

DOI: 10.34031/article_5db33cb3df07b2.38930529

Тирон О.В., Попов Е.Н.Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 306012, г. Белгород, ул. Костюкова д. 46.***E-mail: tiron.oleg@yandex.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА КВАРТИР В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ

Аннотация. Недостаточный воздухообмен квартир в газифицированных многоквартирных жилых зданиях, а также нарушение воздушного баланса квартиры при использовании механической вентиляции могут послужить причинами образования и скопления угарного газа. Данная работа направлена на изучение воздухообмена квартир в многоквартирных жилых домах при установке в них кухонных вытяжек, а также недостаточной воздухопроницаемости окон в ПВХ (поли-винил-хлоридных) переплетах в холодный период года. Аналитические вычисления и натурный эксперимент проводился в двух квартирах с установленной кухонной вытяжкой и без нее. Определены расчетные воздухообмены, фактические воздухообмены «как есть», т.е. в режиме обычной эксплуатации жильцами и в условно максимальном режиме эксплуатации при открытых форточках. Приведенное сравнение результатов аналитических вычислений с экспериментальными данными показывает недостаточную воздухопроницаемость ПВХ окон для поддержания необходимого воздухообмена естественной вентиляции. Так же становится очевидным два способа увеличения воздухообмена: регламентируемое, но «не удобное» для жильцов открывание форточек и не предусмотренное нормативно, но популярное «в народе» – установка механических вытяжек. При этом применение механических вытяжек может повлечь нарушения в работе системы естественной вентиляции.

Ключевые слова: вентиляция, естественная вентиляция, воздухообмен, ПВХ окна, кухонная вытяжка.

Введение. Микроклимат жилых помещений зависит главным образом от правильной работы системы вентиляции квартиры [1, 2]. Система естественной вентиляции квартиры включает в себя как обычные форточки с вентиляционными решетками, так и менее очевидные щели в окнах, стенах и входных дверях, просветы под межкомнатными дверьми, вентиляторы в кухонных вытяжках и туалетах вашей квартиры и ваших ближайших соседей, их открытые форточки, а также температуру, скорость и направление ветра на улице, и конечно конструкцию, архитектуру и этажность всего здания и даже расположение и высоты соседних зданий [3].

Все эти элементы находятся в хрупком и постоянно меняющемся равновесии. При неграмотном вмешательстве в это равновесие система вентиляции может начать хуже работать (застаивание воздуха, повышение влажности) или начать работать неправильно (перетекания запахов от соседей). При наихудшем стечении обстоятельств неправильная работа системы вентиляции может послужить причиной различных заболеваний или стать смертельно опасной при образовании угарного газа.

В процессе эксплуатации квартир, жильцы часто производят ремонты, модернизацию системы вентиляции здания. Наиболее часто встречается установка окон в ПВХ переплетах, установка кухонной вытяжки и вентилятора в санузел, а также установка межкомнатных дверей.

Это оказывает негативное влияние на работу всей системы, в результате которого воздухообмен квартиры уменьшается. Таким образом, собственник несет ответственность за работоспособность системы вентиляции как своей квартиры, так и квартир соседних [4].

Иногда за существующими проблемами, стоят не зависящие от жильца причины. Такими причинами являются ошибки при строительстве и невыполнение существующих норм. Например, недостаточное утепление технического этажа, засорение канала строительным мусором или объединение вытяжек из нескольких квартир одним каналом.

Проблемам поиска путей улучшения работы естественной вентиляции последнее время уделяется все большее внимание [5, 6].

В данной работе будет рассмотрено натурное исследование воздухообмена двух квартир: квартиры № 1 с естественной вентиляцией и квартиры № 2, где установлены механические побудители – кухонная вытяжка и вентилятор в санузел.

Оборудование и методика измерений параметров микроклимата.

Внутренняя температура и скорость воздуха измерялась при помощи термоанемометра Testo 405-V1, измерения производились согласно ГОСТ [7] в 12 точках, после чего осреднялись (рис. 1). Наружная температура определялась при

помощи спиртового термометра. Разность давлений между помещением и улицей находилась при помощи дифференциального манометра Testo

510 в соответствии с ГОСТ [8]. Влажность воздуха измерялась психрометром Асмана [9].



Рис. 1. Измерение расхода воздуха с помощью измерительного насадка

Основная часть. Свод правил СП 54.13330.2016 – «Здания жилые многоквартирные» [10] рекомендует схему воздухообмена квартиры, при которой свежий наружный воздух поступает через неплотности наружных ограждений (окон) преимущественно жилых комнат и удаляется через вытяжные решетки наиболее загрязненных помещений – туалетов, кухонь и ванных комнат. Расчетный воздухообмен квартиры принимается большей из двух величин: суммарной нормы вытяжки из туалетов, кухонь и ванных комнат или нормы притока свежего воздуха на каждый м^2 жилой площади.

В соответствии с табл. 9.1 СП 54.13330.2016 – «Здания жилые многоквартирные», значения воздухообмена: для кухни при электрической плите $60 \text{ м}^3/\text{ч}$, а для кухни с газовой плитой – $100 \text{ м}^3/\text{ч}$, для ванной, туалета или совмещенного санузла – $25 \text{ м}^3/\text{час}$, для кладовой принимается кратность воздухообмена $0,2 \text{ ч}^{-1}$. Воздухообмен в жилых комнатах принимается из расчета $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на м^2 площади.

При этом следует обратить внимание, что в устаревшем, но «исходном» нормативе СНиП 31-01-2003 – Здания жилые многоквартирные [11] содержалась рекомендация определять расчетный воздухообмен кухни с газовой плитой как однократный воздухообмен кухни плюс $100 \text{ м}^3/\text{ч}$. Данная норма «традиционно» применяется некоторыми проектировщиками и дает несколько больший расчетный расход воздуха.

Квартира № 1 находится на 2 этаже 10 этажного панельного жилого дома. Имеет 2 комнаты и 3 окна, общая площадь 58 м^2 , отдельный санузел. Квартира оснащена тремя вентканалами. На кухне квартиры имеется вентиляционный канал размером $0,15 \times 0,17$ с решёткой, площадь сечения которой равна $0,025 \text{ м}^2$. В ванной комнате и санузле так же имеются каналы $0,18 \times 0,25 \text{ м}$, с решётками площадью $0,045 \text{ м}^2$. Межкомнатные двери в ванную и санузел подрезов и вентиляционных отверстий не имеют (рис. 2). Дверь на кухню отсутствует.

Расчётные воздухообмены помещений квартиры № 1 представлены в таблице 1.



Рис. 2. Межкомнатная дверь без подреза

Таблица 1

Расчётный воздухообмен помещений квартиры № 1

№	Помещение	Температура t , °С	Площадь S , м ²	Объем V , м ³	Норма воздухообмена	Лп, м ³ /ч	Лу, м ³ /ч
1	Комната № 1	24,8	17,99	48,57	3 м ³ /ч на 1 м ²	53,97	
2	Комната № 2	24,9	18,02	48,65	3 м ³ /ч на 1 м ²	54,06	
3	Кухня	25	8,9	24,03	100 м ³ /ч	–	100
4	С/у	25,1	0,98	2,64	25 м ³ /ч	–	25
5	Ванная	24,5	2,49	6,723	25 м ³ /ч	–	25
6	Коридор	25,1	9,6	25,92	–	–	
Сумма						108	150

Таким образом расчетный воздухообмен квартиры составит 150 м³/ч

На момент эксперимента в квартире № 1 параметры внутреннего воздуха составили: температура +23 °С, влажность 48 %. Параметры наружного воздуха составили: температура -1 °С, влажность 90 %, скорость ветра 6 м/с, ветер юго-западный.

Измерения производились в два этапа. Первый этап проводился при закрытых окнах и открытых межкомнатных дверях, а также открытых окнах, и дверях, для определения работоспособности вентиляционных каналов. Второй этап: при закрытых окнах и закрытых межкомнатных

дверях, а также открытых окнах, и закрытых дверях, для уточнения влияния на воздухообмен межкомнатных дверей. Результаты замеров представлены в таблице 2.

Разность давлений между помещением и улицей определялась при помощи дифференциального манометра Testo 510 путем высверливания отверстия в переплете ПВХ окна и установки в него штуцера. Замеры проводились по наименьшим значениям в момент затишья ветра. Измеренная разность давлений между помещением и улицей составляет 15 Па.

Расчетное гравитационное давление на момент эксперимента составило 26 Па.

Таблица 2

Замеренный воздухообмен помещений квартиры № 1

Помещение	Условия	Измеренный расход, м ³ /ч
Сан. узел	Дверь открыта, окно закрыто	60
	Дверь закрыта, окно закрыто	51
	Дверь открыта, окно открыто	203
	Дверь закрыта, окно открыто	84
Ванная комната	Дверь открыта, окно закрыто	39
	Дверь закрыта, окно закрыто	28
	Дверь открыта, окно открыто	130
	Дверь закрыта, окно открыто	82
Кухня	Окно открыто	219
	Окно закрыто	60
Суммарно	Минимум	139
	Максимум	553

Из таблицы 2 видно, что при закрытых окнах расход воздуха в сумме составит 139 м³/ч, что на 36 % меньше требуемого значения. Воздухопроницаемости окон в ПВХ переплете недостаточно для удовлетворительной работы системы естественной вентиляции. В случае, когда окно находится в режиме микропроветривания (благодаря «гребёнке»), суммарный расход воздуха составит 553 м³/ч. Следовательно, можно сделать вывод, что вентиляционные каналы находятся в рабочем состоянии, а режима микропроветривания окна (с пятикратным запасом) достаточно для обеспечения необходимого воздухообмена квартиры.

Квартира № 2 находится на 6 этаже 10-этажного панельного жилого дома. Имеет 2 комнаты и 3 балкона, общая площадь 56 м², совмещенный санузел. Квартира оснащена двумя вентканалами. На кухне квартиры № 2 имеется вентиляционный канал размером 0,15×0,17 с решёткой, площадь сечения которой равна 0,025 м². В санузле так же имеется канал 0,16×0,16 м, с решётками площадью 0,026 м². Межкомнатные двери в санузел подрезов и вентиляционных отверстий не имеют. Дверь на кухню отсутствует. В квартире № 2 установлена кухонная вытяжка марки

Elikor Интегра 60Н-400-В2Л с мощностью двигателя 210 Вт и развиваемым давлением 110 Па, (рис. 3, а), а также бытовой вентилятор в канале

санузла диаметром 100 мм, мощностью 14 Вт и развиваемым давлением 140 Па (рис. 3, б).

а)



б)

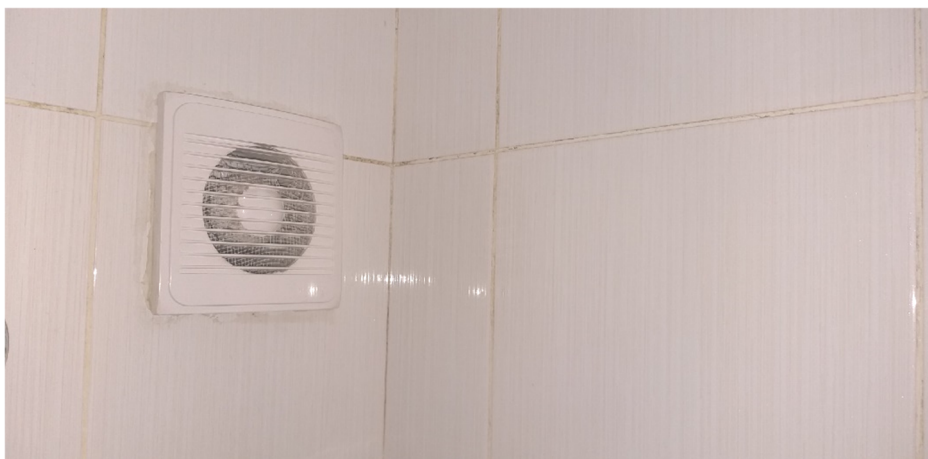


Рис. 3. Системы механической вентиляции квартиры №2: а) кухонная вытяжка, б) вытяжной вентилятор в санузле

Расчётные воздухообмены помещений квартиры № 2 представлены в таблице 3.

Таблица 3

Расчётный воздухообмен помещений квартиры № 2

№	Помещение	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Площадь S, m^2	Объем V, m^3	Норма воздухообмена	Лп, $\text{m}^3/\text{ч}$	Лу, $\text{m}^3/\text{ч}$
1	Комната №1	27,2	20,63	55,701	3 $\text{m}^3/\text{ч}$ на 1 m^2	61,89	-
2	Комната №2	26,9	17,34	46,818	3 $\text{m}^3/\text{ч}$ на 1 m^2	52,02	-
3	Кухня	25,5	8,9	24,03	100 $\text{m}^3/\text{ч}$	-	100
4	Совмещенный с/у	27,2	4	10,8	25 $\text{m}^3/\text{ч}$	-	25
5	Коридор	26,7	5,76	15,552	-	-	-
Сумма						114	125

Таким образом расчетный воздухообмен квартиры составит 125 $\text{m}^3/\text{ч}$

На момент эксперимента в квартире № 2 параметры внутреннего воздуха составили: температура +24 $^\circ\text{C}$, влажность 56 %. Параметры наружного воздуха составили: температура +1 $^\circ\text{C}$, влажность 94 %, скорость ветра 4 м/с, ветер северо-восточный.

Измеренная разность давлений между помещением и улицей составляет 10 Па. Расчетное гравитационное давление на момент эксперимента составило 17 Па.

Результаты замеров представлены в таблице 4.

Таблица 4

Замеренный воздухообмен помещений квартиры № 2

Помещение	Условия	Полученный расход, м ³ /ч
Совмещённый С/у	Дверь открыта, окно закрыто	91
	Дверь закрыта, окно закрыто	80
	Дверь открыта, окно открыто	134
	Дверь закрыта, окно открыто	109
	Вентилятор включен, окно открыто	181
	Вентилятор выключен, окно открыто	109
Кухня	Окно открыто	307
	Окно закрыто	92
Суммарно	Минимум	172
	Максимум	488

Из таблицы 4 видно, что при закрытых окнах расход воздуха в сумме составит 172 м³/ч, что на 47 м³/ч больше требуемого значения. Воздухопроницаемости окон в ПВХ переплете в данном случае достаточно для удовлетворительной работы системы естественной вентиляции. При переводе окна в режим микропроветривания, суммарный расход воздуха возрастает в 4 раза и составляет 488 м³/ч. Следовательно, можно сделать вывод, что вентиляционные каналы также находятся в рабочем состоянии. Так же видно, что состояние межкомнатных дверей не оказывают существенного воздействия на воздухообмен квартиры.

Включение вентилятора в санузле существенно увеличивает воздухообмен, но в то же время в случае, если он не работает, то он оказывает пагубное влияние, создавая аэродинамическое сопротивление и уменьшая воздухообмен.

На данный момент широко распространена установка и использование в квартирах механических побудителей – вентиляторов в санузлах, кухонных вытяжек. Однако, установленный с систему естественной вентиляции многоквартирного жилого дома вентилятор негативно влияет на системы вентиляции соседних квартир, а может и всего дома в целом. Так давление вентилятора кухонной вытяжки в 6,5 раз больше гравитационного давления, что вполне вероятно может вызвать опрокидывание или «запирание» тяги в каналах соседних квартир. Наиболее опасной является ситуация, при которой работающий вентилятор может создать разряжение в квартире, способное вызвать образование угарного газа.

Выводы. Наше исследование подтвердило недостаточность воздухопроницаемости ПВХ окон для поддержания необходимого воздухообмена естественной вентиляции. Так же становится очевидным два способа увеличения воздухообмена: регламентируемое, но "не удобное" для жильцов открывание форточек и не предусмотренное нормативно, но популярное «в народе» – установка механических вытяжек. При

этом применение механических вытяжек может повлечь нарушения в работе системы естественной вентиляции.

Когда вентиляция в помещении работает в пределах нормы, то наиболее верным решением, будет не вмешиваться в правильно работающую систему. Если в помещении при этом установлены пластиковые окна, то как правило требуется (при включении газоиспользующих приборов обязательно) дополнительно обеспечить приток свежего воздуха. Приток свежего воздуха без нарушения ощущения комфорта помещения возможно обеспечить различными способами, например, установкой ограничителей микропроветривания, автоматических приточных клапанов в ПВХ переплет – Air-Vox, Aeroco.

Важным является установка дверей, снабженных вентиляционными щелями, через которые воздух будет попадать из жилых комнат в туалет и ванную. А также необходимо раз в несколько лет совершать прочистку вентиляционных каналов и решеток.

В перспективе необходимо выявить степень влияния уменьшения воздухообмена квартир на параметры микроклимата в них.

Источник финансирования. Грант Российского научного фонда (проект №18-79-10025).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ливчак И.Ф., Наумов А.Л. Вентиляция многоэтажных жилых зданий. АВОК–ПРЕСС. 2005. 134 с.
2. Шопина Н.А. Вентиляция для многоэтажных жилых зданий. АВОК–ПРЕСС. 2011. 22 с.
3. Китайцева Е.Х., Малявина Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий. АВОК–ПРЕСС 2010. 19 с.
4. Правила пользования газом в быту, утвержденные Приказом ВО «Росстройгазификация» при Совете Министров РСФСР № 86-П от 26.04.90г.
5. Сизенко О.А. «Совершенствование методики расчета систем естественной вентиляции

жилых зданий с теплыми чердаками» кандидат технических наук 05.23.03 / Сизенко Ольга Александровна; – Тольятти, 2010. 19 с.

6. Ливчак И.Ф., Мелик-Аракелян Т.А. Особенности вентиляции высотных жилых домов АВОК–ПРЕСС 2010. 16 с.

7. ГОСТ 17.2.4.06-90 Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения

8. ГОСТ 17.2.4.07-90 Методы определения давления и температуры газопылевых потоков,

отходящих от стационарных источников загрязнения

9. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Методика и практика технических экспериментов: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр "Академия", 2005. 288 с.

10. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные.

11. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные.

Информация об авторах

Тиرون Олег Викторович, студент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. E-mail: tiron.oleg@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308031, Белгород, ул. Будённого 14 «В».

Попов Евгений Николаевич, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. E-mail: evg-popov@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в июле 2019 г.

© Тиرون О.В., Попов Е.Н., 2019

**Tiron O.V., Popov E.N.*

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46*

**E-mail: tiron.oleg@yandex.ru*

RESEARCH OF APARTMENTS' AIR REGIME IN THE PROCESS OF OPERATION AND RECONSTRUCTION

Abstract. *Insufficient air exchange of apartments in gasified apartment residential buildings, as well as an apartment's air balance when using mechanical ventilation can cause the formation and accumulation of carbon monoxide. This work is aimed at studying the air exchange of apartments when installing kitchen hoods in apartment buildings, as well as insufficient air permeability of windows in PVC (Polyvinyl chloride) bindings during the cold season. Analytical calculations and a full-scale experiment are carried out in two apartments with and without kitchen hood. The calculated air exchanges, actual air exchanges are determined: in normal operation by tenants and in conditionally maximum operating mode with open windows. The comparison of the results of analytical calculations with experimental data shows insufficient air permeability of PVC windows to maintain the necessary air exchange of natural ventilation. It becomes obvious that there are two ways to increase air exchange: regulated - opening vents and non-normative – installation of mechanical hoods. At the same time, the use of mechanical hoods can disrupt the operation of the natural ventilation system.*

Keywords: *ventilation, natural ventilation, air exchange, PVC windows, kitchen hood.*

REFERENCES

1. Livchak I.F., Naumov A.L. Ventilation of high-rise residential buildings [Ventilyatsiya mnogoetaznykh zhilykh zdaniy]. AVOK–PRESS 2005. 134 p. (rus).

2. Shopina N.A. Ventilation for multi-storey residential buildings [Ventilyatsiya dlya mnogoetaznykh zhilykh zdaniy] ABOK–PRESS 2011. 22 p. (rus).

3. Kitaytseva E.H., Malyavina E.G. Natural ventilation of residential buildings [Estestvennaya Ventilyatsiya zhilykh zdaniy]. AVOK–PRESS 2010.

19 p. (rus)

4. The rules for the use of gas in everyday life, [Pravila poljzovaniya gazom v bytu] approved by the Order of the Vostoyaniye Rosstroygazifikation under the RSFSR Council of Ministers No. 86-P dated April 26, 1990 (rus)

5. Sizenko O.A. Improving the method of calculating natural ventilation systems for residential buildings with warm attics [Sovershenstvovanie metodiki rascheta system estestvennoj ventilyatsii zhilykh zdaniy s teplymi cherdakami] Ph.D. 05.23.03 - Tolyatti, 2010. 19 p. (rus)

6. Livchak I.F., Melik-Arakelyan T.A. Peculiarities of ventilation of high-rise residential buildings [Osobennosti ventilyatsii vysotnykh zhilykh domov]. ABOK–PRESS. 2010. 16 p. (rus).

7. State standard 17.2.4.06-90 Methods for determining the speed and flow rate of gas and dust flows from stationary sources of pollution [Metody opredeleniya skorosti i rashoda gazopylevykh potokov, othodyaschikh ot statsionarnykh istochnikov zagryazneniya]. (rus)

8. State standard 17.2.4.07-90 Methods for determining the pressure and temperature of gas and dust flows coming from stationary sources of

pollution. [Metody opredeleniya davleniya i temperatury gazopylevykh potokov, othodyaschikh ot statsionarnykh istochnikov zagryazneniya]. (rus)

9. Rogov V.A., Poznyak G.G. Technique and practice of technical experiments: Textbook. allowance for stud. higher studies. institutions [Metodika i praktika tekhnicheskikh eksperimentov] M.: Publishing Center "Academy", 2005. 288 p. (rus)

10. Set of rules 54.13330. 2016 Residential apartment Buildings [Zdaniya zhilye mnogokvartirnye]. (rus)

11. SNiP 31-01-2003 Residential apartment buildings [Zdaniya zhilye mnogokvartirnye]. (rus)

Information about the authors

Tiron, Oleg V. Student. E-mail: tiron.oleg@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Popov, Evgeny N. Senior lecturer. E-mail: evg-popov@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in July 2019

Для цитирования:

Тирон О.В., Попов Е.Н. Исследование воздушного режима квартир в процессе эксплуатации и реконструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 10. С. 53–59. DOI: 10.34031/article_5db33cb3df07b2.38930529

For citation:

Tiron O.V., Popov E.N. Research of apartments' air regime in the process of operation and reconstruction. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 10. Pp. 53–59. DOI: 10.34031/article_5db33cb3df07b2.38930529