

УДК 697.921.23

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

<sup>1</sup>Афонин К.В., <sup>1</sup>Жилина Т.С., <sup>2</sup>Сазонова Е.О.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»,  
Тюмень, e-mail: zhilina\_ts@tgasu.ru;

<sup>2</sup>ООО «ЖилстройСервис», Тюмень, e-mail: jssproekt@mail.ru

В статье проведен анализ отечественного, зарубежного опыта и нормативной литературы в области нормирования качества воздушной среды помещений, а также анализ структур теплопотерь жилых многоэтажных зданий, построенных с 1995 года. Целью данной статьи явилось предложение способа снижения энергозатрат на вентиляционный воздухообмен и улучшение параметров внутреннего воздуха. Предлагается использование искусственной инфильтрации, полученной путём внесения изменений в конструкцию ограждения, непосредственно за отопительным прибором. Были выполнены расчёты по определению теплозатрат на нагрев нормируемого количества воздуха с использованием искусственной инфильтрации воздуха и по определению теплозатрат на нагрев воздуха при проветривании помещения в течение 10 минут с помощью открытия одной фрамуги. По полученным данным сделан вывод, что теплозатраты на нагрев нормируемого количества воздуха с использованием искусственной инфильтрации составляют примерно 20–23% от общих теплозатрат помещения, а теплозатраты при открытии фрамуги окна составляют 50–70%. Из вышесказанного можно сделать вывод, что использование искусственной инфильтрации способствует снижению затрат тепловой энергии на воздухообмен и способствует улучшению параметров микроклимата жилого помещения.

**Ключевые слова:** энергосбережение, воздухопроницаемость, качество воздушной среды, теплозатраты

## ENERGY-EFFICIENT WAY TO CREATE HIGH-QUALITY AIR ENVIRONMENT IN RESIDENTIAL AREAS

<sup>1</sup>Afonin K.V., <sup>1</sup>Zhilina T.S., <sup>2</sup>Sazonova E.O.

<sup>1</sup>Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, Tyumen, e-mail: zhilina\_ts@tgasu.ru;

<sup>2</sup>ООО JilstroyServis, Tyumen, e-mail: jssproekt@mail.ru

In the article the analysis of domestic and foreign experience of normative literature in the area of normalization of air environment quality of the premises, as well as analysis of the structures of the heat loss of residential buildings, built between 1995 and after. The purpose of this article was to offer a way to reduce energy consumption for ventilation and air exchange improve indoor air. It is proposed the use of artificial infiltration, obtained by making changes in the design of the fence, directly behind a heating appliance. Were calculated by determining the heat cost of heating regulated amount of air using artificial infiltration of air and by definition of heat cost of heating the air in the ventilation of the room within 10 minutes by opening one of the transom. According to the data obtained it is concluded that the heat consumption for heating regulated amount of air using artificial infiltration of approximately 20–23% of the total heat cost of the room, and heat consumption when opening the transom Windows are 50–70%. From the above it can be concluded that the use of artificial infiltration contributes to cost reduction of thermal energy in the air and improves the microclimate of the dwelling.

**Keywords:** energy saving, air penetration, air quality, heat consumption

В последние двадцать лет энергосбережение и качество микроклимата находятся в центре внимания специалистов строительной отрасли всего мира. Микроклимат помещения характеризуется температурой внутреннего воздуха, температурой внутренних поверхностей ограждающих конструкций и качеством внутреннего воздуха. Все эти характеристики микроклимата имеют энергетическое содержание.

Сопоставление показателей энергоэффективности экономики России с развитыми странами показывает, что удельная энергоёмкость нашего валового внутреннего продукта (ВВП) в несколько раз выше, чем в развитых странах. Так, уровень энергопо-

требления в расчете на единицу сопоставимого ВВП России примерно в 4 раза выше, чем в США – стране с высокой энергооборуженностью материального производства, сферы услуг и быта. Уровень потребления электроэнергии в расчете на единицу сопоставимого ВВП в России выше, чем в США, в 2,5 раза, чем в Германии и Японии – в 3,6 раза. Все это свидетельствует о значительных резервах экономии энергоресурсов в России, масштабы которых можно оценить примерно в 40–50% от уровня потребляемых топлива и энергии.

Для проектирования и эксплуатации зданий с точки зрения энергоэффективности в разных странах Европы приняты

расчетные температуры воздуха помещений в зимний период 19–21 °С, в летний – 24–26 °С (в Великобритании 28 °С) [5].

Рассмотрим, как изменилась за последние 40 лет структура расхода энергии, затрачиваемой на обеспечение микроклимата помещения в жилых зданиях массовой застройки. На рис. 1, 2 приведены диаграммы теплопотерь жилых многоэтажных зданий, построенных до 1995 года, и жилых зданий, построенных после принятия известных Постановлений Госстроя РФ о необходимости повышения теплозащитных показателей наружных ограждающих конструкций [3].

Отсюда можно сделать вывод, что в утепленных зданиях наибольшие теплопотери приходятся на вентиляцию.

Но необходимо помнить, что естественная вентиляция многоэтажных жилых зданий традиционно основана на том принципе, что воздух в квартиры поступает через неплотности оконных заполнений. В то же время требования к воздухопроницаемости оконных заполнений изменялись с 1971 года в следующей последовательности [4]:

- 1971 год – 18 кг/(м<sup>2</sup>·ч);
- 1979 год – 10 кг/(м<sup>2</sup>·ч);
- 1998 год – 5 кг/(м<sup>2</sup>·ч);
- в настоящее время – 3–3,5 кг/(м<sup>2</sup>·ч).

Теперь покажем, как эти изменения сказывались на обеспечении требуемого вентиляционного воздухообмена помещений здания. Рассмотрим пример, приведенный в Стандарте АВОК 1-2004 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» [2]:

- общая площадь – 95 м<sup>2</sup>;
- площадь жилых помещений – 60 м<sup>2</sup>;
- объем квартиры – 280 м<sup>3</sup>;
- общая площадь окон – 10 м<sup>2</sup>;
- в квартире проживает 4 человека.

Требуемый воздухообмен составляет 140 м<sup>3</sup>/ч или примерно 163 кг/ч.

В соответствии с изменяющимися нормативными требованиями к воздухопроницаемости оконных заполнений изменялось количество наружного воздуха, поступающего в помещение через эти заполнения, которое составляет:

- 1971 год – 18·10 = 180 кг/ч, что больше требуемой величины 163 кг/ч;
- 1979 год – 10·10 = 100 кг/ч, что меньше требуемой величины на 40 %;
- 1998 год – 5·10 = 50 кг/ч, что меньше требуемой величины на 70 %;
- в настоящее время – 3,5·10 = 35 кг/ч, что меньше требуемой величины почти на 80 %.

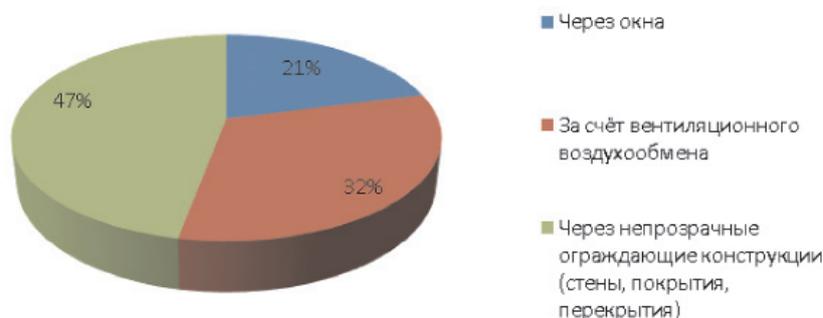


Рис. 1. Структура потерь энергии в жилых многоэтажных зданиях массовой застройки, построенных до 1995 года

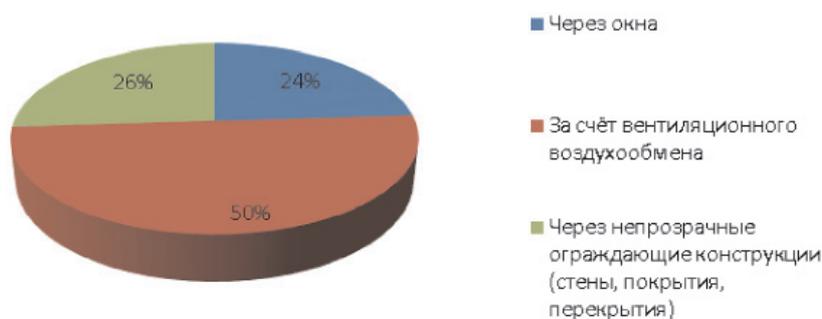


Рис. 2. Структура потерь энергии в жилых многоэтажных зданиях массовой застройки, построенных после принятия постановлений Госстроя РФ о необходимости повышения теплозащитных показателей наружных ограждающих конструкций

Таким образом, ужесточение требований к воздухопроницаемости оконных заполнений привело к нарушению принципа естественной вентиляции многоэтажных зданий – воздух в квартиры поступает через неплотности оконных заполнений – и необеспеченности требований по нормативному воздухообмену и в результате к ухудшению микроклимата помещений, а открытие фрамуг и проветривание приводит к переохлаждению помещения и увеличению теплотрат на отопление.

**Цель исследования** – путь снижения затрат тепловой энергии на вентиляционный воздухообмен и улучшения параметров внутреннего воздуха; это исполь-

зование искусственной инфильтрации, полученной путём внесения изменений в конструкцию ограждения, непосредственно за отопительным прибором.

### Результаты исследования и их обсуждение

Авторами были произведены расчёты по определению тепловых затрат на нагрев нормируемого количества воздуха с использованием искусственной инфильтрации воздуха и по определению тепловых затрат на нагрев воздуха при проветривании помещения в течение 10 минут с помощью открытия одной фрамуги.

Полученные данные приведены в табл. 1 и 2.

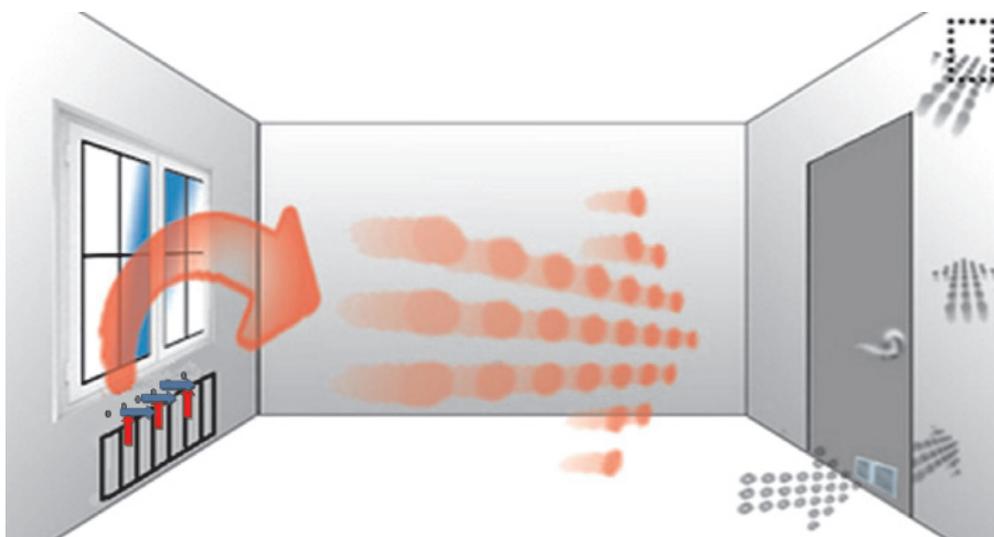


Рис. 3

Таблица 1

Определение теплотрат на нагрев нормируемого количества воздуха с использованием искусственной инфильтрации воздуха

Температура, °С	Необходимый воздухообмен в жилом помещении, м <sup>3</sup> /ч	Площадь общего живого сечения отверстий для нормируемого воздухообмена, м <sup>2</sup>	Теплотраты на нагрев нормируемого количества воздуха, Вт
-40	140	0,019	2814
-35		0,020	2579,5
-30		0,021	2345
-25		0,022	2110,5
-20		0,024	1876
-15		0,025	1641,5
-10		0,027	1407
-5		0,030	1172,5
0		0,034	938
4		0,038	750,4
5		0,039	703,5
10		0,047	469
15		0,048	234,5

**Таблица 2**

Определение теплотрат на нагрев воздуха при проветривании помещения в течение 10 минут с помощью открытия фрамуги окна

Температура, °С	Площадь живого сечения приоткрытой фрамуги окна, м <sup>2</sup>	Количество врываемого через окно воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Количество врываемого через окно воздуха, м <sup>3</sup> /10 мин	Теплотраты на нагрев нормируемого количества воздуха, Вт
-40	0,34	2448	408	8201
-35		2350	392	7217
-30		2240	373	6253
-25		2130	355	5351
-20		2007	335	4483
-15		1873	312	3660
-10		1738	290	2911
-5		1579	263	2204
0		1420	237	1585
4		1261	210	1126
5		1224	204	1025
10		1004	167	560
15		991	165	277

**Таблица 3**

Площадь квартиры $S_{\text{пом}}, \text{м}^2$	Высота помещения $h, \text{м}$	Средняя температура внутреннего воздуха $t_p, \text{°C}$	Температура наружного воздуха $t_m, \text{°C}$	Теплотраты на нагрев нормируемого количества воздуха, Вт
85	2,8	20	-40	12029,472
			-20	8019,648
			0	4009,824
			10	2004,912
			15	1002,456
90	2,8	20	-40	12936,672
			-20	8624,448
			0	4312,224
			10	2156,112
			15	1078,056
100	2,8	20	-40	14157,696
			-20	9438,464
			0	4719,232
			10	2359,616
			15	1179,808

Также был сделан расчёт по определению тепловых затрат на нагрев воздуха в квартирах с площадью 85, 90 и 100 м<sup>2</sup> [1].

**Заключение**

По полученным данным видно, что теплотраты на нагрев нормируемого количе-

ства воздуха, с использованием искусственной инфильтрации, составляют примерно 20–23% от общих теплотрат помещения, а теплотраты при открытии фрамуги окна составляют 50–70%.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что использование искусственной

инfiltrации способствует снижению затрат тепловой энергии на воздухообмен и улучшению параметров микроклимата жилого помещения.

#### Список литературы

1. Афонин К.В., Жилина Т.С., Сазонова Е.О. Искусственная инfiltrация как способ создания нормируемого качества воздушной среды в жилых помещениях // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: материалы XI Международной научной конференции. – Ханой: Национальный строительный университет, 2013.

2. Стандарт АВOK-1-2004 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена».

3. Журнал АВOK № 4 2002. Рубрика: Энергоэффективные здания. Технологии.

4. Журнал АВOK № 5 2008. Рубрика: Микроклимат помещения.

5. ASHRAE 62–1999 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

#### References

1. Afonin K.V., Zhilina T.S., Sazonova E.O. Iskustvennaja infiltracija kak sposob sozdanija normiruемого kachestva voz-

dushnoj sredy v zhilyh pomeshhenijah // Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhajushhej sredy: vaterialy XI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Hanoj: Nacionalnyj stroitelnyj universitet, 2013.

2. Standart AVOK-1-2004 «Zdaniya zhilye i obshhestvennye. Normy vozduhoobmena».

3. Zhurnal AVOK № 4 2002. Rubrika: Jenergojeffektivnye zdaniya. Tehnologii.

4. Zhurnal AVOK № 5 2008. Rubrika: Mikroklimat pomeshhenija.

5. ASHRAE 62–1999 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

#### Рецензенты:

Моисеев Б.В., д.т.н., профессор, научно-исследовательский сектор, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», г. Тюмень;

Чекардовский М.Н., д.т.н., профессор, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», г. Тюмень.