



Ю. С. ВЫТЧИКОВ  
М. Е. САПАРЁВ  
А. Б. КОСТУГАНОВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФИЛЬТРАЦИИ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НА ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАРУЖНЫХ СТЕН ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

INVESTIGATION THE EFFECT OF OUTDOOR AIR INFILTRATION  
ON THE HEAT-SHIELDING CHARACTERISTICS THE OUTER WALLS  
OF HIGH-RISE BUILDINGS

*Рассмотрено влияние инфильтрирующегося наружного воздуха на теплозащитные характеристики наружных стен современных жилых и общественных зданий. Проведенный обзор источников, посвященных данной проблеме, подтвердил ее актуальность в настоящее время, особенно для высотных зданий. Авторами статьи проведен анализ влияния продольной и поперечной инфильтрации воздуха на теплозащитные характеристики наружной стены 25-этажного здания, построенного в г. Самаре. Результаты расчета показали значительное снижение приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены при инфильтрации воздуха через нее. Для подтверждения расчетных данных приводятся результаты натурного исследования наружных стен. На основе результатов исследования даются общие рекомендации по внутренней отделке наружных стен высотных зданий.*

**Ключевые слова:** инфильтрация, воздухопроницаемость, наружная стена, сопротивление теплопередаче

*The influence of infiltrating outdoor air on the thermal protection characteristics of the exterior walls of modern residential and public buildings is considered. The review of sources devoted to this problem confirmed its relevance at the present time, especially for high-rise buildings. The authors of the article analyzed the influence of longitudinal and transverse air infiltration on the thermal protection characteristics of the outer wall of a 25-storey building built in Samara. The results of the calculation showed a significant decrease in the reduced resistance to heat transfer of the outer wall when air infiltrates through it. To confirm the calculated data, the results of a full-scale study of external walls are presented. Based on the results of the study, general recommendations are given for the interior decoration of the exterior walls of high-rise buildings.*

**Keywords:** infiltration, breathability, external wall, resistance to heat transfer

В настоящее время в связи с реализацией в Российской Федерации программы энергосбережения в строительстве произошли существенные изменения в конструктивных решениях наружных стен высотных зданий. В практике строительства многоэтажных зданий наибольшее распространение получили конструкции наружных стен, представленные на рис. 1.

Однако, как показали результаты исследования, приведенного в работе [1], применение

наружного утепления кирпичных стен зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима, характерного для загородных коттеджей, нецелесообразно из-за высокой инертности кирпичной кладки.

Толщина теплоизоляционного материала или кладки из легкобетонных камней определяется исходя из обеспечения нормативных требований по теплозащите зданий, руководствуясь СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

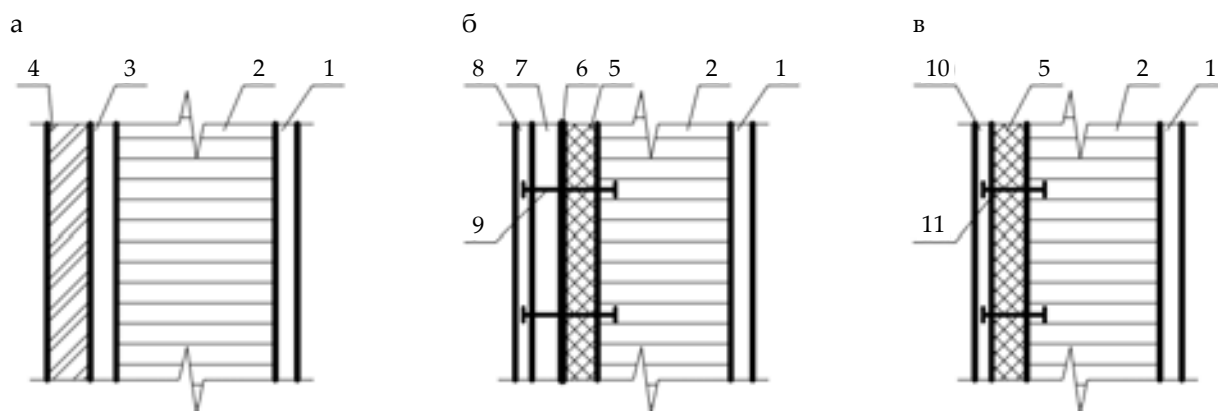


Рис. 1. Конструктивные решения наружных стен высотных зданий:

а – наружная стена, выполненная в виде кладки из легкобетонных камней;

б – наружная стена с вентилируемым фасадом;

в – наружная стена, утепленная фасадной системой с тонкостенной штукатуркой:

1 – внутренняя штукатурка; 2 – кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном или теплом растворе; 3 – невентилируемая воздушная прослойка; 4 – облицовочный керамический кирпич; 5 – теплоизоляционный материал; 6 – ветрозащитная мембрана; 7 – вентилируемая воздушная прослойка; 8 – декоративная панель; 9 – металлический кронштейн; 10 – фактурный слой фасадной системы; 11 – пластмассовый дюбель

Вопросам, связанным с исследованием влияния продольной инфильтрации воздуха на теплозащитные характеристики наружных стен с вентфасадами, посвящены работы В.Г. Гагарина, В.В. Козлова, А.В. Садчикова [1–4], Ю.С. Выгчикова [5–8], М.Р. Петриченко [9]. Результаты исследования воздухопроницаемости материалов и ограждающих конструкций представлены в работах [10–18].

Целью данного исследования является изучение влияния инфильтрации наружного воздуха на теплозащитные характеристики наружных стен современных высотных зданий.

Оценка влияния поперечной фильтрации наружного воздуха на сопротивление теплопередаче наружной стены 25-этажного здания выполнена для конструкции, представленной на рис. 1, б.

Величина коэффициента теплопередачи наружной стены с учетом инфильтрации наружного воздуха с учетом инфильтрации определяется согласно [6, 19] по формуле

$$k = \frac{c_p \cdot G \cdot e^{c_p \cdot G \cdot R_0^{усл.}}}{e^{c_p \cdot G \cdot R_0^{усл.}} - 1}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}), \quad (1)$$

где  $c_p$  – удельная изобарная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C);  $G$  – воздухопроницаемость наружной стены, кг/(м<sup>2</sup>·ч);  $R_0^{усл.}$  – сопротивление теплопередаче глди наружной стены, (м<sup>2</sup>·°C)/Вт.

Согласно СП 50.13330.2012 воздухопроницаемость наружной стены определена по формуле

$$G = \frac{\Delta P}{R_u}, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}), \quad (2)$$

где  $R_u = \sum_{i=1}^n R_{ui}$  – сопротивление воздухопроницанию наружной стены, (м<sup>2</sup>·ч·Па)/кг;  $R_{ui}$  – сопротивление воздухопроницанию  $i$ -го слоя наружной стены, (м<sup>2</sup>·ч·Па)/кг.

Для определения воздухопроницаемости наружной стены необходимо иметь информацию по коэффициентам воздухопроницаемости используемых материалов, определяемых справочно из нормативной литературы.

В настоящее время отсутствует информация по воздухопроницаемости фасадных систем с использованием тонкостенной штукатурки. Поэтому в аккредитованной лаборатории теплотехнических испытаний АСИ СамГТУ были проведены испытания воздухопроницаемости наиболее распространенных теплоизоляционных материалов на аэродинамическом стенде, разработанном сотрудниками лаборатории. Результаты исследований представлены в работах [6–11].

Проведенные испытания фактурных слоев фасадных систем на акриловой и силикатной основах не выявили их воздухопроницаемости из-за наличия в них клеевых составов. Поэтому наружные стены, утепленные фасадными системами с тонкостенной штукатуркой, практически непроницаемы.

Кроме испытаний по определению воздухопроницаемости строительных материалов, сотрудниками АСИ СамГТУ было проведено тепловизионное обследование теплозащитных характеристик наружных стен с вентилируемыми фасадами 25-этажного здания, построенного в г. Самаре.

Определение теплотехнических показателей строительных ограждающих конструкций производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Оценим влияние штукатурных слоев на сопротивление воздухопроницаемости наружных стен с вентилируемыми фасадами, а также защищенными облицовочным кирпичом.

В качестве примера рассмотрим 25-этажное здание с теплым чердаком, построенное в г. Самаре. Наружные стены выполнены в виде кладки из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 380 мм. С наружной стороны они утеплены базальтовыми плитами марки ВЕНТИ-БАТТС толщиной 150 мм, защищенными ветрозащитной мембраной типа Изоспан А и вентилируемым фасадом из керамогранитных плит.

В качестве возможных к применению штукатурок рассмотрим цементно-песчаный и известково-песчаный растворы, а также сухие штукатурки в виде листов из гипсокартона. Согласно СП 50.13330.2012 указанные выше штукатурки имеют величины сопротивления воздухопроницаемости, указанные в табл. 1.

Расположение указанных выше материалов в наружной стене представлено на рис. 1, б. Сопротивление теплопередаче глади наружной стены, рассчитанное по методике, изложенной в СП 50.13330.2012, составило  $R_0^{усл.} = 4,34$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{мп.} = 3,47$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, что соответствует нормативным требованиям для жилых зданий, строящихся на территории Самарской области ( $R_0^{мп.} = 3,47$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт).

Оценку поперечной инфильтрации воздуха на сопротивление теплопередаче неоштукатуренной наружной стены выполним с использованием формул (1) и (2). Результаты расчета представлены в табл. 2.

$$\delta_2^{\min} = \lambda_2 \left( \frac{t_{e1} - t_n}{r \cdot \alpha_e \cdot \Delta t_n} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right), \text{ м.} \quad (3)$$

Анализ влияния продольной инфильтрации на значение приведенного сопротивления теплопередаче рассматриваемой наружной стены, выполненной по методике, изложенной в работе [1], показал, что для плит из базальтового волокна плотностью от 80 до 90 кг/м<sup>3</sup> коэффициент теплотехнического влияния продольной инфильтрации близок к 1 из-за достаточно высокой плотности.

Из представленных в табл. 2 результатов расчетов следует, что при сдаче наружных стен без внутренней отделки, что делается довольно часто, теплозащитные характеристики ( $R_0^{усл.}$ )<sub>шт</sub> и  $R_u$  значительно не соответствуют нормативным требованиям. При этом наибольшее несоответствие наблюдается на нижних этажах.

Наряду с расчетными данными негативное влияние инфильтрации на теплозащитные характеристики ограждающих конструкций подтверждают результаты натурных обследований наружных стен высотных зданий. На рис. 2 представлена термограмма внутренней поверхности наружной стены, полученная по результатам тепловизионного обследования ограждающих конструкций жилой квартиры, расположенной на пятом этаже 25-этажного жилого дома. Внутренняя отделка наружных стен была выполнена гипсовым раствором, не обладающим необходимым сопротивлением воздухопроницаемости.

Тепловизионная съемка внутренних поверхностей ограждающих конструкций выявила зоны пониженных температур в нижней части наружной стены. При этом также фиксировались не соответствующие нормативным требованиям пониженные температуры внутреннего воздуха.

Для того чтобы наружная стена жилого здания соответствовала нормативным требованиям, необходимо ее внутреннюю поверхность оштукатуривать.

**Выводы.** 1. Анализируя расчетные данные, можно сделать вывод, что использование цементно-песчаного раствора в качестве отделочного слоя позволяет достичь нормативных зна-

Таблица 1

Теплозащитные характеристики отделочных материалов

Наименование отделочного материала	Плотность в сухом состоянии $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина слоя, м	Сопротивление воздухопроницаемости $R_u$ , (м <sup>2</sup> ·ч·Па)/кг
Цементно-песчаный раствор	1800	0,02	497
Известково-песчаный раствор	1600	0,02	189
Листы гипсовые (сухая штукатурка)	800	0,0125	25

Таблица 2

Результаты расчета сопротивления  
воздухопроницанию высотного здания с вентфасадом

Номер этажа	Н, м	$\Delta P$ , Па	G, кг/м <sup>2</sup> ·ч	k, Вт/м <sup>2</sup> ·°C	Сопротивление теплопередаче при воздействии инфильтрации ( $R_{0}^{уча}$ ) <sub>ум</sub> , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	Сопротивление воздухопроницанию, (м <sup>2</sup> ·ч·Па)/кг		Разность $R_{и}^{мп} - R_{и}$ , (м <sup>2</sup> ·ч·Па)/кг
						требуемое $R_{и}^{мп}$	фактическое $R_{и}$	
1	79	119	4,96	1,380	0,720	238,0	24	214,0
3	73	110,9	4,62	1,290	0,780	221,8	24	198,0
5	67	102,8	4,28	1,197	0,835	205,6	24	181,6
7	61	94,7	3,95	1,107	0,903	189,4	24	165,0
9	55	86,6	3,81	1,020	0,980	173,2	24	149,0
12	46	74,5	3,10	0,880	1,140	149,0	24	125,0
15	37	62,3	2,60	0,760	1,320	124,6	24	101,0
20	22	42,1	1,75	0,553	1,810	84,2	24	60,0
25	7	21,9	0,91	0,378	2,650	43,8	24	19,8

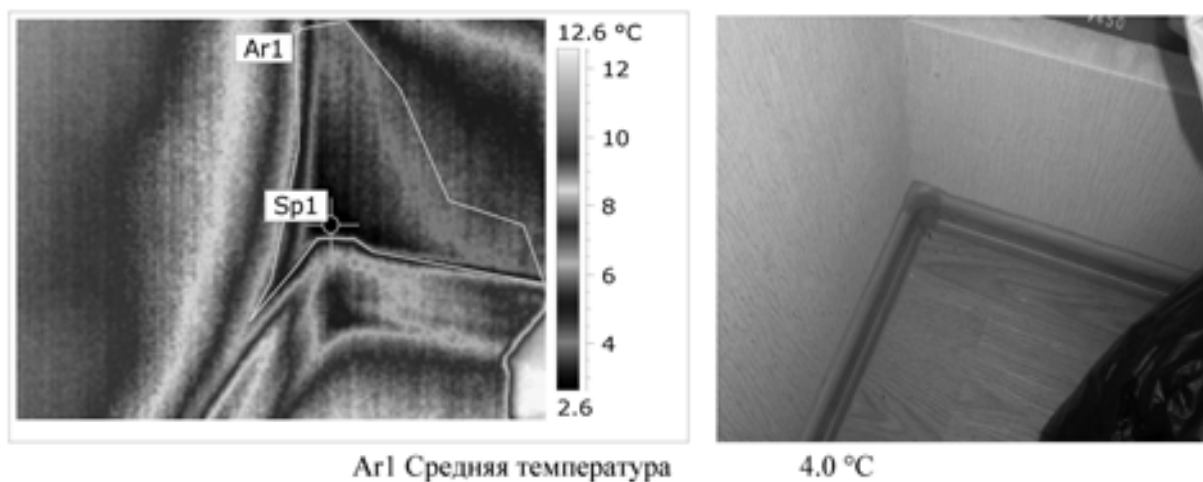


Рис. 2. Термограмма внутренней поверхности наружной стены

чений сопротивления теплопередаче на всех этажах. Известково-песчаный раствор можно рекомендовать к применению на верхних этажах, начиная с пятого.

2. Листы из гипсокартона ввиду малого значения сопротивления воздухопроницанию не следует применять в зданиях с вентилируемым фасадом.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Садчиков А.В. О влиянии продольной фильтрации воздуха на теплозащиту стен с вентилируемым фасадом // Стройпрофиль. 2005. № 6. С. 34–35.

2. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Садчиков А.В., Мехнецов И.А. Продольная фильтрация воздуха в современных ограждающих конструкциях // АВОК. 2005. № 8. С. 66–70.

3. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Садчиков А.В. Учет продольной инфильтрации воздуха при оценке теплозащиты стены с вентилируемым фасадом // Промышленное и гражданское строительство. 2005. № 6. С. 42–45.

4. Гагарин В.Г., Гувернюк С.В., Кубенин А.С., Пастушков П.П., Козлов В.В. К методике расчета влияния ветровых воздействий на воздушный режим зданий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4. С. 234–240.

5. Вытчиков Ю.С., Вытчиков А.Ю. Исследование влияния продольной и поперечной инфильтрации

воздуха на теплозащитные характеристики наружных стен производственного здания, утепленного вентилируемым фасадом // Повышение энергоэффективности зданий и сооружений. Самара, 2008. № 3. С. 20–26.

6. Выходчиков Ю.С., Черенева А.В. Экспериментальное исследование воздухопроницаемости беспесчаного керамзитобетона // Строительные материалы. 2011. № 7. С. 10–11.

7. Выходчиков Ю.С., Сидорова А.В. Организация воздухообмена в современных энергоэффективных зданиях // Градостроительство и архитектура. 2013. № 4. С. 87–94. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.04.15.

8. Выходчиков Ю.С., Сидорова А.В. Экспериментальное исследование ограждающих конструкций в натурных условиях // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 284–286.

9. Петриченко М.Р., Петроченко М.В. Гидравлика свободноконвективных течений в ограждающих конструкциях с воздушным зазором // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 8. С. 51–56.

10. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Ненаполненные пенобетоны // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 106–107.

11. Першина А.С., Коренькова С.Ф. Важнейшие компоненты фасадных композиций // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 69-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2012. С. 166–167.

12. Першина А.С., Коренькова С.Ф. Декоративные нанонаполненные цементно-полимерные композиции для отделки фасадов // Нанотехнологии в строительстве. 2011. № 4. С. 36–46.

13. Умнякова Н.П., Верховский А.А. Оценка воздухопроницаемости ограждающих конструкций здания // АВОК. 2011. № 5. С. 48–53.

14. Умнякова Н.П. Теплозащитные свойства эксплуатируемых навесных вентилируемых фасадных конструкций // Жилищное строительство. 2011. № 2. С. 2–6.

15. Умняков П.Н. Влияние инфильтрации и эксфильтрации на теплозащиту ограждающих конструкций при учете пористости материалов // Жилищное строительство. 2014. № 10. С. 46–50.

16. Мальцев А.В., Сорокин Д.С. Энергосбережение в многоэтажных жилых зданиях при инфильтрации воздуха через наружную стену // Новый университет. 2015. № 3–4. С. 87–90.

17. Валов В.М. Воздухопроницаемые ограждающие конструкции в системе здания // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2011. № 19. С. 33–37.

18. Шубин И.Л., Ананьев А.И. Теплозащитные свойства и воздухопроницаемость керамических блоков Изотерекс в кладке стены // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 3. С. 57–59.

19. Разумов Н.Н., Ушков Ф.В., Шаповалов И.С. Сопротивление теплопередаче и расчетные зимние температуры для проектирования отопления // АВОК. 2011. № 5. С. 78–81.

## REFERENCES

1. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Sadchikov A.V. About the effect of longitudinal air filtration on the heat protection of walls with a ventilated façade. *Strojprofil'* [Stroy-profile], 2005, no.6, pp. 34-35. (in Russian)

2. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Sadchikov A.V., Mehetsov I.A. Longitudinal air filtration in modern enclosing structures. *AVOK* [AVOK], 2005, no. 8, pp. 66-70. (in Russian)

3. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Sadchikov A.V. Accounting of longitudinal infiltration of air at assessing the thermal wall protection of with a ventilated facade. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2005, no. 6, pp. 42-45. (in Russian)

4. Gagarin V.G., Gouvernyuk S.V., Kubenin A.S., Pastushkov P.P., Kozlov V.V. To the methodology for calculating the influence of wind impact on the air conditions of buildings. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti* [News of Higher Educational Institutions. The textile industry technology], 2016, no. 4, pp. 234-240. (in Russian)

5. Vychtikov Yu.S., Vychtikov A.Yu. Investigation of the effect of longitudinal and transverse air infiltration on the heat-shielding characteristics the external walls of a production building insulated with a ventilated façade. *Povyshenie jenergojeffektivnosti zdaniy i sooruzhenij* [Improving the Energy Efficiency of Buildings and Structures], Samara, 2008, no. 3, pp. 20-26. (in Russian)

6. Vytchikov Yu.S., Cherenewa A.V. An experimental study of air permeability of sandless claydite-concrete. *Stroitel'nye materialy* [Building Materials], 2011, no. 7, pp. 10-11. (in Russian)

7. Vytchikov Yu.S., Sidorova A.V. The organization of air exchange in modern energy-efficient buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], Samara, 2014, no. 4, pp. 87-94. (in Russian)

8. Vytchikov Yu.S., Sidorova A.V. Experimental study of enclosing structures in full-scale conditions. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture: materialy 71-j Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii po itogam NIR 2013 goda* [Traditions and innovations in construction and architecture: materials of the 71st All-Russian Scientific and Technical Conference on the results of research work of 2013], Samara, 2014, pp. 284-286. (in Russian)

9. Petrichenko M.R., Petrochenko M.V. Hydraulics of free convection currents in enclosing structures with an air gap. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal* [Engineering and Construction Journal], 2011, no. 8, pp. 51-56. (in Russian)

10. Korenkova S.F., Sidorenko Yu.V. Unfilled foam concrete. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2014, no. 4, pp. 106-107. (in Russian)

11. Pershina A.S., Korenkova S.F. The most important components of facade compositions. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture: materialy 71-j Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii po itogam NIR 2011 god* [Traditions and innovations in construction and architecture: materials of the 69th All-Russian Scientific and Technical Conference on the results of research work in 2011], Samara, 2012, pp. 166-167. (in Russian)

12. Pershina A.S., Korenkova S.F. Decorative nano-filled cement-polymer compositions for finishing facades. *Nanotehnologii v stroitel'stve: nauchnyj internet-zhurnal* [Nanotechnology in Construction: a Scientific Online Journal], 2011, no. 4, pp. 36-46 (in Russian)
13. Umnyakova N.P., Verkhovsky A.A. Estimation of air permeability of the building's enclosing structures. *AVOK* [AVOK], 2013, no. 5, pp. 48-53. (in Russian)
14. Umnyakova N.P. Thermal protection properties of exploited hinged ventilated facade structures. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2011, no. 2, pp. 2-6. (in Russian)
15. Umnyakov P.N. Infiltration and exfiltration influence on the thermal protection of enclosing structures with considering the porosity of materials. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2014, no. 10, pp. 46-50. (in Russian)
16. Maltsev A.V., Sorokin D.S. Energy saving in multi-storey residential buildings with air infiltration through the outer wall. *Novyj universitet* [New University], 2015, no. 3-4, pp. 87-90. (in Russian)
17. Valov V.M. Breathable enclosing structures in a building system. *Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii* [Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy], 2011, no. 19, pp. 33-37. (in Russian)
18. Shubin I.L., Ananiev A.I. Thermal protection properties and air permeability of ceramic Isoterex blocks in wall masonry. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2013, no. 3, pp. 57-59. (in Russian)
19. Razumov N.N., Ushkov F.V., Shapovalov I.S. Resistance to heat transfer and winter design temperatures for heating engineering. *AVOK* [AVOK], 2011, no. 5, pp. 78-81. (in Russian)

Об авторах:

**ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович**

кандидат технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: git.2008@mail.ru

**САПАРЁВ Михаил Евгеньевич**

кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: msx072007@yandex.ru

**КОСТУГАНОВ Арман Берекевич**

старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики Оренбургский государственный университет 460018, Россия, г. Оренбург, просп. Победы, 13 аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: \_kostuganow@mail.ru

**ВЫТЧИКОВ Yuri S.**

PhD in Engineering Science, Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: git.2008@mail.ru

**SAPAREV Mikhail E.**

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: msx072007@yandex.ru

**KOSTUGANOV Arman B.**

Senior Lecturer of the Heat and Gaz Supply and Ventilation and Hydromechanics Chair Orenburg State University 460018, Russia, Orenburg, Pobedy av., 13 Postgraduate student of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: \_kostuganow@mail.ru

Для цитирования: Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Костуганов А.Б. Исследование влияния инфильтрации наружного воздуха на теплозащитные характеристики наружных стен высотных зданий // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 1. С. 30–35. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.5.

For citation: Vytchikov Yu.S., Saparev M.Ye., Kostuganov A.B.. Investigation the effect of outdoor air infiltration on the heat-shielding characteristics the outer walls of high-rise buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 1, Pp. 30–35. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.5.