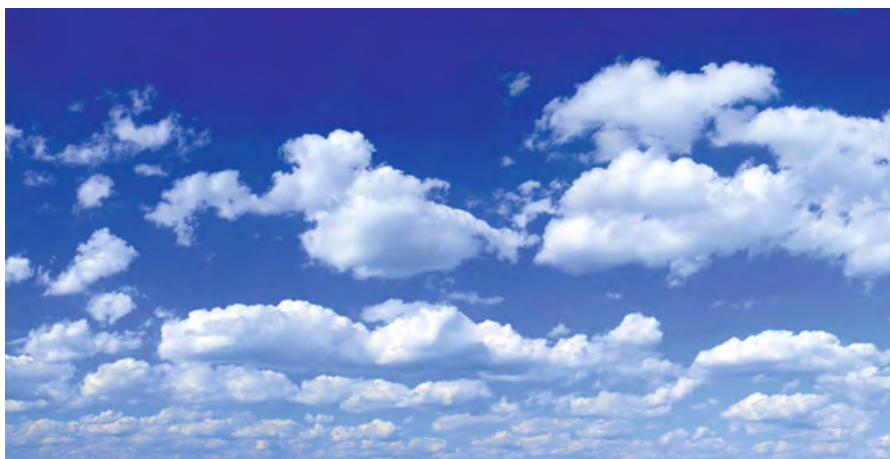




Применение сквозных проёмов с пористым наполнением для вентиляции помещений

Необходимость применения дополнительных вентиляционных устройств в системах естественной вентиляции обоснована в работе [6]. Авторы предлагают использовать в качестве таких устройств сквозные проёмы с пористым наполнением. Вопросы эксплуатации пористых наполнителей сквозных проёмов в наружных стенах здания при движении через них вентиляционного воздуха (влажностный и температурный режимы, засорение пористых материалов при фильтрации воздуха и их долговечность) уже поднимались в материалах ряда авторов [3–5, 7, 8], но, к сожалению, до сих пор не решены в окончательном виде.

В данной статье предложено по-новому рассмотреть работу сквозных проёмов с пористыми наполнителями как элементов системы вентиляции.

Необходимость создания проёма с пористым наполнением продиктована санитарными требованиями к приточному воздуху на входе его в рабочую зону помещения. Например, при использовании приточного клапана может возникать струя холодного воздуха, имеющая недопустимую температуру и подвижность на входе в рабочую зону помещения [1].

При этом уменьшение расхода воздуха в струе снижает воздухообмен до недопустимо малых значений. Применение заполненного пористой средой проёма позволяет создать равномерное поле больших скоростей приточного воздуха

и нагреть его до нормативной температуры перед подачей в рабочую зону. Для подогрева притока в системе естественной вентиляции с такими приточными устройствами может использоваться штатный отопительный прибор. В этом случае его тепловая мощность должна быть достаточной для нагрева расчётного расхода воздуха, поступающего в помещение через это устройство (сквозной проём с пористым наполнителем), и компенсации трансмиссионных теплопотерь.

Для равномерного прогрева приточного воздуха необходимо размещать проём таким образом, чтобы отопительный прибор во фронтальной проекции полностью перекрывал его своей площадью.

Необходимость создания проёма с пористым наполнением продиктована санитарными требованиями к приточному воздуху на входе его в рабочую зону помещения. Например, при использовании приточного клапана может возникать струя холодного воздуха, имеющая недопустимую температуру и подвижность на входе в рабочую зону помещения. При этом уменьшение расхода воздуха в струе снижает воздухообмен до недопустимо малых значений

Рецензия эксперта на статью получена 01.02.2018 [Expert review on the article was received on February 01, 2018].

УДК 697.952.4

Применение сквозных проёмов с пористым наполнением для вентиляции помещений

В. Ю. Кравчук, ассистент; **А. Г. Рымаров**, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

В статье рассмотрен пример использования сквозных проёмов с пористым наполнением для прохождения требуемого расхода воздуха при формировании воздухообмена в помещениях. Предложен алгоритм увязки сквозных проёмов с требованиями к тепловой защите здания. Рассмотрены особенности эксплуатации сквозных проёмов в холодный период года.

Ключевые слова: вентиляция, воздухопроницаемые элементы, воздушный режим, приточно-вытяжные устройства, наружные ограждения, приведенное сопротивление теплопередаче.

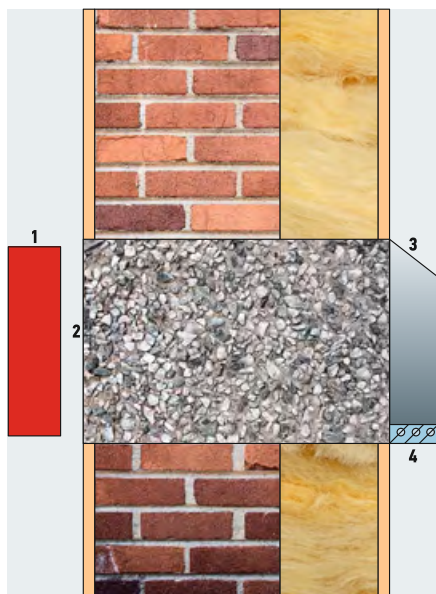
UDC 697.952.4

Application of through openings with porous filling for ventilation of premises

V. Yu. Kravchuk, Assistant; **A. G. Rymarov**, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU)

The article illustrates the use of through openings with a porous filling for the passage of the required air flow in the formation of air exchange in the premises. The algorithm of linking through openings with the requirements to thermal protection of the building are proposed. The peculiarities of exploitation through openings in the cold period of the year are considered.

Keywords: ventilation, breathable items, air behavior, supply-exhaust device, external walls, reduced heat transfer resistance.



❖ **Рис. 1.** Схема устройства с пористым наполнителем (1 — отопительный прибор; 2 — пористый элемент; 3 — ветроотбойный щиток; 4 — регулирующий элемент)

Вследствие лучистого и конвективного теплообмена между отопительным прибором и внутренней поверхностью наружной стены, где расположена насадка с пористым наполнителем, происходит её перегрев, что локально повышает тепловые потери. Приточный воздух, проходя через пористую вставку, нагревается трансмиссионным тепловым потоком и возвращает теплоту в объём помещения, что экономит тепловую энергию (экономайзерный эффект). Схема вентиляционного устройства с пористым наполнителем представлена на рис. 1.

Основные затруднения, которые возникают при эксплуатации таких устройств, имеют место в холодный период года,

Из статьи Береговой А.М., Дерина М.А. «Наружные ограждающие конструкции в системе воздухообмена жилого многоэтажного здания» [6]

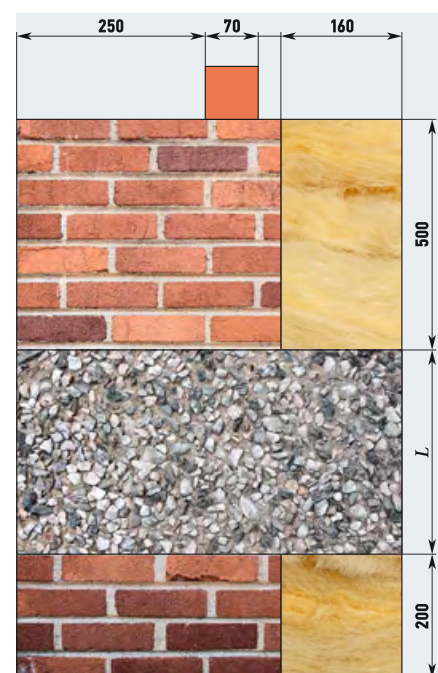
«Данные инструментальных замеров микроклимата помещений квартир подтверждают также, что, во-первых, система естественной вентиляции, предусмотренная в проектах многоэтажных зданий, плохо совместима с системой высокогерметичных пластиковых окон, а во-вторых, что в качестве таких технических средств необходимо использовать специальные приточные клапаны (аэроматы, стеновые клапаны), обеспечивающие регулируемый приток свежего воздуха в жилые комнаты и предотвращающие опрокидывание тяги в вытяжных каналах...

Однако непродолжительный опыт эксплуатации аэроматов в климатических условиях Пензенского региона выявил, тем не менее, определённый недостаток этих устройств: при неблагоприятных климатических условиях и высокой относительной влажности помещений они могут частично забиваться инеем и обмерзать. Конструктивные особенности стеновых приточных клапанов обеспечивают доступный осмотр и очистку их элементов при эксплуатации. Внедрение этих клапанов в местную практику проектирования и строительства многоэтажных зданий происходит крайне медленно... В качестве упомянутых архитектурно-конструктивных решений могут быть использованы известные конструкции наружных ограждений с вентилируемыми прослойками, позволяющими утилизировать тепло уходящего воздуха, а также другие, в том числе инновационные решения, например, связанные с созданием «дышащей стены».

поскольку из-за переохлаждения массива стены повышается риск выпадения капельной влаги и обмерзания пористой вставки. Для того чтобы исключить эти негативные последствия, необходимо пароизолировать и утеплить сквозной проём с пористым наполнителем в области контакта с ограждением, а также создать режим устойчивой инфильтрации с малой скоростью движения воздуха в каналах пористого материала.

При использовании сквозных проёмов в качестве приточно-вытяжных устройств следует учитывать, что любое вмешательство в конструкцию наружного ограждения нарушает его тепловую защиту. Поэтому при конструировании такого

устройства следует учесть его влияние на температурный режим ограждения и по возможности разработать методику увязки теплопроводных включений такого рода с требованиями нормативных документов. Для этого необходимо выполнять моделирование температурного режима ограждения. Рассчитываемая конструкция ограждения представлена на рис. 2. Задача решалась в двумерной постановке. Система дифференциальных уравнений теплопереноса замыкалась уравнениями граничных условий 1-го, 2-го и 3-го рода.



❖ **Рис. 2.** Наружное ограждение со вставкой



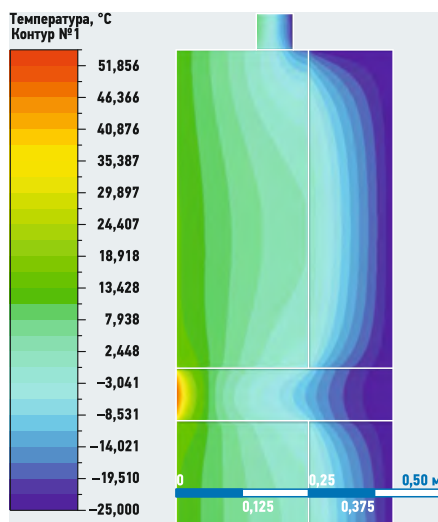


Рис. 3. $W_{\phi} = 0,3 \text{ см/с}$, $L = 0,1 \text{ м}$

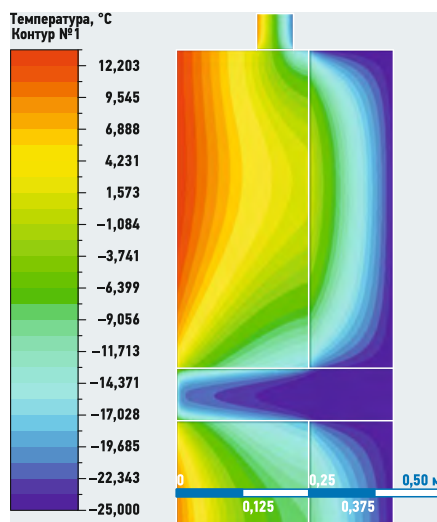


Рис. 4. $W_{\phi} = 5,0 \text{ см/с}$, $L = 0,1 \text{ м}$

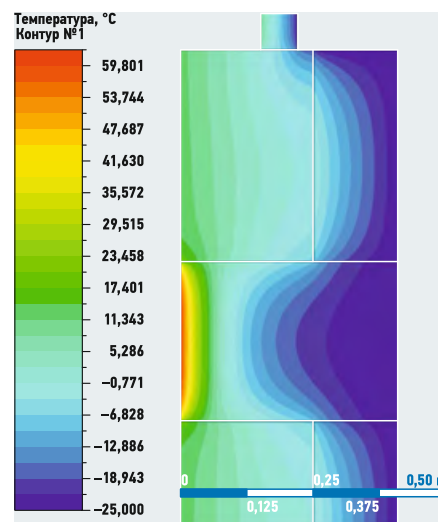


Рис. 5. $W_{\phi} = 0,3 \text{ см/с}$, $L = 0,3 \text{ м}$

Для наружной и внутренней поверхностей гладки ограждения, оконного откоса и оконного переплёта задавалась температура окружающего воздуха и коэффициент теплоотдачи. На внутренней поверхности сквозного проёма с пористым наполнителем задавался поверхностный тепловой источник, имитирующий тепловой поток от отопительного прибора.

Расчёт выполнялся с различными значениями скорости движения воздуха в порах материала ($0,3 < W_{\phi} < 5,0 \text{ см/с}$), а также вертикального размера вставки ($0,1 < L < 0,3 \text{ м}$). Температурные поля в разрезе ограждения при критических значениях параметров см. рис. 3–6.

Расчёт температурного поля при одновременной фильтрации приточного воздуха позволяет воспользоваться элементарным методом расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждения [2] и использовать такое устройство без нарушения требований к тепловой защите здания.

Использование элементарного метода расчёта приведённого сопротивления теплопередаче сводится к определению относительных геометрических характе-

ристик и удельных тепловых потоков через отдельные элементы. При использовании этого метода сквозной проём с пористым наполнителем не рассматривается как плоский элемент, так как является, по сути, частью вентиляционной системы, аналогичной открытому окну. Условно считается, что нелинейное поведение температурного поля вблизи периметра сквозного проёма возникает только из-за наличия стыка сквозного проёма и ограждения, который рассматривается как линейный элемент. Используя данный расчёт, можно определить температуру на внутренней поверхности ограждения и подобрать линейные размеры сквозного проёма и скорость движения воздуха в порах так, чтобы она не превышала температуру точки росы для внутреннего воздуха. По результатам моделирования построен график зависимости (рис. 7) температуры на внутренней поверхности сквозного проёма от скорости движения воздуха в порах фильтрующего материала и высоты сквозного проёма L . Пользуясь данным графиком, можно подобрать такие значения L и W_{ϕ} , при которых выполняется санитарное требование к теп-

ловой защите, и, рассчитав температурный режим при конкретных параметрах, выполнить элементные требования к наружным ограждениям. ●

1. Рымаров А.Г., Кравчук В.Ю. Исследование применения воздушных клапанов в квартире жилого здания // Журнал С.О.К., 2016. №12. С. 70–71.
2. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы, 2010. №12. С. 4–12.
3. Беляев В.С. Применение пористых вставок в наружных ограждениях зданий: Сб. науч. трудов «Теплотехнические качества и микроклимат крупнопанельных зданий». — М.: Институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища), 1976. Вып. 4. С. 63–71.
4. Валов В.А. Воздухопроницаемые ограждающие конструкции в системе здания // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), 2011. №13. С. 33–37.
5. Пастушков П.П. Научный подход к теме «дышащих стен» // Кровельные и изоляционные материалы, 2013. №4. С. 13–14.
6. Береговой А.М., Дерина М.А. Наружные ограждающие конструкции в системе воздухообмена жилого многоэтажного здания // Современные проблемы науки и образования, 2015. №1. С. 24.
7. Цвяк А.А. Разработка ограждающих конструкций с регулируемой воздухопроницаемостью: Дисс. к.т.н. по спец. 05.23.01. — Омск: СибАДИ, 2004. 136 с.
8. Максимова М.В. Прогнозирование заплынения ограждающих конструкций зданий: Дисс. к.т.н. по спец. 05.23.01. — Омск: СибАДИ, 2000. 141 с.

References — see page 94.

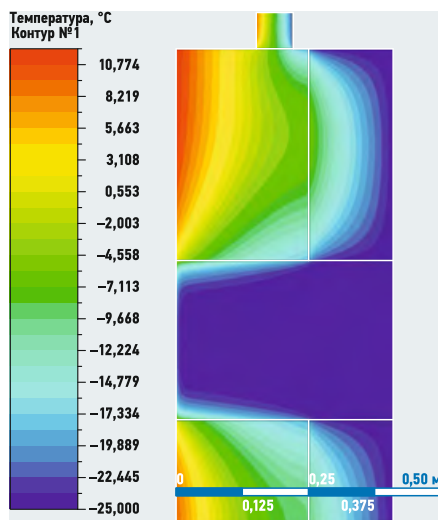


Рис. 6. $W_{\phi} = 5,0 \text{ см/с}$, $L = 0,3 \text{ м}$

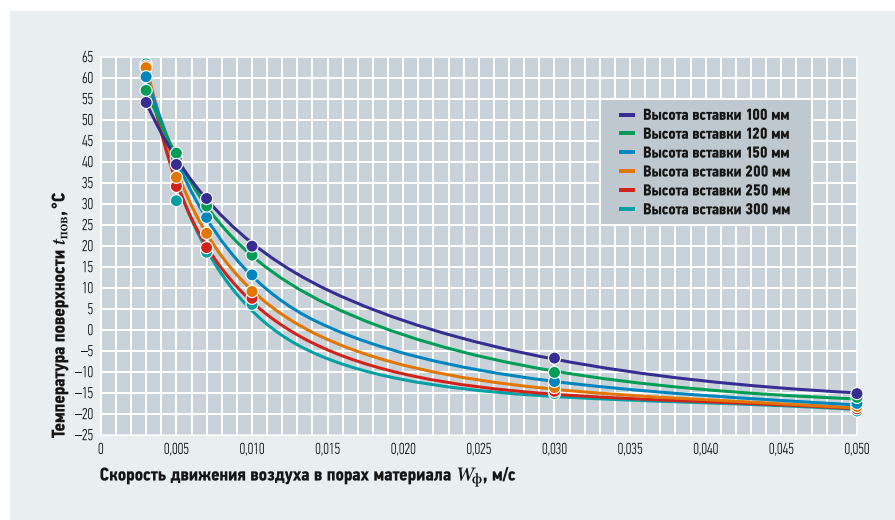


Рис. 7. Зависимость температуры внутренней поверхности вставки от скорости движения воздуха в порах и высоты засыпки L

Application of through openings with porous filling for ventilation of premises. Pp. 76–78.

V. Yu. Kravchuk, Assistant; **A. G. Rymarov**, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU) National Research University

1. Rymarov A.G., Kravchuk V.Ju. *Issledovanie primeneniya vozdušnykh klapánov v kvartire zhiлого zdaniya v holodnyj period goda* [Research of the use of air valves in the apartment of a residential building in the cold season]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie* (S.O.K.) [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2016. No. 12. Pp. 70–71.
2. Gagarin V.G., Kozlov V.V. *Teoreticheskie predposylki rascheta privedennogo soprotivleniya teploperedache ograzhdajushhih konstrukcij* [Theoretical preconditions for calculating reduced resistance to heat transfer of enclosing structures]. *Stroitel'nye materialy* ["Construction Materials" Magazine]. 2010. No. 12. Pp. 4–12.
3. Beljaev B.C. *Primenenie poristyh vstavok v naruzhnyh ograzhdenijah zdaniy: Sb. nauch. trudov "Teploehnicheskie kachestva i mikroklimat krupnopanel'nyh zdaniy"* [Application of porous inserts in external fences of buildings: Coll. vol. "Heat engineering qualities and microclimate of large-panel buildings"]. Moscow. *Institut kompleksnogo proektirovaniya zhilyh i obshchestvennyh zdaniy (CNIIJeP zhilishha)* [Institute of Complex Design of Residential and Public Buildings (Central Research Institute of Housing)]. 1976. Iss. 4. Pp. 63–71.
4. Valov V.A. *Vozduhopronicaemye ograzhdajushhie konstrukcii v sisteme zdaniya* [Breathable building envelopes in a building system]. Omsk. *Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii (SibADI)* [Papers of the Siberian Automobile and Highway University (SibAHU)]. 2011. No. 13. Pp. 33–37.
5. Pastushkov P.P. *Nauchnyj podhod k teme "Dyshashhih sten"* [Scientific approach to the topic "Breathable walls"]. *Krovel'nye i izoljacionnye materialy* ["Roofing and insulation materials" Magazine]. 2013. No. 4. Pp. 13–14.
6. Beregovoj A.M., Derina M.A. *Naruzhnye ograzhdajushhie konstrukcii v sisteme vozduhoobmena zhilogo mnogojetazhnogo zdaniya* [External enclosing structures in the air exchange system of a residential multi-storey building]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* ["Modern problems of science and education" Magazine]. 2015. No. 1. P. 24.
7. Cvjak A.A. *Razrabotka ograzhdajushhih konstrukcij s reguliruemoj vozduhopronicaemost'ju* [Development of enclosing structures with adjustable air permeability]: *Diss. kand. tehn. nauk po spec. 05.23.01* [The thesis of the Doctor of Technical Sciences in spec. No. 05.23.01]; was prot. on December 03, 2004; was appr. on June 03, 2005. Omsk. *The Siberian Automobile and Highway University (SibAHU)*. 2004. 136 p.
8. Maksimova M.V. *Prognozirovanie zapyleniya ograzhdajushhih konstrukcij zdaniy* [Forecasting the dusting of building envelopes]: *Diss. kand. tehn. nauk po spec. 05.23.01* [The thesis of the Doctor of Technical Sciences in spec. No. 05.23.01]; was prot. on April 12, 2000; was appr. on December 03, 2000. Omsk. *The Siberian Automobile and Highway University (SibAHU)*. 2000. 141 p.