

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-1-32-41

Абрамкина Д.В., Иванова А.О.Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет***E-mail: dabramkina@ya.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА ОТ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕЖКВАРТИРНЫХ КОРИДОРАХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. В настоящее время в жилых домах все чаще предусматривают системы вентиляции с механическим побуждением. В связи с этим возникают вопросы по нормированию шума во внутреннем пространстве жилых комплексов. За последние годы возросло количество жалоб жителей на повышенный шум в межквартирном коридоре и жилых пространствах от вентиляционного оборудования. Поэтому требует внимательного изучения вопрос формирования шума в вентиляционных системах и механическом оборудовании, которое применяется при их проектировании. Для изучения данного вопроса необходимо провести ряд исследований: анализ отечественных и зарубежных документов по нормированию шума, измерение шума в местах общего пользования, проведение расчетов проникающего шума в жилые помещения на основе полученных измерений, выявление нормативных шумовых характеристик для данных пространств и проведение мероприятий по уменьшению шума в вентиляционной сети. В данной статье представлены результаты натурных исследований по определению уровней шумового воздействия от работы инженерного оборудования в межквартирном пространстве жилого здания в дневное (с 08:00 до 22:00 часов) и ночное (с 00:00 до 06:00 часов) время суток. Проведено теоретическое исследование по сравнению нормативных значений уровней звукового давления в жилых зданиях различных стран.

Ключевые слова: шум, уровень звукового давления, вентиляция, механическая вентиляция, акустические характеристики.

Введение. Большую часть жилого фонда г. Москвы составляют многоквартирные дома с системами естественной вентиляции. Однако изменения в нормативно-технических документах, а также применение современных ограждающих конструкций и строительных материалов, привели к увеличению количества домов, оборудованных системами механической вентиляции. Одной из основных проблем при приемке квартир от застройщика являются жалобы на шум от инженерного оборудования, особенно в помещениях последних этажей. Согласно информации Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, более 60 % жалоб на различные физические факторы в жилых домах представляют собой обращения, связанные с повышенным уровнем шума.

Шум от механических систем вентиляции в строящихся жилых комплексах на данный момент является малоизученной проблемой в России. В отечественной нормативно-технической литературе допустимые уровни звукового давления в помещениях многоквартирных комплексов представлены только для жилых комнат. Однако данный подход вызывает проблему шумового загрязнения в санитарных узлах, кухнях и межквартирных коридорах. В таблице 1 приведены данные по нормированию уровней звукового давления в различных странах. Допустимые уровни шума в дневное время жилых квартир от инженерного оборудования согласно СП

51.13330.2011, принимаются на 5 дБ (дБ(А)) ниже значений, указанных в таблице 1.

В Южной Корее нормативные документы регламентируют непостоянные шумы, проникающие в квартиру, например, звуки от соседей, а также постоянные шумы от инженерного оборудования [4]. Для непостоянных источников эквивалентные уровни шума в течение дня составляют 43 дБ(А), в ночное время – 38 дБ(А), для постоянных шумов 45 и 40 дБ(А) соответственно.

Национальный стандарт Бельгии устанавливает различный уровень требований к эквивалентному уровню шума в квартире в зависимости от типа помещения: для жилых комнат 30 дБ(А), для спальни 27 дБ(А), для санитарного узла 35 дБ(А) [5].

Максимально допустимые уровни звука в Польше указаны в стандарте PN-87/B-02156: в жилых зданиях в дневное время допустимый эквивалентный уровень звука от технического оборудования здания составляет 35 дБА. Второй стандарт, PN-B-02151-2, который носит рекомендательный характер, но не является обязательным для использования в Польше, устанавливает максимально допустимый эквивалентный уровень звука в течение дня 25 дБ(А) [6].

В исследовании [7] представлена классификация помещений по уровню акустического комфорта при наличии шума от инженерных систем.

Помещения класса С и выше характеризуется процентом неудовлетворенности жителей жилых домов качеством акустической среды в

помещении менее 20 %, что является приемлемой величиной [8].

В Скандинавских странах нормирование уровней шума в жилых зданиях основывается на

классификации помещений по уровню акустического комфорта [9]. Наибольшая разница в требованиях наблюдается для ночного периода времени (табл. 3).

Таблица 1

Нормируемые уровни звукового давления в различных странах

Страна	№*	Время суток, ч	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБ(А)
			31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Россия СП 51.13330.201 1	1	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40
		23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30
США [1]	1	Весь день	71	58	49	42	37	32	30	29	28	35
	2		78	60	53	45	41	48	35	34	32	40
Индия [2]	1	6.00-22.00	83	70	63	55	50	45	42	40	39	55
		22.00-6.00	79	63	52	44	40	35	32	30	28	45
Китай [3]	1	6.00-22.00	79	63	52	44	40	35	32	30	28	45
		22.00-6.00										
	3	6.00-22.00	79	63	52	44	40	35	32	30	28	45
		22.00-6.00	74	57	45	37	30	25	22	20	18	35

*номер означает назначение помещений или территорий: 1 – жилые комнаты квартир; 2 – душевые, кухни, санузлы; 3 – спальня

Таблица 2

Классификация жилых помещений по уровню акустического комфорта

Оценочный параметр	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс E	Класс F
Эквивалентный уровень звука, $L_{\text{Аэкв}}$, дБ(А)	≤ 20	≤ 24	≤ 28	≤ 32	≤ 36	≤ 40

Проблема шумового загрязнения может ограничивать использование механической вентиляции. Результаты исследований, проведенных в Европе и Северной Америке, свидетельствуют о том, что жители зачастую отключают вентиляционное оборудование с нежелательным шумом [10]. Без надлежащей вентиляции в современных герметичных зданиях низкое качество воздуха может оказывать значительное негативное воздействие на самочувствие и здоровье жильцов [11].

Человеческий слух реагирует на широкий диапазон звукового давления. Согласно исследованиям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [12], сердечно-сосудистые заболевания могут возникнуть, если человек по ночам постоянно подвергается воздействию шума громкостью 50 дБ или выше – такой шум издает улица с неинтенсивным движением. Для того, чтобы заработать бессонницу, достаточно шума в 42 дБ; чтобы просто стать раздражительным – 35 дБ (звук шепота). Шум от систем механической вен-

тиляции значительно влияет на работоспособность человека [13], его психологическое состояние [14], качество отдыха в ночное время суток [15, 16]: при постоянном воздействии снижается продолжительность фаз глубокого и поверхностного сна.

Длительное влияние повышенного шума ночью может приводить к различным проблемам со здоровьем и самочувствием человека (табл. 4) [17].

По данным ВОЗ [12] тысячи людей в Великобритании и по всему миру преждевременно умирают от сердечных расстройств, вызванных долговременным воздействием повышенного уровня шума. Под воздействием шума от 85–90 дБ снижается слуховая чувствительность на высоких частотах. Долгое время человек жалуется на недомогание. Симптомы - головная боль, головокружение, тошнота, чрезмерная раздражительность. Все это результат работы в шумных условиях. Под влиянием сильного шума, особенно высокочастотного, в органе слуха происходят необратимые изменения. При высоких

уровнях шума слуховая чувствительность падает уже через 1–2 года, при средних - обнаружива-

ется гораздо позже, через 5–10 лет, то есть снижение слуха происходит медленно, болезнь развивается постепенно.

Таблица 3

Классификация жилых помещений по уровню акустического комфорта в Скандинавских странах

Страна	Оценочный параметр	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D
Дания	Среднесуточные эквивалентный уровень звука, $L_{\text{ЭКВ},24}$, Дб(А)	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35
	Эквивалентный уровень звука в дневное время, $L_{\text{ЭКВ},д}$, Дб(А)	≤ 23	≤ 28	≤ 33	≤ 38
	Эквивалентный уровень звука в ночное время, $L_{\text{ЭКВ},н}$, Дб(А)	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30
Финляндия	Эквивалентный уровень звука в дневное время, $L_{\text{ЭКВ},д}$, Дб(А) (07:00–22:00)	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 35
	Эквивалентный уровень звука в ночное время, $L_{\text{ЭКВ},н}$, Дб(А) (22:00–07:00)	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 30
Исландия	Среднесуточные эквивалентный уровень звука, $L_{\text{ЭКВ},24}$, Дб(А)	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35
	Максимальный уровень звука в ночное время, $L_{\text{МАКС},н}$, Дб(А) (23:00–07:00)	≤ 35	≤ 40	≤ 45	–
Норвегия	Среднесуточные эквивалентный уровень шума, $L_{\text{ЭКВ},24}$, Дб(А)	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35
	Максимальный уровень звука в ночное время, $L_{\text{МАКС},н}$, Дб(А) (23:00–07:00)	≤ 35	≤ 40	≤ 45	≤ 50
Швеция	Среднесуточные эквивалентный уровень шума, $L_{\text{ЭКВ},24}$, Дб(А)	≤ 22	≤ 26	≤ 30	≤ 34
	Максимальный уровень звука в ночное время, $L_{\text{МАКС},н}$, Дб(А) (22:00–06:00)	≤ 37	≤ 41	≤ 45	≤ 49

Таблица 4

Влияние повышенного шума в ночное время на здоровье человека

Среднегодовой уровень шума в ночное время	Наблюдаемые последствия для здоровья населения
До 30 дБ	Существенные биологические последствия не наблюдаются
От 30 до 40 дБ	Нарушения сна: возникновение движений тела во время сна, пробуждение. Интенсивность воздействия зависит от характера источника шума и продолжительности его работы. Наибольшему риску подвержены дети и люди пожилого возраста
От 40 до 55 дБ	Неблагоприятные последствия для здоровья наблюдаются среди всего населения, подверженного воздействию источника шума
Более 55 дБ	Наиболее опасная ситуация для здоровья населения. Высокий риск возникновения хронической бессонницы и сердечно-сосудистых заболеваний

Исследования ВОЗ также показывают, что повышенный шум является одной из наиболее серьезных угроз психическому здоровью человека. Шумовое загрязнение стало более опасным

фактором, чем загрязнение воды и воздуха. Поэтому особенно важно заранее принимать соответствующие меры защиты от шума.

В настоящее время вопрос поиска оптимальных решений для снижения уровней звукового

давления в вентиляционных установках многоэтажных жилых домов является актуальной научной задачей.

Методы и материалы исследования. Целью исследования является проведение оценки уровня проникающего корпусного шума от систем механической вентиляции в межквартирных коридорах жилых зданий.

Объектом исследования являлся многоквартирный жилой комплекс, расположенный в г. Москве. Для жилой части здания были запроектированы системы вытяжной механической вентиляции с естественным притоком. Подача воздуха в помещение осуществляется через окна и форточки. Удаление загрязненного воздуха осуществляется через вытяжные воздуховоды кухню и санитарных узлов с выпуском воздуха в

сборный вертикальный канал, и далее через кровлю крышным вентилятором на улицу. Для квартир последнего этажа предусматриваются отдельные системы, оборудованные канальными вентиляторами, размещенными в техническом пространстве над лестнично-лифтовым холлом.

Измерение уровней звукового давления в межквартирных коридорах (у дверей квартир последнего этажа) при работе вентиляционного оборудования производилось с помощью шумомера Testo 816-2.

Результаты и их анализ. На рисунках 1–2 представлены результаты измерений в межквартирном коридоре последнего этажа корпуса 1 в дневное и ночное время.

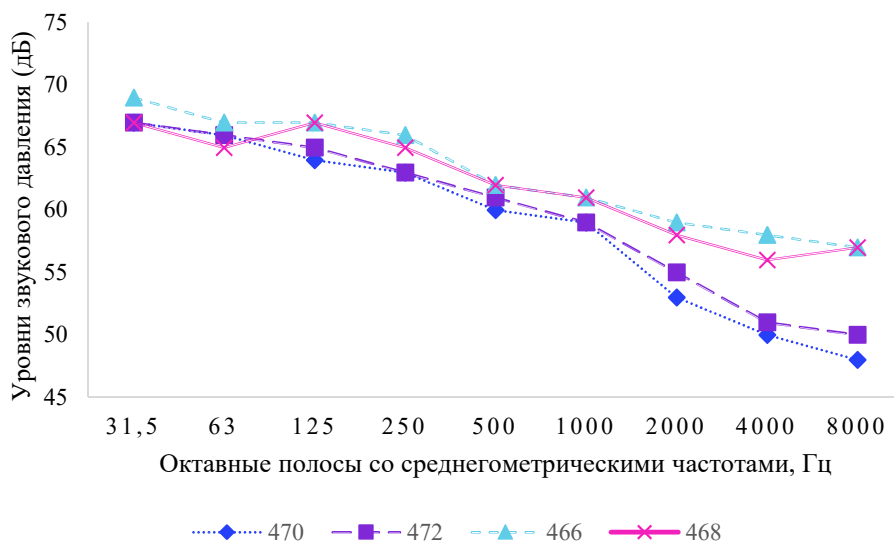


Рис. 1. График измерений, проводившихся в дневное время напротив квартир 470, 472, 466, 468 в многоквартирном корпусе №1

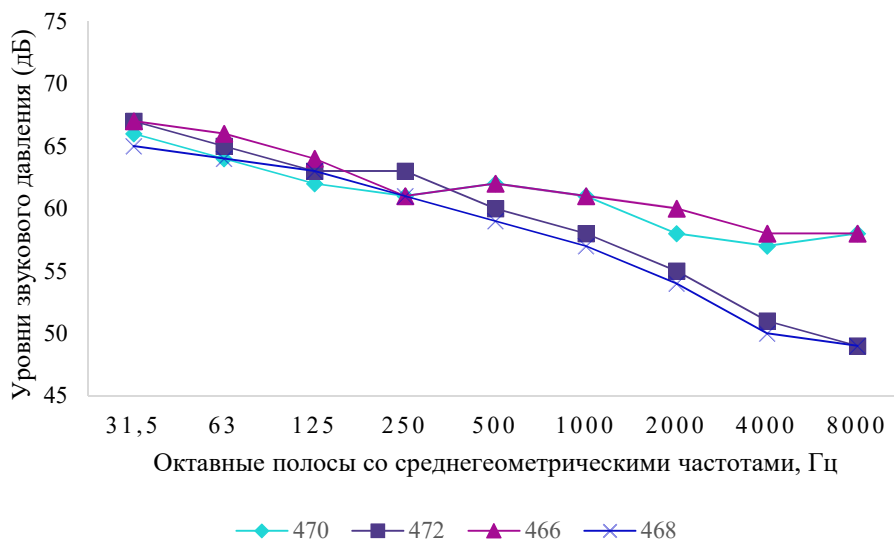


Рис. 2. График измерений, проводившихся в ночное время напротив квартир 470, 472, 466, 468 в многоквартирном корпусе №1

По результатам натурных исследований было выявлено, что эквивалентные уровни звука в дневное и ночное время суток превышают 40

дБ(А) для каждой контрольной точки измерений (рис. 3).

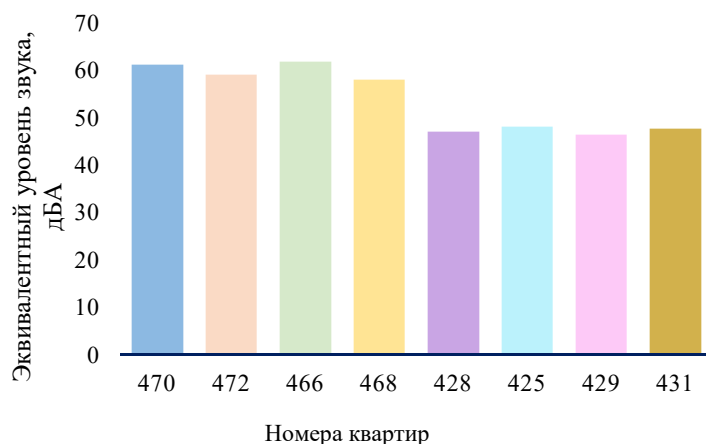


Рис. 3. Эквивалентные уровни звука в межквартирном коридоре в ночное время

Наибольшие уровни звукового давления были выявлены у квартиры-студии № 466. Для определения ожидаемых уровней шума в жилых помещениях, проникающего через отдельные элементы ограждений, для дальнейшего расчета была выбрана комната, имеющая общую стену с

межквартирным коридором. Расчет был проведен в соответствии с методикой [18].

Уровни шума, проникающего через внутренние ограждения межквартирного коридора в жилую комнату студии, L_{ui} , дБ, определяется по формуле:

$$L_{ui} = L_p - 10 \lg B_{ui} - 10 \lg B_u + 10 \lg S_i - R_i + 6, \tag{1}$$

L_{ui} – измеренный уровень звуковой мощности в межквартирном коридоре при совместной работе вентиляционного оборудования, дБ; B_{ui} и B_u – постоянные шумного помещения (коридора) и изолируемого помещения (жилая комната студии); S_i – площадь смежного ограждения, через которое шум проникает в квартиру; R_i – звукоизолирующая способность смежного ограждения.

в жилых зданиях [19]. Было выявлено, что начиная с октавной полосы со среднегеометрической полосой 250, наблюдаются превышения нормируемых уровней звукового давления в дневное и ночное время. Для снижения проникающего шума от вентиляционных установок, обслуживающих квартиры последнего этажа, рекомендуется перенос вентиляторов из технического пространства над лифтовым холлом на кровлю здания.

Результаты расчетов представлены на графике (рис. 4–5).

Выбор месторасположения вентиляционного оборудования играет ключевую роль в создании благоприятной акустической обстановки

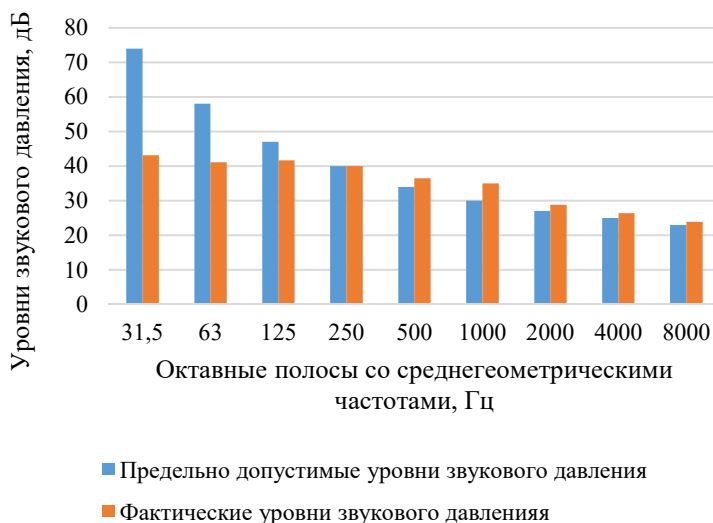


Рис. 4. Результаты расчетов проникающего шума от вентиляционного оборудования в жилую комнату квартиры № 466 в дневное время

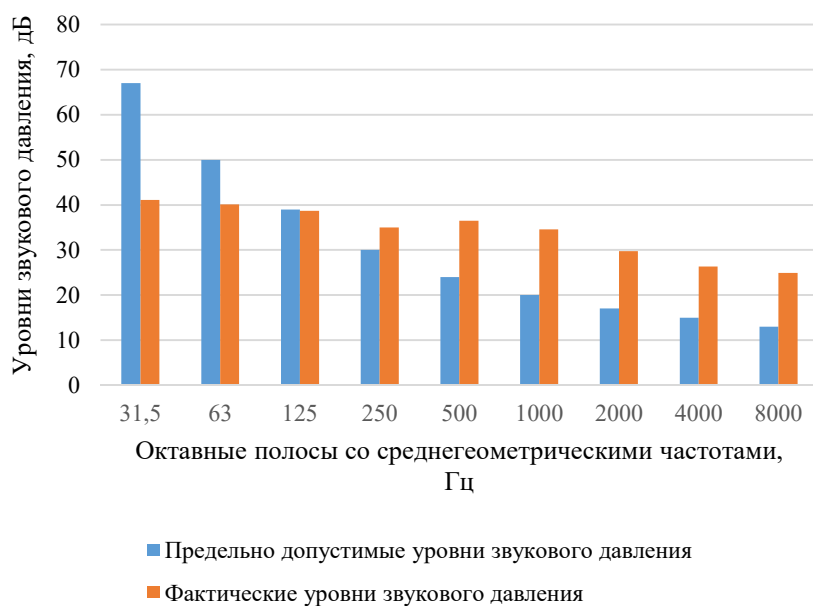


Рис. 5. Результаты расчетов проникающего шума от вентиляционного оборудования в жилую комнату квартиры № 466 в ночное время

По результатам полученных расчетов и теоретических исследований нормативно-технических документов разных стран, можно сделать вывод, что поддержание уровней звукового давления в местах общего пользования в размере 40 дБ(А) и менее позволит исключить формирование повышенного проникающего шума от вентиляционного оборудования.

Ошибки при монтаже вентиляционных систем являются одной из основных причин шумового загрязнения помещений. Кроме того, многочисленные социологические исследования [20] показывают, что большинство жителей многоквартирных домов не довольны уровнем звукоизоляции ограждающих конструкций, как в монолитных зданиях, так и в сооружениях облегченной конструкции. Было выявлено, что около 45 % составляют жалобы на шум от инженерного и технологического оборудования зданий. Зачастую устранение проблем, связанных с шумом от инженерных систем на стадии эксплуатации здания, представляют собой сложные и дорогостоящие операции, поэтому проведение акустических расчетов и замеров уровней шума является обязательным условием, позволяющим снизить риски.

Проведение строительного контроля при монтаже систем вентиляции многоквартирных жилых домов позволило выявить основные проблемы:

1. Герметичность вентиляционной системы: отсутствие прокладок в межфланцевых соединениях, что приводит также к повышению потерь давления аэродинамической сети и энергопотреблению вентиляторов [21].

2. Пережатие гибких вставок в узле подключения вентиляторов последнего этажа, являющиеся искусственным препятствием на пути движения воздушного потока, что приводит к возникновению сложных турбулентных течений в воздуховодах [22].

3. Отсутствие жесткого крепления вентиляторов и воздуховодов, что приводит к формированию вибраций и шума, распространяющегося по строительным конструкциям.

4. Отсутствие заделки технических отверстий, что явилось основной причиной повышенных уровней шумового загрязнения в помещениях межквартирных коридоров, и как следствие, в жилых комнатах квартир-студий, расположенных на последнем этаже.

5. Применение самодельных отводов, тройников и врезок вместо заводских и проектных решений.

6. Некорректный монтаж виброопор вентиляторов.

При устранении данных проблем уровень проникающего шума в квартиры из коридоров стал соответствовать нормативным значениям.

Выводы. Шумовое загрязнение представляет собой угрозу для здоровья и благополучия человека и является серьезной проблемой в крупных городах по всему миру. Масштаб этого кризиса увеличивается с каждым годом вследствие роста численности населения, урбанизации и внедрения все более мощных, разнообразных и мобильных источников шума. Чрезмерное воздействие шума раздражает, вызывает стресс и накопленную усталость, ослабляет способность к общению и снижает работоспособность.

В настоящее время значительно увеличилось количество жалоб от жителей новостроек на шум, генерируемый механическими системами вентиляции, не только в квартире, но и местах общего пользования. Данный фактор показывает острую необходимость в проведении теоретических и натурных исследований с целью выявления допустимых уровней шума в жилых помещениях квартир.

По результатам натурных исследований было выявлено, что эквивалентные уровни звука в межквартирных коридорах жилого здания в дневное и ночное время суток превышают 40 дБ(А) для каждой контрольной точки измерений. Начиная с октавной полосы со среднегеометрической полосой 250, наблюдаются превышения проникающих шумов от вентиляционного оборудования в жилых комнатах квартир-студий, расположенных на последних этажах.

Проведение акустических расчетов на стадии проектирования и контроль уровня шума от вентиляционного оборудования в период сдачи объекта в эксплуатацию являются необходимой мерой при строительстве многоэтажных жилых зданий. Основными причинами формирования повышенных уровней звукового давления в помещениях межквартирных коридоров являлись некачественные монтажные работы вентиляционных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer. Pocket Guide for Air Conditioning, Heating, Ventilation, Refrigeration. USA: ASHRAE, 2014. 340 p.
2. Chauhan A. Study of noise pollution level in different places of Haridwar and Dehradun city (India) // Environment Conservation Journal. 2008. Vol. 9 (3). Pp. 21–25.
3. Yan G., Wu W., Lin J., Xu C., Zhao Q. Revision of Chinese national standard GB 50118 - Code for design of sound insulation of civil buildings // PROCEEDINGS of the 23rd International Congress on Acoustics 9 to 13 September 2019 in Aachen, Germany. 2019. Pp. 341–345.
4. Kim K. Sources, effects, and control of noise in indoor/outdoor living environments // Journal of the Ergonomics Society of Korea. 2015. Vol. 34 (3). Pp. 265–278. DOI: 10.5143/JESK.2015.34.3.265.
5. Caillou S., Dijckmans A. Improvement of the acoustical performance of mechanical ventilation systems in dwellings: a case study // 39th AIVC Conference "Smart Ventilation for Buildings", Antibes Juan-Les-Pins, France, 18-19 September 2018. 2018. Pp. 1–10.
6. Werner-Juszczuk A.N. Work comfort in a home office with mechanical ventilation—a case study // Environmental Sciences Proceedings. 2022. Vol. 18 (1). No. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/envirosciproc2022018002>
7. Robert Sean Smith R.S., Machimbarrena M., Fausti P., Gerretsen E., Ingelaere B., Kang J., Kurra S., Ordóñez R., Patricio J., Mahn J., Rasmussen B., Smith S. Building acoustics throughout Europe Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe. Denmark: DiScript Preimpresion SL, 2014. 258 pp.
8. Harvie-Clark J. Siddall M. Problems in residential design for ventilation and noise part 2: mechanical ventilation // Acoustics Bulletin. 2014. Pp. 33–38.
9. Birgit R. Sound classification of dwellings in the Nordic countries – Differences and similarities between the five national schemes // Proceedings of BNAM2012 Nordic Acoustic Association. Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting (BNAM). 2012. Pp. 1–8.
10. Harvie-Clark J., Siddall M. Problems in residential design for ventilation and noise // Proceedings of the Institute of Acoustics. 2013. Vol. 35 (1). Pp. 74–87.
11. Harvie-Clark J., Conlan N., Wei W., Siddall M. How loud is too loud? Noise from domestic mechanical ventilation systems // International Journal of Ventilation. 2019. Vol. 18 (4). Pp. 303–312.
12. World Health Organization. Burden of Disease from Environmental Noise. 2011. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe AcrobatReader. URL: https://www.euro.who.int/_data/as-sets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf (дата обращения: 20.10.2022).
13. Choi W., Pate M.B. An evaluation and comparison of two psychoacoustic loudness models used in low-noise ventilation fan testing // Building Environment. 2017. Vol. 120. Pp. 41–52. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.05.003.
14. Varjo J., Hongisto V., Haapakangas A., Maula H., Koskela H., Hyönä J. Simultaneous effects of irrelevant speech, temperature and ventilation rate on performance and satisfaction in open-plan offices // Journal of Environmental Psychology. 2015. Vol. 44. Pp. 16–33. DOI: 10.1016/j.jenvp.2015.08.001.
15. Lan L., Sun Y., Wyon D.P., Wargoocki P. Pilot study of the effects of ventilation and ventilation noise on sleep quality in the young and elderly // Indoor Air. 2021. Vol. 31(6). Pp. 2226–2238. DOI: 10.1111/ina.12861.
16. Fan X., Shao H., Sakamoto M., Kuga K., Lan L., Wyon D.P., Ito K., Bivolarova M.P., Liao C., Wargoocki, P. The effects of ventilation and temperature on sleep quality and next-day work performance: Pilot measurements in a climate chamber //

Building Environment. 2021. Vol. 209. 10866. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108666.

17. Hurtley C., Bengs D. Night noise guidelines for Europe. Denmark: WHO Regional Office for Europe. 2009. 184 p.

18. Катунин Г.Н. Акустика помещений: учебное пособие. Саратов: Издательство «Вузовское образование». 2017. 191 с.

19. NVW Editorial Staff. Noise reduction in ventilation systems // Noise & Vibration Worldwide. 2018. Vol. 49 (3). Pp. 96–98. DOI: 10.1177/0957456518763260

20. Hongisto V., Mäkilä M., Suokas M. Satisfaction with sound insulation in residential dwellings –

The effect of wall construction // Building and Environment. 2015. No. 85.

DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.12.010

21. Боломатов В.Н. Герметичность воздухопроводов: проблемы и решения // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2017. № 6. С. 38–47.

22. Кожевникова Н.А., Шевкун Н.А., Драный А.В., Цымбал А.А., Трубилин Е.И., Коновалов В.И. Анализ характера распределения основных параметров воздушного потока в воздухопроводах // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 161. С. 282–289.

Информация об авторах

Абрамкина Дарья Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция». E-mail: dabramkina@ya.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Иванова Ангелина Олеговна, аспирант. E-mail: ivanova.angeli@yandex.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Поступила 08.11.2022 г.

© Абрамкина Д.В., Иванова А.О., 2023

**Abramkina D.V., Ivanova A.O.*

National Research Moscow State University of Civil Engineering

**E-mail: dabramkina@ya.ru*

STUDY OF NOISE LEVELS FROM VENTILATION SYSTEMS IN CORRIDORS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Abstract. Stained glass windows are applied in residential buildings more often nowadays, and therefore the natural ventilation is impossible to apply. The mechanical ventilation is good for apply in the situation. A lot of questions about the rationing of the noise in internal rooms in residential buildings are arisen. Residents complain the ventilation equipment noise from inter-corridor and the living area. Therefore, the question about study of noise generation in ventilation system and mechanical equipment^ that is applied in design, issue requires detailed research. For the study the question is necessary to do some research: analysis of foreign articles of noise regulation, measurement of noise in the inter-corridor and residential spaces, doing some calculations based on researching measurements, identification of normative noise characteristics for measurement data and carrying out measurements on noise measurement in the ventilation. This article presents the results of natural studies on noise levels from the operation of engineering equipment in the inter-apartment space of a residential building in the daytime (from 08:00 to 22:00 hours) and at night (from 00:00 to 06:00 hours) of the day. A theoretical study was carried out to compare the standard levels of sound pressure in residential buildings in different countries.

Keywords: noise, sound pressure, ventilation, mechanical ventilation, acoustic characteristics.

REFERENCES

1. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer. Pocket Guide for Air Conditioning, Heating, Ventilation, Refrigeration. USA: ASHRAE, 2014. 340 p.

2. Chauhan A. Study of noise pollution level in different places of Haridwar and Dehradun city (India). Environment Conservation Journal. 2008. Vol. 9 (3). Pp. 21–25.

3. Yan G., Wu W., Lin J., Xu C., Zhao Q. Revision of Chinese national standard GB 50118 - Code for design of sound insulation of civil build-

ings. PROCEEDINGS of the 23rd International Congress on Acoustics 9 to 13 September 2019 in Aachen, Germany. 2019. Pp. 341–345.

4. Kim K. Sources, effects, and control of noise in indoor/outdoor living environments. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*. 2015. Vol. 34 (3). Pp. 265–278. DOI: 10.5143/JESK.2015.34.3.265.

5. Caillou S., Dijkmans A. Improvement of the acoustical performance of mechanical ventilation systems in dwellings: a case study. 39th AIVC Conference "Smart Ventilation for Buildings", Antibes Juan-Les-Pins, France, 18-19 September 2018. 2018. Pp. 1–10.

6. Werner-Juszczuk A.N. Work comfort in a home office with mechanical ventilation – a case study. *Environmental Sciences Proceedings*. 2022. Vol. 18 (1). No. 2. DOI: 10.3390/envirosci-proc2022018002

7. Robert Sean Smith R.S., Machimbarrena M., Fausti P., Gerretsen E., Ingelaere B., Kang J., Kurra S., Ordóñez R., Patricio J., Mahn J., Rasmussen B., Smith S. *Building acoustics throughout Europe Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe*. Denmark: DiScript Preimpresion SL, 2014. 258 p.

8. Harvie-Clark J. Siddall M. Problems in residential design for ventilation and noise part 2: mechanical ventilation. *Acoustics Bulletin*. 2014. Pp. 33–38.

9. Birgit R. Sound classification of dwellings in the Nordic countries – Differences and similarities between the five national schemes. *Proceedings of BNAM2012 Nordic Acoustic Association. Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting (BNAM)*. 2012. Pp. 1–8.

10. Harvie-Clark J. Siddall M. Problems in residential design for ventilation and noise. *Proceedings of the Institute of Acoustics*. 2013. Vol. 35 (1). Pp. 74–87.

11. Harvie-Clark J., Conlan N., Wei W., Siddall M. How loud is too loud? Noise from domestic mechanical ventilation systems. *International Journal of Ventilation*. 2019. Vol. 18 (4). Pp. 303–312.

12. World Health Organization. *Burden of Disease from Environmental Noise*. 2011. Adobe Acrobat Reader. URL: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf (date of the application: 20.10.2022).

13. Choi W., Pate M.B. An evaluation and comparison of two psychoacoustic loudness models used

in low-noise ventilation fan testing. *Building Environment*. 2017. Vol. 120. Pp. 41–52. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.05.003.

14. Varjo J., Hongisto V., Haapakangas A., Maula H., Koskela H., Hyönä J. Simultaneous effects of irrelevant speech, temperature and ventilation rate on performance and satisfaction in open-plan offices. *Journal of Environmental Psychology*. 2015. Vol. 44. Pp. 16–33. DOI: 10.1016/j.jenvp.2015.08.001.

15. Lan L., Sun Y., Wyon D.P., Wargocki P. Pilot study of the effects of ventilation and ventilation noise on sleep quality in the young and elderly. *Indoor Air*. 2021. Vol. 31(6). Pp. 2226–2238. DOI: 10.1111/ina.12861.

16. Fan X., Shao H., Sakamoto M., Kuga K., Lan L., Wyon D.P., Ito K., Bivolarova M.P., Liao C., Wargocki, P. The effects of ventilation and temperature on sleep quality and next-day work performance: Pilot measurements in a climate chamber. *Building Environment*. 2021. Vol. 209. 10866. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108666.

17. Hurlley C., Bengs D. *Night noise guidelines for Europe*. Denmark: WHO Regional Office for Europe. 2009. 184 p.

18. G.N. Katunin. *Acoustics of premises: educational manual [Akustika pomeshchenii: uchebnoe posobie]*. Saratov: Publishing «University education». 2017. 191 p. (rus)

19. NVW Editorial Staff. Noise reduction in ventilation systems. *Noise & Vibration Worldwide*. 2018. Vol. 49 (3). Pp. 96–98. DOI: 10.1177/0957456518763260

20. Hongisto V., Mäkilä M., Suokas M. Satisfaction with sound insulation in residential dwellings – The effect of wall construction. *Building and Environment*. 2015. No. 85. DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.12.010

21. Bolomatov V.N. Air tightness of ducts: problems and solutions. [Germetichnost' vozdukhovodov: problemy i resheniya] AVOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and construction heat physics. 2017. No. 6. Pp. 38–47. (rus)

22. Kozhevnikova N.A., Shevkun N.A., Drany A.V., Tsimbal A.A., Trubilin E.I., Konovalov V.I. Analysis of the distribution of the main parameters of air flow in air ducts [Analiz kharaktera raspredeleniya osnovnykh parametrov vozdushnogo potoka v vozdukhovodakh]. *Polychemical Network Electronic Journal of Kuban State Agrarian University*. 2020. No. 161. Pp. 282–289. (rus)

Information about the authors

Abramkina, Daria V. Assistant professor, PhD. E-mail: dabramkina@ya.ru. National research Moscow state university of civil engineering, Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26.

Ivanova, Angelina O. Post-graduate student. E-mail: ivanova.angeli@yandex.ru. National research Moscow state university of civil engineering, Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26.

Received 08.11.2022

Для цитирования:

Абрамкина Д.В., Иванова А.О. Исследование уровней шума от вентиляционных систем в межквартирных коридорах жилых зданий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 1. С. 32–41. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-1-32-41

For citation:

Abramkina D.V., Ivanova A.O. Study of noise levels from ventilation systems in corridors of residential buildings. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 1. Pp. 32–41. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-1-32-41