

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ НА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ СОБОРА

Шевченко Л.Ф. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Построена модель изменения тепло-влажностного состояния воздуха главного зала собора и определены возможности борьбы с выпадением конденсата на конструкциях с помощью общеобменных систем вентиляции.

При проведении церковных праздников в зале кафедрального собора собирается до 6500 прихожан. Каждый прихожанин выделяет в окружающую среду до 30 г/ч влаги, до 23 л/ч CO₂ и до 120 Вт тепловой энергии. Для нормальной жизнедеятельности человека в закрытом объеме, при таких параметрах выделения вредных веществ, обязательно должна применяться интенсивная общеобменная вентиляция. Если это не осуществлять, в холодный период года пары влаги могут конденсироваться на стенах, потолке и несущих конструкциях чердачного покрытия и вызывать при этом порчу художественных росписей, ржавление металлических конструкций, отслоение штукатурки. В рабочем проекте Спасо-Преображенского Собора предусмотрена естественная вентиляция главного зала верхнего храма. Однако у исполнителей внутренних строительных работ не обоснованно возникают опасения о возможном снижении качества отделочных работ в связи с отсутствием должного воздухообмена и накоплением паров влаги в верхней части храма. Нашей задачей было исследовать процесс образования конденсата на ограждающих конструкциях и наметить пути ликвидации этого явления.

На процесс выпадения конденсата в главном зале храма существенное влияние оказывают тепло-влажностные параметры воздуха как внутри храма, так и с его наружи, теплотехнические характеристики ограждающих конструкций, расход приточного воздуха, число прихожан, продолжительность службы и мощность системы отопления. Для исследования всего многообразия влияющих факторов нами составлен

тепловоздушный баланс состояния воздуха в объёме главного зала храма.

$$Q_{\text{л}} + Q_{\text{со}} - Q_{\text{тп}} - Q_{\text{ве}} - zQ_{\text{ак}} = 0 \quad (1)$$

$$W_{\text{л}} + W_{\text{ак}} - W_{\text{ве}} = 0 \quad (2)$$

где $Q_{\text{л}}$, $W_{\text{л}}$ - поступление тепла и влаги в помещение от людей.

$Q_{\text{ак}}$, $W_{\text{ак}}$ - тепло и влага аккумулированное объёмом воздуха храма.

$Q_{\text{ве}}$, $W_{\text{ве}}$ - тепло и влага ассимилированные приточным воздухом.

$Q_{\text{тп}}$ - теплопотери помещения.

z - Продолжительность процесса формирования микроклимата.

Тепло и влагопоступления от людей зависят от вида одежды и температуры воздуха в помещении. Так, теплопоступления от одного человека отражает уравнение

$$q_{\text{л}} = 193.37 - 5.19t_{\text{в}}, \quad (3)$$

а влагопоступление - выражение

$$g_{\text{л}} = 0.186t_{\text{в}}^2 - 5.1t_{\text{в}} + 63.85 \quad (4)$$

где $t_{\text{в}}$ - средняя температура воздуха в объёме верхнего храма.

Решение о начале выпадения конденсата на поверхности ограждающей конструкции принималось, если не выполнялось следующее условие

$$t_{\text{ст.}} - 1 > t_{\text{тр}} \quad (5)$$

где: $t_{\text{ст.}}$ - температура на внутренней поверхности ограждения.

$t_{\text{тр}}$ - температура точки росы внутреннего воздуха.

Решение уравнений (1÷5) относительно температуры воздуха в помещении ($t_{\text{в}}^{\text{к}}$) и его влагосодержания ($d_{\text{в}}^{\text{к}}$) позволило определить время начала образования конденсата на поверхности ограждающих конструкций верхнего храма. Результаты расчётов для холодного времени года представлены в таблице 1.

Таблица 1. Время начала образования конденсата на ограждающих конструкциях в часах при различных параметрах приточного воздуха

Количество человек	6500	4000	2000	1000	500	200	100
Расход приточного воздуха 0 м ³ /ч.							
Окна	0,5	1,0	3,0	5,0	9,0	23	>25
Стены	2.5	3.0	7.0	11.0	23.0	>25	>25

Расход приточного воздуха 10000 м ³ /ч. Его температура -18 °С							
Окна	0,5	0,5	3,0	3,0	5,0	11	>25
Стены	2.5	3.0	3.0	5.0	7.0	>25	>25

Расход приточного воздуха 30000 м ³ /ч. Его температура -18 °С							
Окна	0,5	0,5	0,5	3,0	3,0	>25	>25
Стены	1,0	1,0	3.0	3,0	3,0	>25	>25

Расход приточного воздуха 10000 м ³ /ч. Его температура +18 °С							
Окна	1,0	3,0	>25	>25	>25	>25	>25
Стены	5,0	>25	>25	>25	>25	>25	>25

Расход приточного воздуха 30000 м ³ /ч. Его температура +18 °С							
Окна	9,0	>25	>25	>25	>25	>25	>25
Стены	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25

Если обеспечить расход приточного воздуха порядка 34000 м³/ч и его температуру +18 °С, то конденсат не будет выпадать даже на окнах.

Из таблицы видно следующее:

При отсутствии воздухообмена в зале и полном проектном заполнении его прихожанами (6530 человек) уже через 30 минут на оконных стёклах следует ожидать выпадение конденсата. На стенах конденсат появится через 2,5 часа. При числе посетителей до 100 человек и при расчётной теплопроизводительности системы отопления, конденсат вообще не будет выпадать.

При подаче в зал не подогретого воздуха в количестве от 10000 м³/ч до 30000 м³/ч, время начала образования конденсата значительно сократится, что объясняется переохлаждением помещения.

При подаче в зал подогретого воздуха с расходом 10000 м³/ч конденсация влаги на стенах, при полном заполнении зала людьми, начнёт проявляться через 5 часов. Если прихожан в храме будет, при этом, меньше 4000 то конденсации вообще не будет наблюдаться.

С увеличением расхода до 30000 м³/ч конденсат влаги будет наблюдаться только на окнах при полном заполнении зала.

Выводы

1: Для предотвращения образования конденсата на ограждающих конструкциях верхнего храма кафедрального Собора в холодный период года естественное проветривание возможно только при числе посетителей до 200 человек с рассредоточенной подачей наружного воздуха в верхнюю зону.

2. Организация удаления воздуха только из верхней зоны главного зала с не организованным притоком наружного холодного воздуха, приведёт к переохлаждению помещения и ещё быстрому выпадению конденсата на ограждающих конструкциях.

3. Для предотвращения выпадения конденсата на стенах, при полной загрузке зала людьми, приточный воздух должен подогреваться до +18 °С и подаваться в рабочую зону с расходом минимум 34000 м³/ч.

4. При проектировании систем общеобменной вентиляции в главном зале собора следует обратить внимание на то, что воздухообмен должен выполнять не только функции борьбы с конденсатом, но и соответствовать нормативным требованиям по подаче чистого наружного воздуха на каждого прихожанина.

Литература

1. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. К.: МБАЖКГ України., 2006.-72 с.
2. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: Госстрой, 1999.-72с.
3. АВОК СТАНДАРТ. Храмы Православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. - М. 2004.-16с.
4. Рабочий проект Одесского Кафедрального Спасо-Преображенского Собора. КП «Одеспроект», 2002г.