

**Обеспечение организованного притока частично подогретого
наружного воздуха в помещениях жилых зданий**

Хрусталеv Б. М., Сизов В. Д., Якимович Д. Д.,
Лешкевич В. В., Черванева Е. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Рассмотрены вопросы обеспечения воздухообмена в помещениях жилых зданий путем организованного притока частично подогретого наружного воздуха и его организованного последующего удаления системой вентиляции с естественным побуждением. Подогрев холодного наружного воздуха осуществляется в межстворчатом пространстве оконных заполнений в раздельных переплетах.

В связи с установлением достаточного высоких нормативных значений сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий значительно возросла доля энергопотребления системами вентиляции. В то же время проблема обеспечения притока воздуха в помещения жилых зданий с вытяжной вентиляцией с естественным побуждением не имеет устоявшихся технических решений [1, п. 7.2.9, ч. 3, с. 15]. Обеспечение притока наружного воздуха в помещения жилых зданий может быть организовано с частичным его подогревом в межстворчатом пространстве оконных заполнений в раздельных переплетах.

В лаборатории строительной теплофизики и инженерных систем зданий БНТУ (НИИЛСТИСЗ БНТУ) проведены теплофизические испытания оконных заполнений указанного типа и определен ряд показателей. В ходе экспериментальных исследований получены значения температуры воздуха в прослойке между наружной и внутренней оконными створками, а также изменения значений плотности теплового потока [2, п. 4.1, с. 2] через наружную и внутреннюю светопрозрачные части оконного заполнения.

Приток наружного воздуха в межстворчатое пространство осуществлялся в нижней части рамы под наружной створкой и с последующей подачей внутрь помещения через клапан в верхней части окна над внутренней створкой. Использование клапана позволило обеспечить быстрое затухание струи.

Схема организации притока наружного воздуха и установки датчиков представлена на рис.

Для оконного заполнения с тройным остеклением в раздельных переплетах (одинарное стекло в наружной створке и однокамерный стеклопакет во внутренней) с заявленным сопротивлением теплопередаче $0,6 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

в квартире верхнего этажа здания с теплым чердаком возможно обеспечение количества удаляемого воздуха 44–71 м³/ч при удельной воздушной нагрузке на 1 м² оконного заполнения 7,40–11,84 м³/(ч·м²) и на 1 метр погонный оконного притвора 1,45–2,33 м³/(ч·м. п.). Использование осевого вентилятора, установленного в вытяжном отверстии, увеличивает объем удаляемого воздуха при закрытых окнах до 150 м³/ч при удельной воздушной нагрузке соответственно 8,88–25,15 м³/(ч·м²) и 1,75–4,95 м³/(ч·м. п.). При этом фильтрацией воздуха через закрытые притворы окон в одинарных и спаренных переплетах можно пренебречь, что подтверждается как величиной располагаемого давления, так и результатами измерений относительной влажности воздуха в жилых комнатах квартиры, представленными ниже. Работа осевого вентилятора при максимальной производительности (150 м³/ч) в течение 15 минут обеспечила снижение относительной влажности внутреннего воздуха в комнатах, в которых установлены окна в раздельных переплетах, с 65 % и 67 % до 40 % и 43 % соответственно.

В комнатах с окнами с двухкамерным стеклопакетом в одинарных переплетах, ни температура, ни относительная влажность внутреннего воздуха не изменилась, во всяком случае, в пределах чувствительности психрометра. Обеспечение притока наружного воздуха в помещение квартиры через окна в одинарных переплетах оказалось практически невозможным без их разгерметизации.

Для оконного заполнения с тройным остеклением в раздельных переплетах (одинарное стекло в наружной створке и однокамерный стеклопакет во внутренней) с заявленным сопротивлением теплопередаче 1,0 м² °C/Вт, при обеспечении притока наружного воздуха в объеме 12,7 м³/ч (кратность воздухообмена в комнате 0,46 ч⁻¹) в помещение через воздушную прослойку между наружной и внутренней оконными сворками, годовые теплопотери в наружную среду через светопрозрачную часть снижаются на 93,8 кВт·ч в год – с 101,7 кВт·ч в год до 7,9 кВт·ч в год через одно окно, т. е. на 92 %. Приточный воздух поступает в помещение с температурой на 12,6 °C выше температуры наружного воздуха. Воздухопроницаемость погонного метра оконных притворов за период измерения составила 0,83–1,27 м³/(ч·м. п.). Для 2-х комнатной квартиры (три оконных и один балконных) снижение теплопотерь через светопрозрачные части окон данного типа составляет около 330 кВт·ч в год.

Для оконного заполнения с двойным остеклением в раздельных переплетах с сопротивлением теплопередаче 0,379 м² °C/Вт при обеспечении притока наружного воздуха через воздушную прослойку между наружной и внутренней оконными рамами в объеме 20 м³/ч на двух комнатную квартиру или не менее 5,8 м³/ч на одну комнату (кратность воздухообмена составляет 0,2 ч⁻¹) снижение теплопотерь через светопрозрачные части окон будет около 120 кВт·ч в год.

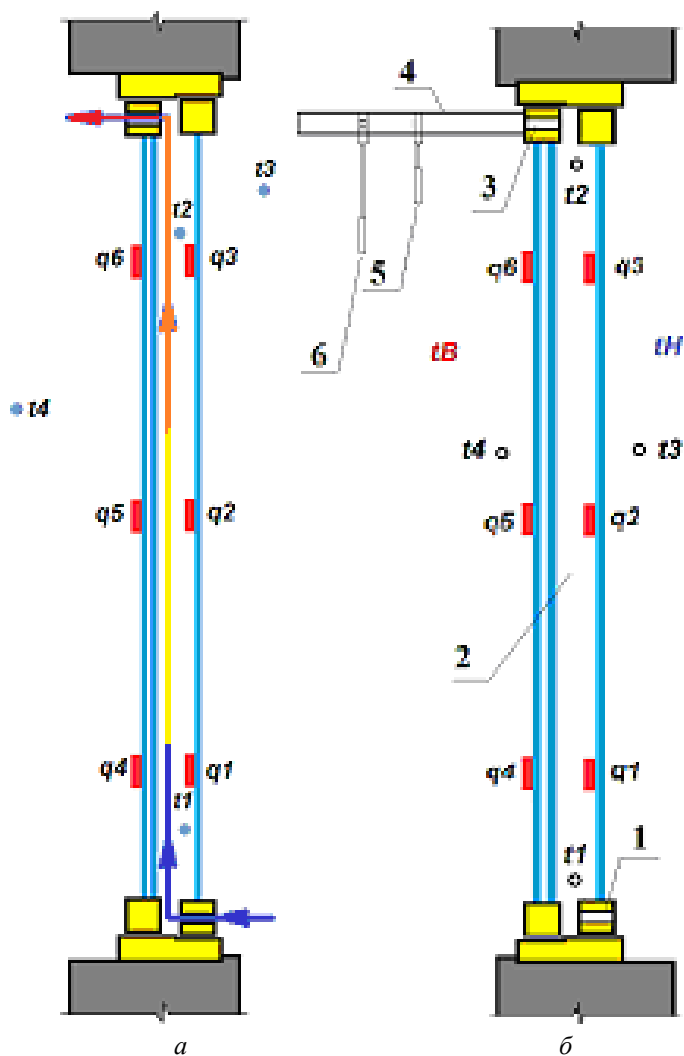


Рис. Схема оконного заполнения с тройным остеклением в отдельных переплетах с указанием расположения экспериментального оборудования и датчиков:

- a* – места установки датчиков (датчики температуры воздуха: t_1 – t_4 ; датчики плотности теплового потока: q_1 – q_6) и путь движения воздуха;
- б* – конструктивные элементы и экспериментальное оборудование:
- 1 – входное отверстие; 2 – воздушная прослойка; 3 – выходное отверстие (клапан);
- 4 – воздухопровод; 5 – датчик температуры приточного воздуха; 6 – анемометр

Для оконного заполнения с тройным остеклением в отдельных переплетах (одинарное стекло в наружной створке и двойное (не стеклопакет) во внутренней) с сопротивлением теплопередаче $0,438 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, при обеспечении притока наружного воздуха в помещение через воздушную прослойку между наружной и внутренней оконными рамами в объеме $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 2-х комнатную квартиру или не менее $5,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одну комнату (кратность воздухообмена $0,2 \text{ ч}^{-1}$) для 2-х комнатной квартиры (три оконных блока и один балконный) снижение теплопотерь через светопрозрачные части окон составляет около $95 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ в год. Увеличение расхода воздуха в 2–3 раза позволит сократить теплопотери через оконные заполнения в наружную среду в значительно больших объемах. Однако для окна с двойным остеклением это предположение нуждается в проверке температуры поверхности стекла со стороны помещения.

Для оконного заполнения с тройным остеклением в отдельных переплетах (одинарное стекло в наружной створке и двойное (не стеклопакет) во внутренней) сравнение количества теплоты, обеспечившей подогрев наружного воздуха до температуры приточного воздуха, с количеством теплоты, переданным воздуху на участке светопрозрачной части, показало, что доля теплоты, полученная непосредственно в светопрозрачной части оконного заполнения составляет 37–47 % от общего количества переданной приточному воздуху теплоты. При снижении температуры наружного воздуха эта доля возрастает. Также при снижении температуры наружного воздуха возрастает и разность температуры приточного и наружного воздуха. В условиях проведенного эксперимента приточный (наружный) воздух подогревался на $7,7\text{--}11,8 \text{ °C}$.

По результатам проведенных исследований установлено, что организация притока наружного воздуха через воздушную прослойку между оконными створками позволяет одновременно со снижением затрат на подогрев вентиляционного воздуха снизить и трансмиссионные потери теплоты через оконные заполнения, т. е. значительно увеличивает фактическое сопротивление теплопередаче светопрозрачной части оконного заполнения без каких либо изменений его конструкции – за счет снижения значения средней температуры наружного стекла. Такой способ обеспечения притока наружного воздуха в помещения квартир помимо существенного снижения расхода теплоты на отопление и вентиляцию, позволяет обеспечить постоянный воздухообмен в жилых помещениях и, кроме того, осуществлять интенсивное проветривание квартир в течение отопительного периода с помощью бытовых вентиляторов без открывания форточек. Подача приточного воздуха через клапаны, установленные в верхних перемычках оконных рам, осуществляется быстро затухающими струями, что позволяет осуществлять подачу воздуха в значительно больших объемах при соответствующей форме воздухораспределителей направлении струй.

Литература

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха = Ацяпленне, вентыляцыя і кандыцыянаванне паветра : СН 4.02.03-2019. – Взамен СНБ 4.02.01-03 ; введ. 08.09.2020. – Минск : Минстройархитектуры, 2019. – 73 с.

2. Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции. Будынкi і збудаванні. Метад вымярэння шчыльнасці цеплавых патокаў, якія праходзяць праз агароджваючыя канструкцыі : ГОСТ 25380-2014. – Взамен ГОСТ 25380-82 ; введ. 01.04.2017. – М. : Стандартинформ, 2019. – 11 с.

УДК 697.1+699.86

К вопросу об обеспечении требуемого уровня тепловой защиты вентилируемыми фасадными системами

Сизов В. Д., Якимович Д. Д., Лешкевич В. В., Черванева Е. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Представлены результаты натурных исследований теплозащитных характеристик наружных стен с вентиляруемыми фасадными системами. Указаны причины снижения сопротивления теплопередаче стен с вентиляруемыми фасадными системами, связанные с ошибками проектирования, в том числе в связи с несовершенством нормативных документов.

Вентилируемые фасады изначально предназначались для отделки наружных поверхностей зданий с влажным и мокрым режимом эксплуатации: бассейны, хоккейные арены, бани. Возможность обеспечить презентабельный внешний вид, не теряющий своих эстетических свойств в течение длительного периода времени, привела к тому, что в настоящее время вентиляруемые фасады используют для отделки фасадов всех без исключения типов зданий. Изначальная мотивация к применению таких дорогостоящих систем в составе наружных ограждающих конструкций опиралась на возможности эффективного удаления влаги из конструкции наружных стен зданий с обеспечением высоких теплозащитных свойств и долговечности. Для зданий с мокрым режимом эксплуатации теплопроводность слоя теплоизоляции принималась по параметрам «А» [1, табл. 5.2, с. 5], что обеспечивало эксплуатацию утеплителя в самом эффективном режиме.

В Республике Беларусь активное применение вентфасадов началось более 20 лет назад. По способу обеспечения вентилирования воздушной прослойки применяемые вентфасады можно разделить на два типа: