

УДК: 533.6.01+697.92

Е.А. Рябова

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, г. Одесса, 65029

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРИТОКА СВЕЖЕГО ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРИ СОБЛЮДЕНИИ ПРИНЦИПОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

В данной статье приведены анализ и результаты моделирования движения воздушных потоков в помещении с установленными оконными и настенными приточными устройствами как способа достижения большей энергоэффективности при соблюдении норм качества воздушной среды. Представлен способ оптимального положения для монтажа проветривателя для поддержания заданной температуры в помещении при минимальных затратах.

Ключевые слова: Оконный проветриватель – Естественная вентиляция – Моделирование – Энергосбережение.

О.А. Рябова

Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідрихсона, м. Одеса, 65029

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДНОГО ПРИТОКУ СВІЖОГО ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕННЯХ ПРИ ДОТРИМАННІ ПРИНЦИПІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

В даній статті приведено аналіз та результати моделювання руху повітряних потоків в приміщеннях зі встановленими віконними та настінними припливними пристроями, як способу досягнення більшої енергоефективності при дотриманні норм якості повітряного середовища. Представлено спосіб оптимального положення для монтажу провітрювача для підтримання заданої температури в приміщенні при мінімальних витратах.

Ключові слова: Віконний провітрювач – Природня вентиляція – Моделювання – Енергозбереження.

О.А. Ryabowa

Odessa State Academy of Building and Architecture, Didrihsona st. 4, Odessa, 65029

STUDY OF THE FRESH AIR NATURAL FLOW EFFICIENCY IN THE PREMISES SUBJECTED THE PRINCIPLES OF ENERGY SAVING

This article spotlights the analysis and results of air currents motion modeling in the premises using window and wall inlets as a way of achieving greater energy efficiency in compliance with air quality standards. A method for optimal air inlet position for installation to maintain the desired temperature in the room at the lowest cost is considered.

Keywords: Window ventilator – Natural ventilation – Simulation – Energy saving.

I. ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования является обеспечение оптимальных параметров микроклимата в помещении. Для жилых помещений в холодный период года нормативными документами [1] устанавливаются значения температуры, влажности и подвижности воздуха, однако решающим фактором влияющим на здоровье людей является обеспечение чистого воздуха. Для поддержания заданных параметров воздушной среды в помещении необходимы подача свежего и удаление загрязненного.

Как известно, самым простым и надежным способом является устройство воздухообмена за счет силы ветра, разрежения воздуха и разницы

давлений, так называемая естественная вентиляция. Причем, воздух пришедший с лестничной площадки через щели во входной двери или из соседней комнаты (квартиры) таковой не является, так как по качеству не отличается от того воздуха, который уже имеется в квартире [2].

Исследования, проводимые в странах Европы и США, показали существенную связь между плохим качеством воздуха и многочисленными болезнями, в том числе и опасными видами аллергии [3]. Эта проблема, названная в англоязычной литературе Sick Building Syndrome, появилась и быстро распространилась в 70-х годах (годы энергетического кризиса), через несколько лет после внедрения идеи энергосберегающих домов, вследствие этого велись поиски простого и дешевого решения, которое позволило бы улучшить каче-

ство воздуха и одновременно экономить энергию.

В жилых зданиях основным источником естественного притока являются щели и неплотности в окнах. Еще недавно, необходимый приток обеспечивался имеющейся конструкцией деревянных окон, однако для экономии тепла рекомендуется заделывать щели и уплотнять притворы в рамах, что даст возможность повысить температуру в помещении на несколько градусов или же устанавливать более герметичные и устойчивые к атмосферным проявлениям ПВХ окна. Так как щели в них практически отсутствуют, приток снижается, в следствии чего ухудшается качество воздуха.

Таким образом, руководствуясь принципами энергосбережения, мы пренебрегаем необходимой циркуляцией воздуха. В городских квартирах стандартного многоэтажного жилого дома для организации достаточной вентиляции удобно использовать оконные или стеновые проветриватели, при этом загрязненный воздух удаляется через внутренние квартирные двери в ванную или кухню.

Оконный проветриватель является приточным устройством для постоянной вентиляции и особенно идеален там, где требуется постоянный приток свежего воздуха. К достоинствам этой системы проветривания относятся: простота установки, возможность монтажа проветривателей в уже установленные окна или на стенах даже если в квартире уже был сделан ремонт. Тогда температура в помещении будет более стабильной и зимой, и летом, воздух будет свежим и не будет необходимости периодически открывать окно, выбрасывая большой объем теплового воздуха [4].

Возникает закономерный вопрос, не принесет ли такой энергосберегающий прием лишних затрат, ведь нельзя просто подать в помещение холодный воздух и не затратить при этом тепловую энергию. Свежий, холодный воздух необходимо нагреть (здесь речь не идет о дорогих вентиляционных системах с рекуперацией тепла). Используя приточные устройства, особенно с автоматическим управлением, тратится на вентиляцию минимально необходимое количество тепла. Они самостоятельно следят за количеством воздухообмена, равно как автоматика в системах отопления контролирует температуру.

Целью данной работы является исследование движения воздушных потоков в помещении при работе оконных приточных устройств, установленных в различных положениях. При этом, главной задачей представляется выбор наилучшего конструктивного решения, обеспечив достаточный приток свежего воздуха при соблюдении норм оптимального микроклимата и экономии тепловой энергии.

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для изучения влияния проветривателей на микроклимат в помещении, прежде всего требуется определить значение теплотерь теряемых

ограждающими конструкциями и на нагрев вентиляционного воздуха, а также какое количество свежего воздуха установленный стеклопакет фактически пропускает.

Для данной работы предложена модель комнаты, со следующими исходными данными:

- место расположения – г. Одесса, 3 этаж, угловая комната;
- размеры помещения – 5х6 м, размер окна – 1,5х1,5 м, высота $h = 2,8$ м;
- теплотехнические характеристики – наружные стены $R_{ст} = 2,83 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, стеклопакет (4М₁-16-4i) $R_{ст} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- температура внутри помещения – $t_{вн} = 20^\circ\text{C}$, снаружи – -20°C .

Следует отметить, что согласно государственным нормам [1] требуемое сопротивление теплопередачи для окон будет соответствовать либо многокамерным стеклопакетам, либо с энергосберегающим напылением, т.е. самым стандартом заложено сокращения потерь тепла через остекление.

После проведения необходимых расчетов, значение теплотерь помещения составило 2,3 кВт. Теперь определим величину реального расхода воздуха пропускаемого через принятый стеклопакет воспользовавшись методикой изложенной в книге В.Н. Богословского [5], или той же зависимостью, но в преобразованном виде в [6].

Таким образом, фактический приток воздуха в помещение составит около $7,16 \text{ м}^3/\text{ч}$, однако согласно ДБН В.2.2-15-2005 «Жилые здания» приточный воздух должен подаваться в объеме однократного воздухообмена, что составляет $84 \text{ м}^3/\text{ч}$, таким образом, оконный проветриватель должен компенсировать $76,84 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для моделирования воздухообмена установив, какие воздушные потоки представлены в помещении. Так как в комнате установлен отопительный прибор от него будет исходить конвективная восходящая струя, а из неплотностей окна и приточного отверстия – неизотермическая нисходящая, взаимодействуя, они настилаются друг на друга. Требуется установить проветриватель таким образом, чтобы холодный поток не влиял на самочувствие людей в помещении.

Для наглядности анализа исследований был использован пакет программ FlowSimulation на основе программного обеспечения SolidWorks. Данная программа применяется для расчета гидродинамических и теплообменных процессов методом конечных элементов используя уравнение неразрывности Навье-Стокса для вязкого идеального газа [7].

К расчету принято три положения приточных устройств: в верхней части стеклопакета, в нижней части и встроенный настенный за радиатором. Первый вариант является наиболее популярным и этому есть две принципиальные причины. Первая связана с ощущением теплового комфорта, поскольку приток холодного воздуха, размещенный под потолком, положительно влияет на снижение

температуры на высоте головы (фактор НАТ) и вообще не дает ощущения холода от потока воздуха. Вторая причина связана с производительностью вентиляции. Воздух под потолком самый тёплый (благодаря конвекции), имеет наименьшую плотность и наименьшее давление. Давление снаружи здания одинаковое как на уровне пола, так и на уровне потолка, так как наружная температура в этих местах одинаковая. Отсюда следует, что наибольшая разница давлений между помещением и снаружи здания имеет место на высоте потолка. Находящийся там проветриватель будет работать наиболее продуктивно [4]. Тем более, что на отечественном строительном рынке уже появились оконные вентиляционные устройства фирм Aergeo (Франция), Renson и Titon (Бельгия), Siegenia (Германия), уже вмонтированные в стеклопакет.

Второй вариант, не рекомендуется к использованию, из-за опасности возникновения сквозняков, однако такое возможно лишь теоретически: при максимальной скорости подачи воздуха и не-

удачной установке приточной вентиляции, проветриватель может создать небольшой сквозняк, который вряд ли доставит большие неудобства.

Третий вариант - настенный проветриватель за радиатором - может быть несколько неудобным при монтаже, однако он недорогой по цене и не портит эстетический вид комнаты, главное устанавливать его на уровне не ниже 30 см от пола, как предлагают производители.

Для анализа представлены фрагменты модели для каждого из вариантов (рисунок 1).

Как видно из приведенных рисунков в каждом случае, конвективная струя, исходящая от отопительного прибора служит своего рода воздушной завесой, отсекающей поступление, хоть и холодного, но свежего воздуха в помещение, при этом отдавая значительную часть тепла на нагрев внешней стены, а в третьем случае, подмешиваясь с неизотермической стремится наружу.

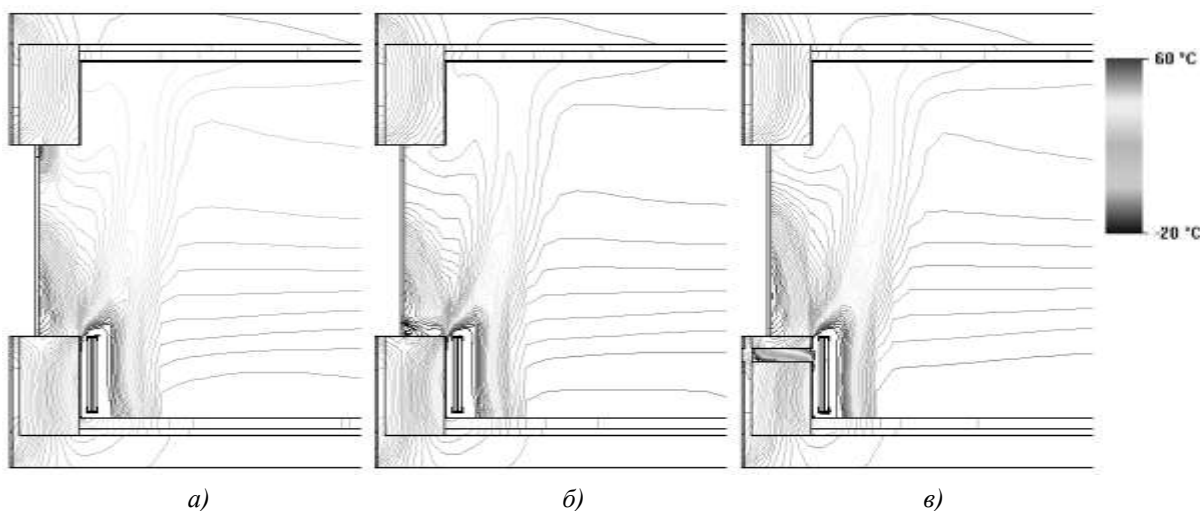


Рисунок 1 – Схема движения воздушных потоков в помещении при установке приточного отверстия а) в верхней части стеклопакета, б) в нижней части стеклопакета, в) в зоне за радиатором

Таким образом, необходимо снизить теплоотдачу от задней поверхности (ближайшей к стене) отопительного прибора, этого можно достигнуть используя теплоизолирующую краску (принимаем покрытие жидкое теплоизоляционное «ТСМ Керамічний» по ТУУ 26.2-31797789-001-2002). Целью является снизить температуру стенки до 20 °С, то есть до значения температуры в помещении. Результаты моделирования приведены в том же порядке, что и ранее. Такая краска имеет жидкую консистенцию, легко наносится и имеет высокую температуру эксплуатации (до 200°С).

Анализируя представленные фрагменты (рисунок 2) можно сделать вывод, что теплоизолировав заднюю поверхность, можно в значительной степени улучшить приток свежего воздуха. При этом холодная неизотермическая струя, следуя

своим характеристикам, настилаясь на окно и подоконник, опускается за радиатор, где смешиваясь с воздухом в помещении подогревается, двигается по поверхности пола, и, отдаваясь от внешней стены, теряет свои изначальные характеристики.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуя представленные результаты можно сделать вывод: хотя нормы и регламентируют использование энергосберегающих окон, они не учитывают, что количество приточного воздуха недостаточно для обеспечения оптимального микроклимата, т.е. в жилых зданиях, где предусмотрена лишь естественная вентиляция, приходится либо устанавливать механический приток, либо приточные устройства.

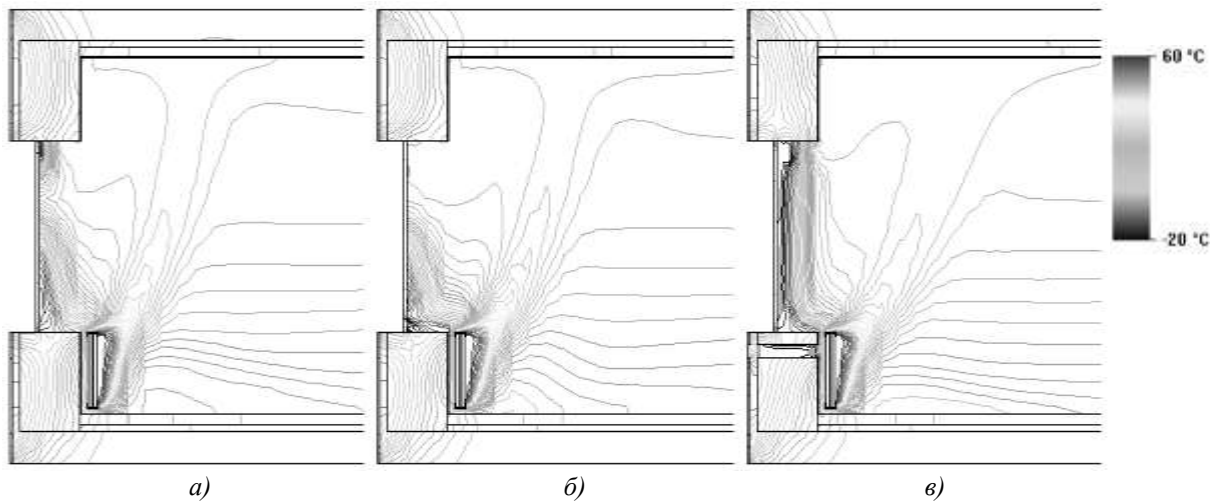


Рисунок 2 – Схема движения воздушных потоков в помещении при установке приточного отверстия с использованием теплоизолирующей краски на задней поверхности радиатора
 а) в верхней части стеклопакета, б) в нижней части стеклопакета, в) в зоне за радиатором

Применяя проветриватели также не стоит забывать, что воздушные струи двигаются в комплексе, и без дополнительных усовершенствований холодный свежий воздух так и будет находиться за «тепловой завесой» исходящей от отопительного прибора.

Для решения этой задачи предлагается применять теплоизолирующую краску на задней поверхности и устанавливать оконный проветриватель в нижней части стеклопакета, таким образом, свежий воздух беспрепятственно и с наименьшим сопротивлением смешается с воздухом за радиатором и уже теплой струей, не отличающейся температурой от окружающей среды, восполнит помещение необходимым притоком

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».
2. Статьи по вентиляции. **Вершинин А.А., Вершинин С.А.** <http://www.ventkanal.ru>
3. 2009 ASHRAE® HANDBOOK. ISBN 978-1-933742-54-0, ISSN 1523-7222.
4. Оконные проветриватели. Вопросы и ответы про оконные проветриватели. http://js.com.ua/articles/okno_provetrivateli.
5. **Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симак Б.Д., Титов В.П.** Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. Богословского В.Н. – М.: Стройиздат, 1976, 439 с.

6. Пособие 12.91 к СНиП 2.04.05-91. Рекомендации по расчету инфильтрации наружного воздуха в одноэтажные производственные здания. Москва, 1993 г.

7. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен: Пер. с англ./ Герхарт Б., Джалурия И., Махаджан Р.Л., Саммакия Б. – М.: Мир, В 2-х книгах. Кн. 2., 1983. – 528 с.

REFERENCES

1. DBN B.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»
2. Stati po ventilyacii. **Vershunin A.A., Vershunin S.A.** <http://www.ventkanal.ru>
3. 2009 ASHRAE® HANDBOOK. ISBN 978-1-933742-54-0, ISSN 1523-7222.
4. Okonnue provetrivateli. Voprosu i otvetu pro okonnue provetrivateli. http://js.com.ua/articles/okno_provetrivateli.
5. **Bogoslovskiy V.N., Novogilov V.I., Simakov B.D., Titov V.P.** Otoplenie i ventilyaciya. Uchebnyk dlya vuzov. V 2-h ch. Ch. 2. Ventilyaciya. Pod red. V.N. Bogoslovskogo. M.: Stroyizdat, 1976, 439 s.
6. Posobie 12.91 k SNiP 2.04.05-91. Rekomendacii po rashetu infiltracii narugnogo vozduha v odnoetagnue proizvodstvennue zdaniya. Moskva. 1993 g.
7. Svobodnokonvektivnue techeniya, teplo- i massoobmen: Per. s angl./**Gerhart B., Dgaluriya I., Mahadgan R.L., Sammakiya B.** – M.: Mir, V 2-h knigah. Kn. 2., 1983. – 528 s.

Получена в редакции 01.10.2013, принята к печати 14.10.2013