

УДК 697:721.011.25

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ
ТЕПЛОВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНЫХ ЗДАНИЙ
И ПОИСК ПУТЕЙ ИХ РЕШЕНИЯ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*канд. техн. наук, доц. В.И. ЛИПКО, А.С. ЛАПЕЗО
(Полоцкий государственный университет)*

Рассмотрены актуальные проблемы работы систем отопления и вентиляции в жилищном строительстве. Предложены пути решения этих проблем для создания благоприятного микроклимата в помещениях жилых зданий с целью экономии теплоэнергетических ресурсов.

Ключевые слова: *инфильтрация; эксфильтрация; энергосбережение; микроклимат; рекуперация; тепловоздушоснабжение.*

Введение: Крупнейшими потребителями энергетических ресурсов в Республике Беларусь после промышленных объектов являются инженерные системы зданий и сооружений, в которых на теплоснабжение и вентиляцию расходуется около 35 % всех видов твердого, газообразного и жидкого топлива.

В последние годы в отрасли строительства используются конструкции наружных ограждений с использованием таких материалов как стекло, металл, пластмасса и других воздухонепроницаемых материалов, устройство так называемой «тепловой шубы» при реконструкции зданий старой постройки с низким коэффициентом теплозащиты ограждающих конструкций, приводят к герметизации помещений жилых и общественных зданий, которая при существующей технологии энергозатратной вентиляции, основанной на инфильтрации наружного воздуха через воздухонепроницаемые ограждения и притворы оконных и дверных блоков, нарушает воздухообмен и приводит к накоплению избыточной бытовой влаги, повышению загазованности, загниванию деревянных конструкций и другим негативным последствиям, связанным с интенсивным переохлаждением зданий и разрушением конструкций [2].

С учетом вышеизложенных обстоятельств возникла необходимость создания новой технологии высокоэффективной вентиляции жилых и общественных зданий с наружными ограждениями повышенной герметичности, что и является предметом настоящей работы.

Основная часть.

Актуальные проблемы и поиск путей их решения. Расчет расхода свежего приточного воздуха, поступающего в помещение за счет инфильтрации, выполненный по [1], дает завышенные значения, так как в формулах используются нормативные значения воздухопроницаемости ограждающих конструкций, а не их фактические значения, которые в сотни раз меньше. Таким образом, уже на стадии проектирования закладываются условия недопоставки свежего воздуха в помещения, связанные с нарушением нормативных воздухообменов и дискомфортом микроклимата [2, с. 350].

Вторым серьезным недостатком в жилищно-строительном комплексе РБ является наличие внутри почти всех зданий лестнично-лифтового объема, выполняющего функции сквозной шахты с малым аэродинамическим сопротивлением, с которой трудно конкурировать вытяжным каналам и вентблокам, имеющим значительно большее аэродинамическое сопротивление на проход воздуха, а в результате высотное здание работает в режиме аэрации, при которой нижняя часть здания находится под разрежением и работает на инфильтрацию, а верхняя – под избыточным давлением – на эксфильтрацию, что создает полнейший дискомфорт по санитарно-гигиеническим нормативам микроклимата помещений [3, с.21].

Третьим важнейшим фактором риска, связанным с дискомфортом микроклимата, является отсутствие предпусковой и ежегодной наладки и регулировки систем вентиляции перед отопительным сезоном, которая предполагает наладку на нормативный режим воздухообменов помещений за счет регулируемых решеток или установкой специальных диафрагм под нерегулируемые решетки вытяжных систем вентиляции. В результате разрегулировки в нижних этажах за счет большего гравитационного давления, пропорционального высоте вытяжных каналов, создается переохлаждение за счет многократного увеличения нормативного расхода инфильтрующегося наружного холодного воздуха, а в верхних этажах создаются условия «опрокидывания циркуляции», при которых отработанный переувлажненный и загазованный воздух из объема чердака выдавливается через обособленные ответвления вентблоков внутрь жилых помещений верхних этажей, причем открытие форточек усиливает обратную тягу и ухудшает санитарно-гигиенические условия воздушной среды.

Четвертым фактором нестабильности микроклимата помещений жилых зданий является герметизация ограждающих конструкций и отсутствие технических средств, обеспечивающих равномерное поступление свежего наружного воздуха в каждое помещение в нормируемых количествах, пропорциональных площади пола, вне зависимости от этажности и внешних воздействий от изменений наружной температуры, барометрического и ветрового давлений.

Вновь вводимые в эксплуатацию по завершении строительства или планового капитального ремонта здания имеют дополнительное утепление наружных ограждений, снижающих теплопотери зданий более чем в три раза. Это достигается за счет уменьшения воздухопроницаемости наружных ограждений путём повышения их герметичности, а также за счет оклеивания наружных стен дополнительными слоями утеплителя на герметичных клеющих мастиках; оконные блоки с двойным остеклением и составными открывающимися элементами, имеющими многочисленные щели для поступления наружного воздуха в помещение за счёт инфильтрации, заменены на более современные герметичные долговечные конструкции из пластика и алюминия с тройным остеклением и вакуумированием межстекольного пространства, выполненными по европейским стандартам. Однако эти дорогостоящие меры, принятые с обоснованной целью экономии теплоэнергоресурсов, привели к другим негативным последствиям, связанным с вентиляцией зданий.

Повышение герметичности наружных ограждений при новом строительстве и реконструкции зданий исключает возможность неорганизованного притока свежего наружного воздуха в вентилируемые помещения жилых и общественных зданий [2].

Исходя из изложенного, **основной целью** настоящей работы является создание благоприятного микроклимата в помещениях герметизированных зданий жилого и общественного назначения. Наряду с экономией теплоэнергетических ресурсов социальная значимость настоящей работы связана с жизненно необходимой подачей свежего наружного воздуха в вентилируемые помещения, оздоровлением микроклимата помещений с длительным пребыванием людей, влияющего на оздоровительные функции человека, способствующие повышению производительности труда.

Для зданий жилого и общественного назначения, имеющих ограждающие конструкции повышенной герметичности, возможны к применению три основные технологические схемы вентиляции:

- системы вытяжной вентиляции с естественным гравитационным побуждением и организованным притоком наружного воздуха за счет инфильтрации через эквивалентные отверстия, щели, каналы или вентблоки различного конструктивного исполнения, устраиваемые в наружных ограждающих конструкциях;

- системы приточно-вытяжной общеобменной и местной вентиляции с естественным и механическим побуждением;

- системы вентиляции, совмещенные с воздушным отоплением зданий.

Во всех рассматриваемых вариантах возможно широкое использование средств рекуперации теплоты удаляемого из вентилируемых помещений теплого внутреннего воздуха.

Результаты инженерного расчёта тепловоздухоснабжения зданий. Приоритеты энергоресурсосбережения в градостроительстве Республики Беларусь определились в начале 90-х годов созданием нормативной базы, повышающей более чем в три раза теплозащитные свойства наружных ограждений, что привело к снижению воздухопроницаемости, повышению герметичности, исключающей естественное воздуходоснабжение, нарушающей воздушный режим и создающей дискомфорт микроклимата эксплуатируемых зданий.

Эти изменений в технологии воздуходоснабжения не нашли отражения в нормативной базе. Расчёт расхода свежего воздуха, поступающего в помещения за счёт инфильтрации, выполненной по СНБ 4.02.01-03 [1], даёт завышенные значения, так как в формулах (1), (2) используются нормативные величины воздухопроницаемости ограждающих конструкций, а не их фактические значения, которые в сотни раз меньше (рис. 1).

$$G_i = 0,216 \cdot \sum A_1 \cdot \frac{\Delta P_i^{0,67}}{R_b} + \sum A_2 \cdot G_H \cdot \left(\frac{\Delta P_i}{\Delta P_1} \right)^{0,67} + 3456 \cdot \sum A_3 \cdot \Delta P_i^{0,5} + 0,5 \cdot \sum l \cdot \frac{\Delta P_i}{\Delta P_1}, \quad (1)$$

$$\Delta P_i = (H - h_i) \cdot (\gamma_h - \gamma_b) + 0,5 \cdot \rho_i \cdot v^2 \cdot (C_{cn} - C_{cp}) \cdot K_1 - P_i. \quad (2)$$

По результатам расчета для 16 этажного здания по методике, рекомендуемой действующей нормативной базой [1], можно сделать вывод о том, что нормативный приток свежего наружного воздуха обеспечивается за счёт инфильтрации лишь для 1-6 этажей здания, а все вышерасположенные помещения имеют расход инфильтрующегося наружного воздуха значительно ниже нормативного.

Таким образом, уже на стадии проектирования закладываются условия недопоставки свежего приточного воздуха в вентилируемые помещения, связанные с нарушением нормативных воздухообменов и дискомфортом микроклимата помещений [2].

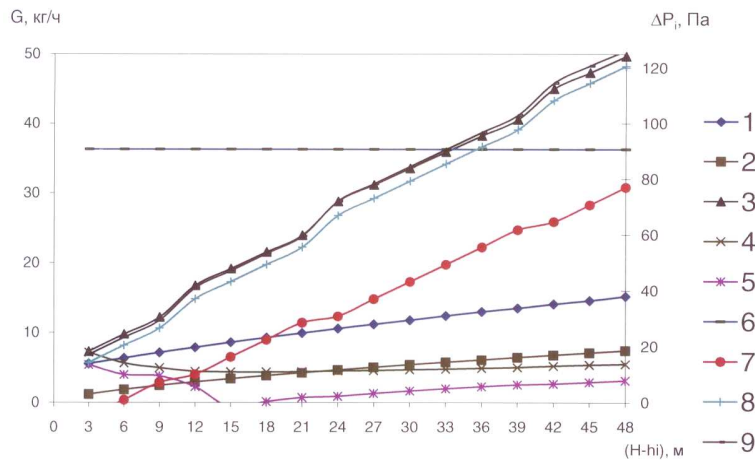


Рисунок 1. – Результаты расчёта инфильтрации для 16-ти этажного здания по формулам из СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»:

1 – расчётный расход инфилирующего воздуха через окна с заветренной стороны; 2 – расчётный расход инфилирующего воздуха через окна с наветренной стороны; 3 – фактический расход инфилирующего воздуха через 1 м² окна; 4 – фактический расход инфилирующего воздуха через окно; 5 – давление с заветренной стороны; 6 – давление с наветренной стороны; 7 – расчётный расход инфилирующего воздуха при выходе квартирного объёма на противоположные фасады здания; 8 – расчётное гравитационное давление; 9 – нормативный воздухообмен по [1]

Результаты натурных исследований работы систем вентиляции эксплуатируемых зданий.

Результаты обработки данных многочисленных натурных и инструментальных замеров параметров воздушной среды, показали повышенную загазованность и избыточную влажность из-за нарушения естественной вентиляции, основанной на инфильтрации. Основными причинами является наличие двух и более вытяжных каналов в объеме квартиры, когда кухонный канал с большим сечением работает на вытяжку, а каналы меньшего сечения из туалета и ванной работают на приток при закрытых форточках: для квартир верхних этажей, открывающихся через ответвления вытяжных вентблоков в объемы чердаков, имеет место «опрокидывание» циркуляции когда при открывании форточек эксфильтрация усиливается: а общим недостатком чердачных зданий с шахтой без дефлектора является общее нарушение естественной вентиляции в здании при задувании направленного под углом ветрового потока в объем чердака, когда она работает не на вытяжку, а на приток, вызывая повышенное давление и «опрокидывание» циркуляции всей системы вентиляции здания (рис. 2).



Рисунок 2. – Фиксация «опрокидывания» циркуляции в жилых зданиях

Комфортные условия среды проживания создаются инженерными системами зданий, из которых наиболее металлоемкими и энергозатратными являются системы теплоснабжения и вентиляции, предназначенные для подачи свежего воздуха и обеспечения теплового комфорта, жизненно необходимых для человека.

Условия формирования микроклимата жилых зданий диктуются сложными физическими и теплообменными процессами.

При естественной вентиляции жилых зданий согласно действующей нормативной базы организация воздухообмена в жилых и вспомогательных помещениях квартирного объема осуществляется за счет инфильтрации, основанной на создании перепада давления внутри и снаружи здания под действием сил гравитации и ветрового давления. Внутри здания создаются восходящие конвективные потоки из-за разности температур наружного и внутреннего воздуха. В осенне-зимне-весенний отопительный период нагрев внутреннего воздуха осуществляется из-за бытовых тепловыделений (приготовление пищи, работа электроосвещения и бытовой техники, действие системы горячего водоснабжения, тепловыделения от людей, солнечной радиации и т.п.), и работы системы отопления зданий, а в летний период помимо бытовых тепловыделений перегреву внутреннего воздуха способствует активная солнечная радиация и аккумулялирование теплоты массивом здания.

Величина перепада давления переменная, но так как внешнее (барометрическое) давление изменяется в незначительных пределах (от 740 до 770 мм рт. ст., если $1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 750 \text{ мм рт.ст.}$), то величина внутреннего давления в здании колеблется в большей степени из-за суммарного воздействия температурного (гравитационного) перепада и ветрового давления, изменяющегося в широких пределах (при скоростях атмосферных и воздушных потоков от нуля до 10 м/с и более) с образованием зон повышенного давления с наветренной стороны и пониженного давления с заветренной стороны здания. Причем на формирование воздушных потоков внутри здания существенное влияние оказывают не только количественные характеристики внешних отдельных факторов или их одновременных и суммарных воздействий, но и качественные показатели, такие как изменение направлений ветра, ночные и дневные колебания температуры, неравномерность солнечной активности, бытовых тепловыделений и т.п.

Величина перепада давлений изменяется не только от нестабильных внешних и внутренних факторов, но перемененно и по высоте зданий, то есть зависят от высоты (этажности) здания и уровней расположения помещений от поверхности земли. Кроме того, на формирование теплового и воздушного режимов внутри зданий оказывают влияние ориентация помещений в здании по сторонам света, внутренняя планировка, принятые архитектурные-конструктивные решения, расположение лестнично-лифтового объема, наличие и конструктивное исполнение подвалов, чердаков, оформление фасадов и используемые материалы, теплозащитные свойства и воздухопроницаемость ограждающих конструкций, а также климатические условия географического расположения здания [2].

Сравнительная длительность возведения зданий (от нескольких месяцев до нескольких лет) способствует накоплению атмосферной влаги в строительных элементах, которая в последствии длительное время до нескольких лет оказывает влияние не только на параметры влажности внутреннего воздуха жилых помещений, но и эксплуатационные характеристики, так как переувлажненные наружные ограждения снижают их теплозащитные свойства. Поэтому для обеспечения режима сушки в процессе начальной эксплуатации вновь построенного жилого здания необходимы повышенные параметры по температуре и подвижности воздуха внутри помещений за счет повышения интенсивности работы отопительно-вентиляционных систем. В этот первоначальный период эксплуатации здание в течении двух лет система отопления должна поддерживать температуру внутреннего воздуха не ниже $t_k = 20^\circ\text{C}$ что на 2°C выше расчетной нормативной $t = 18^\circ\text{C}$, а система вентиляции должна обеспечивать устойчивую циркуляцию воздуха, при которой вентиляционный воздух ассимилирует (воспринимает) не только бытовую влагу и избыточную влагу, выделяемую при сушке строительных конструкций здания и удаляет через вытяжные каналы в атмосферу. Если технологически такой воздушный тепловой режим не обеспечивается, то на внутренних поверхностях наружных ограждений избыточная влага конденсируется, способствуя появлению опасных для здоровья людей черных грибковых плесневых образований (рис. 3–5).

Эта проблема актуальна в Республике Беларусь, где имеет место дискомфорт микроклимата в жилых помещениях, связанный с повышенной влажностью и загазованностью внутреннего воздуха из-за неудовлетворительной работы отопительных вентиляционных систем герметизированных зданий.



Рисунок 3. – Наличие плесени вблизи окон

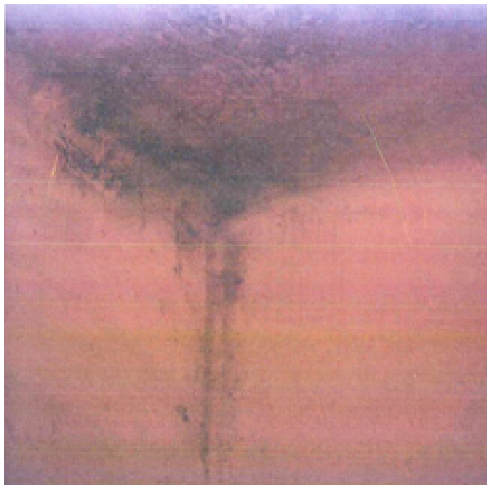


Рисунок 4. – Наличие плесени в угловых помещениях



Рисунок 5. – Фиксация плесени у наружных стен

В связи с использованием наружных ограждений повышенной теплозащиты и герметичности, применением строительных материалов с низкой воздухопроницаемостью и абсолютно герметичных, таких как стекло, металл, пластмассы, строительная пена, герметичные стеклопакеты и т.п., в админи-

стративных, общественных и бытовых зданиях ячейковой структуры (санатории, гостиницы, общежития) стали применять наряду с водяным отоплением и системы с приточно-вытяжной вентиляцией по технологической схеме (рис. 6) или с рекуперацией ветвыбросов (рис. 7).

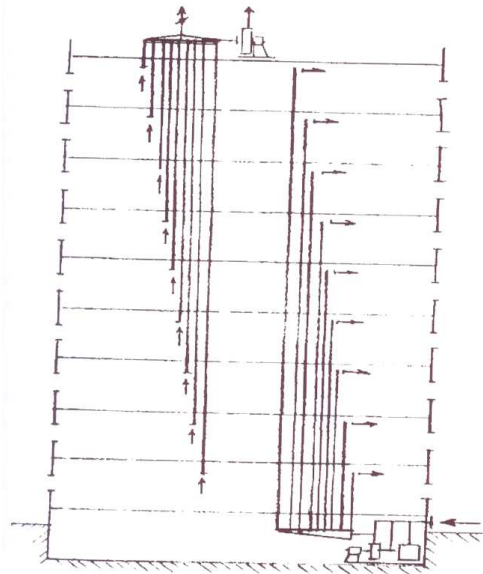


Рисунок 6. – Схема приточно-вытяжной вентиляции зданий с механическим побуждением движения воздуха

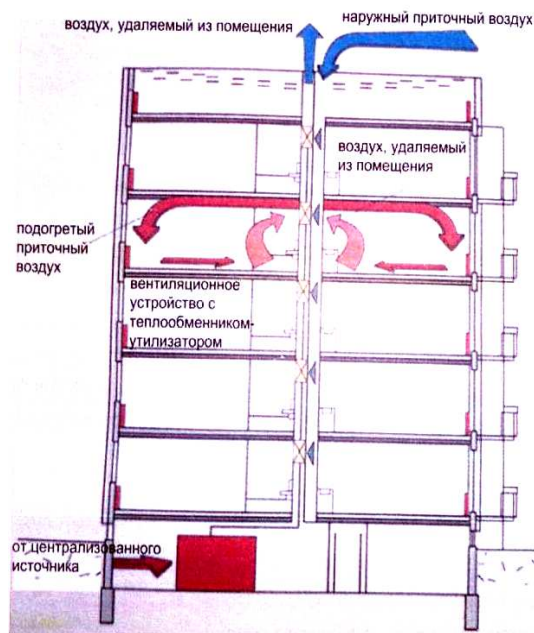


Рисунок 7. – Система вентиляции с рекуперацией теплоты ветвыбросов

При такой схеме воздухообеспечения, когда нагрев наружного вентиляционного воздуха производится от температуры t_n до температуры $t_в$ в калорифере приточного вентиляционного центра, то на систему водяного отопления с учетом теплопоступлений ложится трансмиссионная нагрузка только для компенсации теплотерь через наружные ограждения. В этом случае тепловыделения полностью компенсируют теплотери данного помещения, т.е.

$$Q_T = Q_{\text{быт.}} \quad (3)$$

Если вернуться к формуле (3), то вполне очевидным вытекает равенство

$$Q_{C.O} = Q_{B.} = Q_{И} \quad (4)$$

Таким образом, из формулы (3) следует, что для зданий с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности, оборудованных системой приточно-вытяжной вентиляции, для некоторых помещений достаточно подавать приточный воздух, нагретый в приточном центре до температуры $t_g = 18^{\circ}C$, т.к. трансмиссионные потери теплоты в данных помещениях компенсируются бытовыми теплопоступлениями.

Комфортные условия среды проживания создаются инженерными системами зданий, из которых наиболее металлоемкими и энергозатратными являются системы теплоснабжения и вентиляции, предназначенные для подачи свежего воздуха и обеспечения теплового комфорта, жизненно необходимых для человека [4].

Для снижения энергозатрат и повышения условий жизнеобеспечения авторами предложено **устройство приточной вентиляции здания.**

Устройство является частью отопительно-вентиляционной системы с основной функцией воздухозабора наружного приточного воздуха в нормируемых количествах с дополнительной функцией его подогрева за счёт вторичных и природных энергоисточников и состоит из воздухопроводящего канала, имеющего в сечении щелевую форму, одной из стенок которого служит наружная стена здания, а наружной стеной является конструктивно увязанный с архитектурным оформлением здания навесной свето-прозрачный вентилируемый фасад.

Воздухопроводящий щелевой канал снизу открыт в атмосферу, а над окном каждого этажа многоэтажного здания через рекуперативный приточный вентиляционный элемент РП ВЭ открыт в вентилируемое помещение [5, 6, 7].

На рисунке 8 схематично представлен фрагмент многоэтажного здания с устройством приточной вентиляции.

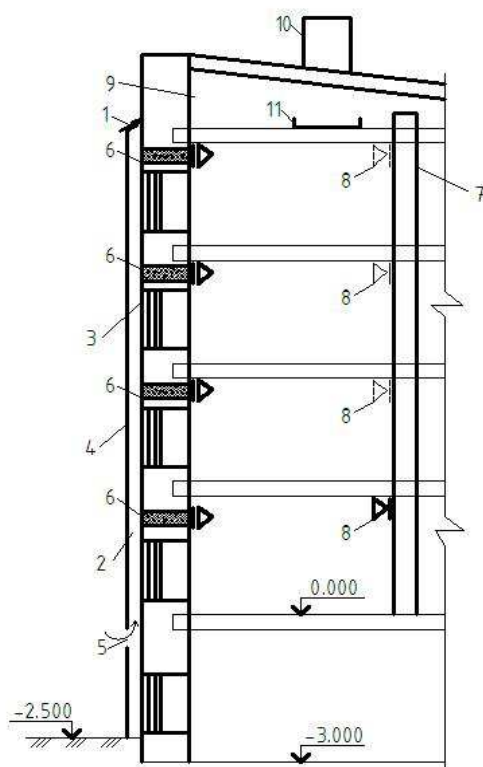


Рисунок 8. – Устройство приточной вентиляции здания:

1 – воздушный клапан; 2 – щелевой воздухопроводящий канал; 3 – наружная стена; 4 – навесной свето-прозрачный фасад; 5 – входное щелевое отверстие; 6 – рекуперативный приточный вентиляционный элемент; 7 – вытяжной канал; 8 – вытяжная решетка; 9 – чердак; 10 – вытяжная шахта; 11 - поддон

Устройство предназначено для организованной подачи свежего наружного воздуха в вентилируемые помещения зданий с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности с целью создания устойчивого воздухообмена и снижения энергопотребления от внешних энергоисточников на отопление и вентиляцию с управляемым аэродинамическим режимом инфильтрации.

Достижимые конструктивно-технологические и технико-экономические результаты – простота конструктивного исполнения, совершенство технологии тепловоздухообмена, экологическая безопасность жизнеобеспечения, снижение энергопотребления за счёт вторичных и природных энергоисточников.

Технологическая схема устройства приточной вентиляции состоит из закрытого сверху воздушным клапаном 1 щелевого воздухопроводящего канала 2, образованного наружной стеной 3 с окнами и навесным светопрозрачным фасадом 4. Щелевой воздухопроводящий канал 2 имеет входное щелевое отверстие 5, расположенное снизу канала 2, и выходные отверстия, выполненные в наружной стене здания над окнами поэтажно с установкой рекуперативных приточных вентиляционных элементов 6, имеющих сквозные отверстия. Так же устройство включает вытяжную систему, выполненную в виде вытяжного канала 7 с решетками 8, чердаком 9 и вытяжной шахтой 10 с поддоном 11.

Работает устройство приточной вентиляции здания следующим образом.

Внутри здания с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности при работе вытяжных систем естественной или принудительной вентиляции при закрытом клапане 1 создаётся разрежение, под действием которого наружный воздух втягивается во входное отверстие 5 и восходящим воздушным потоком движется снизу вверх по воздухопроводящему щелевому каналу 2, где происходит предварительный его подогрев за счёт вторичных и природных энергоисточников. Наружной стенкой воздухопроводящего канала 2 служит конструктивно увязанный с архитектурным оформлением здания навесной светопрозрачный фасад 4, превращающий устройство приточной вентиляции здания в рекуперативный одноходовой пластинчатый теплообменник, в котором теплообменной пластиной с внешней стороны становится навесной светопрозрачный фасад 4, а с внутренней стороны – наружная стена 3 с окнами.

По пути движения в канале 2 наружный воздух по частям в объёме нормативного воздухообмена отводится через выходные отверстия, оборудованные рекуперативными приточными вентиляционными элементами 6, попадая в каждое вентилируемое помещение многоэтажного здания.

Теплообменные процессы в устройстве приточной вентиляции в ночное и дневное время суток отопительного периода происходят по-разному. В ночное время трансмиссионные тепловые потери через наружные стены и окна 2 поступают в щелевой воздухопроводящий канал 3 и частично нагревают воздух от вторичного энергоисточника на величину Δt_1 , а со стороны навесного фасада теплообмена не происходит благодаря свойствам светопрозрачного стекла пропускать солнечные лучи в зоне спектра видимых лучей, соответствующих длинам волн 380-750 нм. Ультрафиолетовая коротковолновая зона оптической части солнечного спектра и инфракрасное излучение с длиной волн больше 5 мк для обычного стекла непрозрачно, т.е. является экраном. Такое свойство стекла обладает тепличным или парниковым эффектом, поэтому длинноволновое излучение от наружных стен и окон не уходит наружу, а полностью аккумулируется движущимся воздухом внутри щелевого воздухопроводящего канала. В дневное время суток отопительного периода помимо вторичной теплоты за счёт трансмиссионных тепловых потерь только через наружные стены движущимся по щелевому воздухопроводящему каналу воздухом дополнительно аккумулируется теплота суммарной прямой и рассеянной солнечной радиации, повышая его температуру на величину Δt_2 , через остеклённые поверхности окон происходит нагрев внутреннего воздуха помещений, что необходимо учитывать дополнительно в тепловом балансе как теплоступления

$$Q_o = 9 \cdot (1 - \eta) + J \cdot F_{ок} \cdot k, \text{ Вт.} \quad (5)$$

где J - суммарная солнечная радиация;

k - коэффициент степени поглощения световой энергии.

Навесные светопрозрачные вентилируемые фасады в сочетании с рекуперативными приточными вентиляционными блоками РПВЭ рассматриваются как элементы тепловой вентиляции энергоэффективных зданий с устойчивым аэродинамическим режимом управляемой инфильтрации, исключающим явление «опрокидывания» циркуляции воздуха при естественной вентиляции зданий с наружными ограждающими конструкциями повышенной теплозащиты и герметичности.

Анализируя данные выполненных аэродинамических и теплотехнических расчётов следует отметить, что с увеличением этажности помещений в здании эффективность энергосбережения увеличивается

ется значительно от 45% на первом этаже до 84% на 9-ом этаже, что особенно предпочтительно при высотном строительстве энергоэффективных зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 4.02.01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М. : Минкстройархитектура, 2004. – 78 с.
2. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий : в 2 т. / В.И. Липко. – Новополоцк : Полоцк. гос. ун-т, 2004. – Т. 2. — 392 с. : ил.
3. Липко, В.И. Реструктуризация инженерных систем тепловоздухоснабжения жилых зданий / В.И. Липко, О.Н. Широкова // Энергосберегающие технологии теплогазоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Харьков, 23 окт. – 22 нояб. 2013 г. / Харьк. нац. ун-т город. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Харьков, 2013. – С. 20–22.
4. Липко, В.И. Вентиляция герметизированных зданий : в 2 т. / В.И. Липко. – Новополоцк : Полоцк. гос. ун-т, 2004. – Т. 2. – 246 с. : ил.
5. Воздухоприточное устройство : пат. BY 4963 / В.И. Липко, С.В. Липко ; дата публ. 30.03.2003.
6. Вентиляционное приточное устройство : пат. BY 4410 / В.И. Липко, В.А. Борвонов ; дата публ. 30.03.2002.
7. Рекуперативный приточный вентиляционный элемент : пат. BY 4651 / В.И. Липко, В.А. Борвонов ; дата публ. 30.09.2002.

CURRENT PROBLEMS OF WORK OF ENGINEERING SYSTEMS OF HEAT AND AIR SUPPLY OF SUSTAINABLE BUILDINGS AND EXCLUSION OF THE WAYS OF THEIR SOLUTION IN HOUSING CONSTRUCTION

V. LIPKO, A. LAPEZO

The article discusses the current problems of the heating and ventilation systems in residential construction. Proposed solutions to these problems to create a favorable microclimate in the premises of residential buildings in order to save heat and energy resources.

Keywords: *infiltration; exfiltration; energy saving; microclimate; recovery; heat and air supply.*