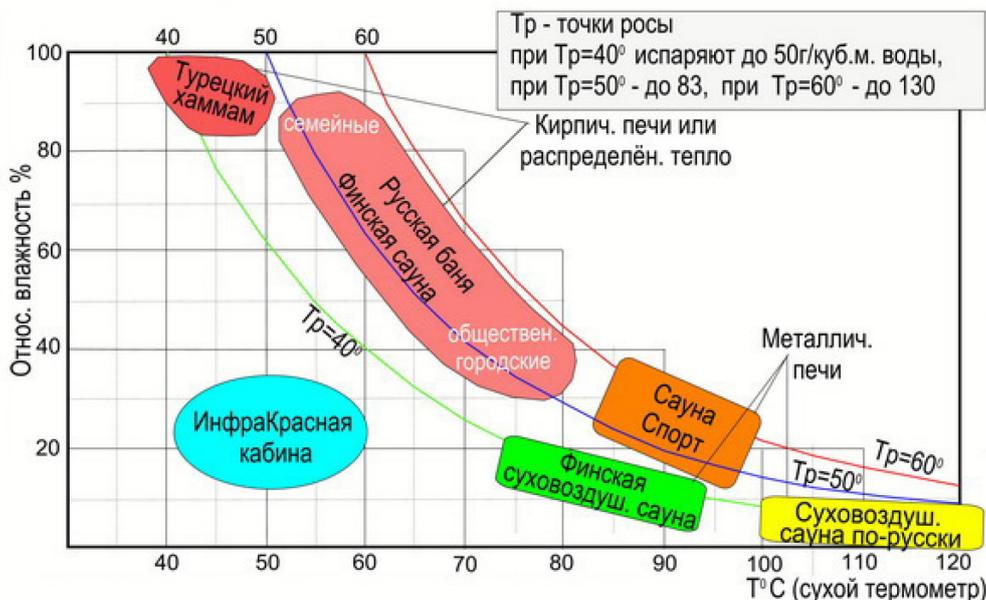
Располагаемое давление составит – 0,53 Па.

Потеря давления в выбранном воздуховоде Ф 125 мм составит – 0,2 Па. Выбираем Ф 125.

Расчет показывает, что на выбор сечения воздуховода и нормируемого воздухообмена оказывают влияние множество факторов. В данном примере выделение количества CO₂ (л/ч) принято, как при легкой работе и зависит от количества людей в бане. При интенсивных движениях количество CO₂ возрастет до 45 л/ч. Расчетный диаметр воздуховода тогда составит Ф 160 мм. На практике люди регулируют подачу воздуха сами, каждый по своему состоянию и температурному режиму бани, поэтому этот процесс сложный и нестационарный.

Вентиляционная система будет представлена двумя точками воздухозабора из нижней и верхней зоны (мытьё и осушение) Так как в работе будет находиться только одно вытяжное отверстие. Диаметр воздухопроводов ответвлений составит Ф 125 мм, с последующим объединением в общий воздухопровод Ф 125 мм. Сопротивления вытяжных решеток, условных отводов, флюгарка учтены в примере.

Для разного типа бань (Турецкий хаммам, Финская сауна, Сауна – спорт и т.д.) необходим расчет для поддержания своего микроклимата в помещении парной.



В заключение необходимо отметить, что для интенсивности просушки в летнее время, возможно применение искусственной вентиляции. По желанию заказчика возможна установка автоматики для поддержание температуры и влажности, концентрации CO₂, а также автоматизированного обеспечения приточным и вытяжным воздухом. Данный пример, показывает необходимость применения расчета для обеспечения оптимального воздухообмена в банях.

Список литературы

1. СП 131.13330.2012 Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная версия. СНиП 23-01-99*. – М., 2012.
2. СП 60.13330.2012. Отопление вентиляция и кондиционирования воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М., 2012.
3. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха / А.В. Нестеренко. – М.: Высшая школа, 1971. – 460 с.
4. Богословский В.Н. Внутренние санитарно-технические устройства. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил.
5. Баркалов Б.В. Внутренние санитарно-технические устройства. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Б.В. Баркалов, Н. . Павлов, С.С. Амирджанов и др.; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.: ил.
6. Кочев А.Г., Соколов М.М., Кочева М.А., Кочева Е.А., Москаева А.С., Смирнова Е.В. Аэродинамика естественной вентиляции в уникальных зданиях // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 6. – С. 36–38.