
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

LIFE MAINTENANCE ENGINEERING SYSTEMS OF THE INHABITED LOCALITIES, BUILDINGS AND STRUCTURES. ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION

Известия вузов. Строительство. 2022. № 4. С. 40–49.

ISSN 0536-1052

News of Higher Educational Institutions. Construction. 2022; (4): 40–49.

ISSN 0536-1052

Научная статья

УДК 697.92

DOI: 10.32683/0536-1052-2022-760-4-40-49

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ВОЗДУШНЫХ ПРИТОЧНЫХ КЛАПАНОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Алексей Николаевич Стерлягов, Михаил Иванович Низовцев

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Академии наук
(ИТ СО РАН), Новосибирск, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования работы различных типов воздушных приточных клапанов, установленных в наружной стене жилого здания, в зимний период. Измерялись расход воздуха через клапан, перепад давления между улицей и помещением, температура поверхности вблизи установки клапана. Для всех клапанов были получены более низкие расходы воздуха, чем по результатам сертификационных испытаний. Снижение расхода воздуха, очевидно, обусловлено дополнительным сопротивлением воздушных каналов клапанов при их резком повороте на 90°, что связано с особенностью монтажа. В рамках натурных исследований выполнена тепловизионная съемка с целью определения температур поверхностей в зонах установки клапанов. Получены и проанализированы данные по изменению температуры поверхности стен в зонах установки работающих клапанов с течением времени.

Ключевые слова: вентиляция, приточные воздушные клапаны, расход воздуха, перепад давления

Для цитирования: Стерлягов А.Н., Низовцев М.И. Сравнительный анализ работы воздушных приточных клапанов в зимний период // Известия вузов. Строительство. 2022. № 4. С. 40–49. DOI: 10.32683/0536-1052-2022-760-4-40-49.

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE OPERATION OF AIR SUPPLY VALVES IN THE WINTER PERIOD

Alexei N. Sterlyagov, Mikhail I. Nizovtsev

Kutateladze Institute of Thermophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IT SB RAS), Novosibirsk, Russia

Abstract. The paper presents the results of a study of the operation of various types of air supply valves installed in the outer wall of a residential building in the winter. During the research, the air flow through the valve, the pressure difference between the street and the room, the surface temperature near the valve installation were measured. For all investigated valves, lower air flow rates were obtained than according to the results of certification tests. The decrease in air flow is obviously associated with the additional resistance of the air channels of the valves when they are sharply turned by 90°, which is associated with the peculiarity of the installation. As part of field studies, thermal imaging was performed to determine the surface temperatures in the valve installation areas. Obtained and analyzed data on the change in the temperature of the wall surface in the areas of installation of operating valves over time.

Keywords: ventilation, supply air valves, air flow, pressure drop

For citation: Sterlyagov A.N., Nizovtsev M.I. Comparative analysis of the operation of air supply valves in the winter period. *News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2022; (4): 40–49. (In Russ.). DOI: 10.32683/0536-1052-2022-760-4-40-49.

1. Введение. Окна в жилых зданиях в настоящее время в основном представлены оконными блоками из ПВХ-профилей со стеклопакетами. Использование герметичных стеклопакетов и системы уплотнителей профилей в окнах, с одной стороны, способствует повышению теплозащитных свойств и звукоизоляции, с другой – существенно снижает их воздухопроницаемость и приводит к проблемам по обеспечению требуемого воздухообмена в помещениях [1]. Если постоянный приток свежего воздуха в помещение отсутствует, то организм человека не получает необходимого количества кислорода, а также в воздухе образуется избыток вредных веществ [2]. Кроме того, при отсутствии нормального воздухообмена возникает избыточная влажность воздуха, которая может приводить к конденсации влаги на оконных откосах, раме и подоконнике, угловых зонах наружных ограждений, что со временем может привести к развитию плесени [3].

Согласно СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в жилых помещениях на 1 человека требуется около 30 м³/ч свежего воздуха, что должно составлять не менее 0,35 кратности воздухообмена в час от общего объема квартиры. Такой воздухообмен при окнах из ПВХ-профилей со стеклопакетами не способен обеспечить «режим микропроветривания». Для этого необходимо полностью открывать створки окна и проводить так называемое «залповое проветривание». Однако это вызывает повышенный уровень шума, способствует проникновению загрязнений в помещения и значительно увеличивает тепловые потери здания [4, 5].

Одним из способов создания нормального воздухообмена и обеспечения комфортного микроклимата в помещениях является использование приточных воздушных клапанов [6]. Задача воздушного клапана – обеспечить чело-

века достаточным количеством воздуха для дыхания и предотвратить появление плесени в помещении. Согласно рекомендациям АВОК¹ в закрытом положении приточные клапаны должны обеспечивать минимально необходимый расход воздуха, равный 25 % от расчетного. Общий принцип работы естественной вентиляции с приточным воздушным клапаном заключается в следующем: воздух с улицы поступает через воздушный клапан и удаляется в общеобменную вентиляцию [7].

В настоящее время распространены различные типы приточных воздушных клапанов, каждый из которых имеет свои особенности эксплуатации [8]. Прежде всего, клапаны для приточной вентиляции делятся в зависимости от места установки на оконные и стеновые. Оконные клапаны выполняются в виде щелей и обычно встраиваются в оконную раму, чтобы не уменьшать площадь остекления. Такие клапаны обладают высоким гидравлическим сопротивлением, что затрудняет установку фильтра. Еще одним недостатком оконных клапанов является слабый прогрев поступающего в помещение воздуха. Исследования показали, что для воздушных клапанов, установленных в переплет ПВХ-окон, требуемый воздухообмен не достигается из-за малой площади живого сечения воздушного клапана [9].

Вследствие указанных недостатков наиболее распространены стеновые модели приточных воздушных клапанов, монтируемых в наружных стенах. Применение стеновых приточных воздушных клапанов является эффективным решением по ряду причин: через клапан поступает меньше шума, чем через открытое окно; возможна регулировка объема поступающего воздуха; установка клапана возле батареи или в верхней части стены позволяет избежать резких колебаний температуры воздуха в помещении в зимний период. К недостаткам стеновых моделей приточных клапанов можно отнести необходимость делать отверстие в стене при их установке. Кроме того, допущенные при монтаже стенового клапана ошибки могут привести к обмерзанию клапана и поверхности стены вокруг него [10].

Цель работы заключалась в проведении натурных исследований работы различных типов стеновых воздушных приточных клапанов и выявление особенностей их эксплуатации в зимний период.

2. Объект и методика исследования. Исследования проводились в зимний период для помещения на пятом этаже многоэтажного жилого здания в г. Новосибирске. В наружной стене здания и в зоне под окном были установлены различные типы приточных воздушных клапанов: «КИВ-125», «БФК», «Домвент-Оптима». Схема установки клапанов представлена на рис. 1.

Клапан «КИВ-125» состоит из цилиндрического корпуса (трубы диаметром 125 мм), который проходит сквозь наружную стену. С наружной стороны стены вход в клапан прикрыт вентиляционной решеткой, а с внутренней стороны расположен круглый оголовок с фильтром, позволяющим регулировать расход. Клапан «КИВ-125» устанавливается в верхней части стены. Клапан «Домвент-Оптима» также представлен цилиндрическим корпусом (труба диаметром 65 мм), с внешней вентиляционной решеткой и прямоугольным

¹ ТР АВОК 4–2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома / Табунщиков Ю.А. [и др.]. URL: <https://gostinform.ru/normativnye-dokumenty-g-moskvy/tr-avok-4-2004-obj56618.html>

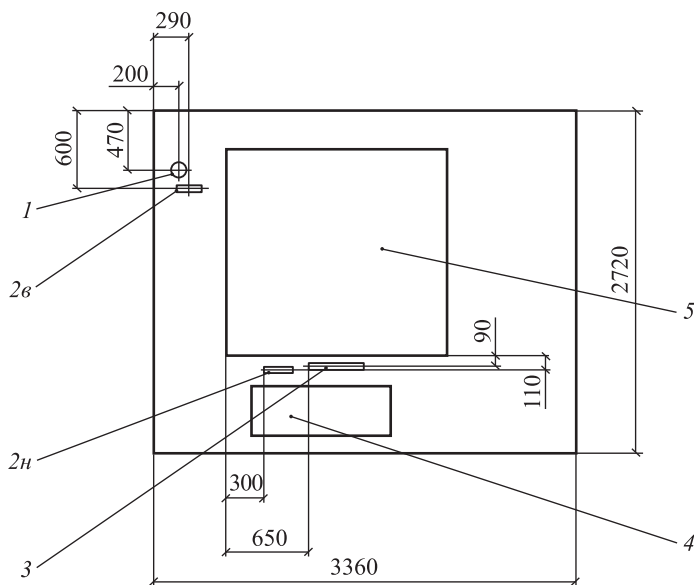


Рис. 1. Схема установки воздушных клапанов

1 – клапан «КИВ-125»; 2в, 2н – клапаны «Домвент-Оптим»;
3 – клапан «БФК»; 4 – электронагреватель; 5 – окно

Fig. 1. Scheme of installation of air valves

1 – “KIV-125” valve; 2v, 2n – “Domvent-Optima” valves; 3 – “BFK” valve; 4 – electric heater; 5 – window

оголовком с внутренней стороны. Для клапана «Домвент-Оптим» рассмотрено два варианта установки: в верхней части стены рядом с клапаном «КИВ-125» и под окном над прибором отопления.

Аналогичным образом, под окном, установлен клапан «БФК». В отличие от предыдущих клапанов он имел не цилиндрический, а прямоугольный проходной канал. Особенность установки воздушных приточных клапанов в данном случае заключалась в том, что поступление наружного воздуха в клапаны происходило из межоконного пространства между внутренней ниткой остекления 2-камерным стеклопакетом и наружной створкой с одинарным остеклением через наружные входные отверстия (рис. 2).

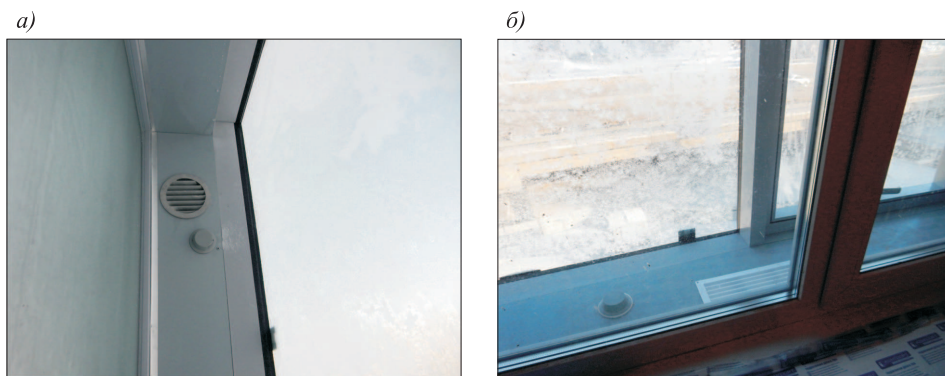


Рис. 2. Входные отверстия стеновых (а) и подоконных (б) клапанов

Fig. 2. Inlets of wall (a) and window sill (b) valves

С внутренней стороны на выходе из воздушных клапанов для измерения расхода воздуха использовались металлические конфузоры. При измерениях конфузор через уплотнительную прокладку плотно прижимался к наружной стене здания в месте установки клапана. В выходном сечении конфузора измерялась скорость воздушного потока крыльчатым анемометром «Testo-435». Результаты измерений использовались для сравнительного анализа работы различных типов стеновых воздушных приточных клапанов.

Согласно выполненным оценкам для жилого здания высотой 78 м средняя разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхности здания в соответствии с расчетной методикой СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» составила 65,2 Па для отопительного периода и 92 Па для января для климатических условий Новосибирска, принятым по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Для создания перепада давления воздуха в помещении, где проводились исследования, был установлен вытяжной вентилятор. При работе вытяжного вентилятора между улицей и помещением возникал перепад давления, который в процессе исследований клапанов фиксировался измерителем давления «Testo-512». При проведении исследований в комнате работал увлажнитель воздуха, измерялась температура и влажность внутреннего воздуха в помещении и на улице. Во время работы каждого из воздушных клапанов остальные были закрыты.

3. Результаты измерений. 3.1. *Определение расхода воздуха через воздушные приточные клапаны.* Расход воздуха через воздушные приточные клапаны определялся при температуре воздуха на улице $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и температуре внутреннего воздуха около $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. На рис. 3 показаны фотографии клапанов «КИВ-125» и «Домвент-Оптима» со стороны помещения, установленных на наружной стене. Исследования работы клапанов «Домвент-Оптима» и «БФК», установленных под окном (рис. 4), выполнялись при аналогичных условиях.

В результате измерений получено, что средний расход воздуха через клапан «КИВ» при перепаде давлений 30 Па и открытой наружной створке с одинарным остеклением составил $51\text{ м}^3/\text{ч}$. При закрытии наружной створки происходило снижение расхода в среднем на 16 %. Средний расход



Рис. 3. Клапаны «КИВ-125» и «Домвент-Оптима», установленные на стене
Fig. 3. Valves “KIV-125” and “Domvent-Optima” installed on the wall



Рис. 4. Клапаны «БФК» и «Домвент-Оптима», установленные под окном
Fig. 4. Valves of “BFK” and “Domvent-Optima” installed under the window

Средний расход воздуха через клапаны по результатам исследований с открытой наружной створкой и по результатам сертификационных измерений

Average airflow through dampers from outer leaf open test and certification measurements

Клапан	Разность давлений Δp , Па	Расход воздуха Q , м ³ /ч	Расход воздуха сертификационный $Q_{\text{серт}}$, м ³ /ч
«КИВ-125»	30	51	65
«БФК»	30	32	51
«Домвент-Оптима»	34	7,4 (под окном) 8,9 (на стене)	19,6

воздуха через клапан «Домвент-Оптима», установленный на стене у окна, при перепаде давлений 34 Па и открытой наружной створке составил 8,9 м³/ч.

Средний расход воздуха через клапан «Домвент-Оптима», установленный под окном, при перепаде давлений 34 Па и открытой наружной створке с одинарным остеклением составил 7,4 м³/ч. При закрытии наружной створки происходило снижение расхода на 13 %. Средний расход воздуха через клапан «БФК» при перепаде давлений 30 Па и открытой наружной створке с одинарным остеклением составил 32 м³/ч. При закрытии наружной створки происходило снижение расхода в среднем на 16 %. Установка фильтров снижала расход на 57 %. В таблице приведены результаты измерений. В последней колонке указаны значения расходов, взятые из результатов сертификационных испытаний ($Q_{\text{серт}}$), для данных клапанов при аналогичных перепадах давления.

По результатам измерений для всех клапанов получены более низкие расходы воздуха, чем по результатам сертификационных испытаний. Наибольшее снижение расхода у клапана «Домвент-Оптима» с более узким проходным сечением. Снижение расхода воздуха, очевидно, вызвано дополнительным сопротивлением воздушных каналов клапанов при резком повороте их на 90°, что связано с особенностью монтажа.

3.2. *Определение температуры поверхностей около воздушных клапанов.* При работе воздушных вентиляционных клапанов в отопительный период возможно охлаждение зон внутренних поверхностей около клапанов. С целью определения изменения температуры внутренних поверхностей около работающих клапанов был выполнен тепловизионный контроль этих зон с использованием тепловизора «THERMO TRACER TH7102WX».

Основные тепловизионные измерения проводились при температуре воздуха на улице –13 °С. В комнате, где проводились исследования, поддерживалась температура воздуха около 30 °С. Наружная створка с одинарным остеклением при выполнении исследований была открыта. Результаты измерений температуры внутренних поверхностей вблизи клапанов приведены на рис. 5 и 6 при закрытых клапанах.

Видно некоторое понижение температуры в верхней угловой зоне, в углу между наружной и внутренней стеной и, особенно, в нижней угловой зоне между полом и наружной стеной на правой термограмме. Такое снижение

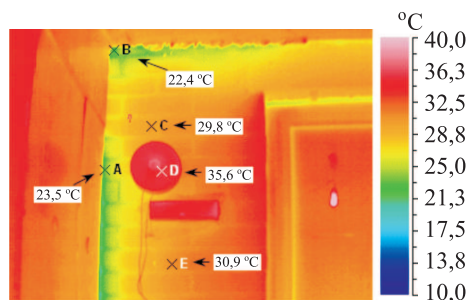


Рис. 5. Термограмма внутренней поверхности стены вблизи клапанов «КИВ-125» и «Домвент-Оптим», установленных на стене при закрытых клапанах

Fig. 5. Thermogram of the wall surface near the valves “KIV-125” and “Domvent-Optima” installed on the wall, with the valves closed

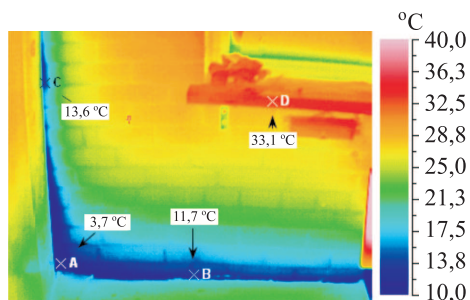


Рис. 6. Термограмма внутренней поверхности стены в нижней угловой зоне под установленными на стене клапанами «КИВ-125» и «Домвент-Оптим» при закрытых клапанах

Fig. 6. Thermogram of the wall surface in the lower corner zone under the “KIV-125” and “Domvent-Optima” valves installed on the wall, with the valves closed

температуры в этих зонах связано с незавершенностью строительства и локальным обогревом только данного помещения. В течение исследований клапан «КИВ-125» открывался и работал при перепаде давления $\Delta p = 30$ Па. В результате воздух выходил из клапана через щели вдоль наружной стены и охлаждал ее поверхность.

На термограммах (рис. 7 и 8) можно отметить снижение температуры внутренних поверхностей около клапана через час с начала его работы. Температура поверхностей и угловых зон около клапана снизилась более чем на 10 °С. В нижней угловой зоне у пола, где изначально была низкая температура, снижение составило около 3 °С. После того, как клапан был закрыт, температура охлажденных поверхностей постепенно повышалась, но в течение часа так и не достигла начального уровня.

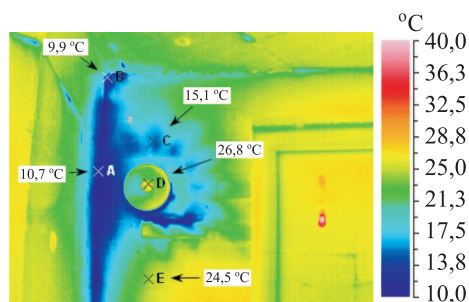


Рис. 7. Термограмма внутренней поверхности стены через час с начала работы клапана «КИВ-125»

Fig. 7. Thermogram of the wall surface, after an hour of operation of the valve “KIV-125”

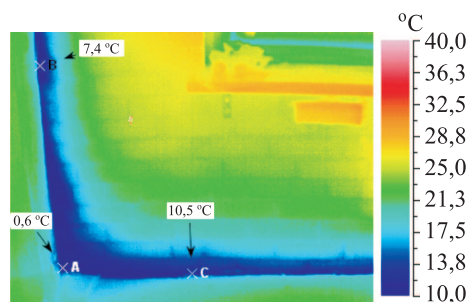


Рис. 8. Термограмма внутренней поверхности стены в нижней угловой зоне под установленными на стене клапанами через час с начала работы клапана «КИВ-125»

Fig. 8. Thermogram of the wall surface in the lower corner zone under valves installed on the wall, after an hour of valve operation of the valve “KIV-125”



Рис. 9. Фотография поверхности внутренней стены около клапана «БФК»

Fig. 9. Photo of the surface of the wall near the valve of "BFK"

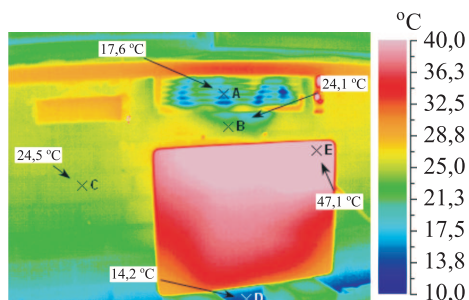


Рис. 10. Термограмма поверхности внутренней стены около клапана «БФК» при его работе

Fig. 10. Thermogram of the wall surface near the valve of "BFK"

Воздушный клапан «БФК» устанавливался под окном над отопительным прибором (рис. 9). В исследованиях клапана «БФК» работу отопительного прибора моделировал электрический нагреватель с температурой поверхности 70–80 °С. На рис. 10 приведено распределение температуры поверхностей около клапана через час после его открытия. При работе клапана ($\Delta p = 30$ Па) изменение температуры наблюдалось на внутренней решетке клапана и около 4 °С – на незначительной зоне поверхности под клапаном. Внизу под нагревателем у пола температура поверхности снизилась менее чем на 1 °С. Таким образом, при работе воздушного приточного клапана «БФК» существенного изменения температуры вблизи клапана не наблюдалось.

Поскольку в отопительный период возможно охлаждение поверхности стены около места установки клапанов «Домвент-Оптима», установленных на стене и под окном, то выполнялась тепловизионная съемка этих зон. При тепловизионном обследовании поверхности стены около работающего клапана «Домвент-Оптима» зафиксирована лишь незначительная область пониженных температур над клапаном. Таким образом, при работе воздушных приточных клапанов «Домвент-Оптима», установленных на стене и под окном, существенного изменения температуры вблизи клапанов не наблюдалось.

4. Выводы. 1. В результате исследований работы различных типов воздушных клапанов определен расход воздуха. Получено, что средний расход воздуха через клапан «КИВ» при перепаде давлений 30 Па составил 51 м³/ч. Средний расход воздуха через клапан «Домвент-Оптима», установленный на стене, при перепаде давлений 34 Па – 8,9 м³/ч. Средний расход воздуха через клапан «Домвент-Оптима», установленный под окном, при перепаде давлений 34 Па составил 7,4 м³/ч. Средний расход воздуха через клапан «БФК» при перепаде давлений 30 Па – 32 м³/ч.

2. По результатам исследований для всех рассмотренных клапанов получен более низкий расход воздуха, чем по результатам сертификационных испытаний. Наибольшее снижение расхода у клапана «Домвент-Оптима» с более узким проходным сечением. Снижение расхода воздуха, очевидно, вызвано дополнительным сопротивлением воздушных каналов клапанов при резком повороте их на 90°, что связано с особенностью монтажа.

3. С использованием тепловизионной съемки получены и проанализированы данные по изменению температуры внутренних поверхностей стены в зонах установки работающих клапанов с течением времени. При эксплуатации стенового воздушного клапана «КИВ-125» обнаружено значительное охлаждение зон внутренних поверхностей наружной стены, а также угловых областей вблизи клапана. При работе воздушных клапанов «БФК» и «Домвент-Оптим» существенного изменения температуры внутренних поверхностей вблизи клапана не наблюдалось.

Список источников

1. *Лебедев И.Ю., Чамчиян Ю.Е.* Влияние окон повышенной герметичности на микроклимат помещений // Энергетика, экология, химия: Сборник статей. Белгород, 2018. С. 206–211.
2. *Литвинова Н.А.* Вентиляция и качество воздуха в зданиях городской среды. М.: Инфра-М, 2019. 170 с.
3. *Береговой А.М., Дерина М.А.* Наружные ограждающие конструкции в системе воздухообмена жилого многоэтажного здания // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 24–24.
4. *Грахов В.П., Мохначев С.А., Егорова В.Г.* Эффективность энергосберегающих мероприятий в жилищном строительстве // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С. 273–273.
5. *Бодров М.В., Кузин В.Ю., Морозов М.С.* Повышение энергетической эффективности систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов // Жилищное строительство. 2015. № 6. С. 48–50.
6. *Пензин В.Э., Спиридонова Е.В.* Использование клапанов инфильтрации воздуха для проветривания помещений // Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Саратов, 2018. С. 224–226.
7. *Орлова Н.А.* Причины нарушения работы систем вентиляции жилых многоэтажных зданий и способы их решения // Проблемы энергосбережения в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах. Пенза, 2018. С. 147–150.
8. *Каминская В.А., Перцев А.Н.* Разновидности, технические особенности и условия эксплуатации приточных устройств // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 4. С. 102–109.
9. *Рымаров А.Г., Кравчук В.Ю.* Исследование применения воздушных клапанов в квартире жилого здания в холодный период // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2016. № 12. С. 70–71.
10. *Райченко М.Р.* Обеспечение притока воздуха в жилые здания, оснащенные приточно-вытяжной вентиляцией с естественным побуждением в современных условиях строительства // Молодежь и научно-технический прогресс. Белгород, 2019. С. 377–384.

References

1. *Lebedev I.Yu., Chamchiyan Yu.E.* Influence of windows of increased tightness on the micro-climate of premises. Energy, ecology, chemistry: Collection of articles. Belgorod, 2018. P. 206–211. (In Russ.).
2. *Litvinova N.A.* Ventilation and air quality in buildings of the urban environment. Moscow, 2019. 170 p. (In Russ.).

3. *Beregovoy A.M., Derina M.A.* External enclosing structures in the air exchange system of a residential multi-storey building. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education.* 2015; (1-1): 24–24. (In Russ.).
4. *Grakhov V.P., Mokhnachev S.A., Yegorova V.G.* Efficiency of energy-saving measures in housing construction. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education.* 2015; (2): 273–273. (In Russ.).
5. *Bodrov M.V., Kuzin V.Yu., Morozov M.S.* Improving the energy efficiency of systems for ensuring the microclimate parameters of apartment buildings. *Zhilishchnoye stroitel'stvo = Housing construction.* 2015; (6): 48–50. (In Russ.).
6. *Penzin V.E., Spiridonova E.V.* The use of air-filtration valves for ventilation of premises. Actual problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply. Saratov, 2018. P. 224–226. (In Russ.).
7. *Orlova N.A.* Causes of disruption of the ventilation systems of residential multi-storey buildings and ways to solve them. Problems of energy saving in industrial and housing and communal complexes. Penza, 2018. P. 147–150. (In Russ.).
8. *Kaminskaya V.A., Pertsev A.N.* Varieties, technical features and operating conditions of supply devices. *Zhilishchnoye khozyaystvo i kommunal'naya infrastruktura = Housing and communal infrastructure.* 2018; (4): 102–109. (In Russ.).
9. *Rymarov A.G., Kravchuk V.Yu.* Research on the use of air valves in a residential building apartment during the cold period. *Santekhnika, otopleniye, konditsionirovaniye = Sanitary engineering, heating, air conditioning.* 2016; (12): 70–71. (In Russ.).
10. *Raychenok M.R.* Ensuring the flow of air into residential buildings equipped with forced-air and exhaust ventilation with natural stimulation in modern construction conditions. Youth and scientific and technical progress. Belgorod, 2019. P. 377–384. (In Russ.).

Информация об авторах

А.Н. Стерлягов – кандидат технических наук, E-mail: sterlyagov@itp.nsc.ru

М.И. Низовцев – доктор технических наук, E-mail: nizovtsev@itp.nsc.ru

Information about the authors

A.N. Sterlyagov – PhD, sterlyagov@itp.nsc.ru

M.I. Nizovtsev – DSc, nizovtsev@itp.nsc.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.02.2022
Одобрена после рецензирования 18.03.2022
Принята к публикации 25.03.2022

The article was submitted 18.02.2022
Approved after reviewing 18.03.2022
Accepted for publication 25.03.2022