

УДК 692.23:699.86

В.Г. Гагарин, Н.Ю. Плющенко
ФГБОУ ВПО «МГСУ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ПРОСЛОЙКИ НФС

Приведено определение термического сопротивления воздушной прослойки и рассмотрена необходимость его учета в расчете приведенного сопротивления теплопередаче ограждения с навесной фасадной системой в зимний период года. Сделан вывод о важности учета относительного влияния термического сопротивления воздушной прослойки.

Ключевые слова: вентилируемая прослойка, навесная фасадная система, термическое сопротивление.

В настоящее время как в отечественном строительстве, так и за рубежом широко используются ограждения с навесными фасадными системами (НФС) с вентилируемой воздушной прослойкой (рис.). Их применение направлено на нормализацию влажностного режима ограждающих конструкций, предотвращение перегрева конструкций солнечной радиацией, защиту конструкций от увлажнения атмосферной влагой. Также стены с НФС с вентилируемой воздушной прослойкой получили широкое применение в связи с соответствием повышенным требованиям к теплозащите ограждающих конструкций, направленным, в свою очередь, и на сокращение энергопотребления [1—3].

Конструктив стены с НФС с вентилируемой воздушной прослойкой

На данный момент получен опыт исследований теплозащитных свойств ограждений с вентилируемой воздушной прослойкой [4—10], разработано несколько методик расчета

V.G. Gagarin, N.Yu. Plyushchenko
MGSU

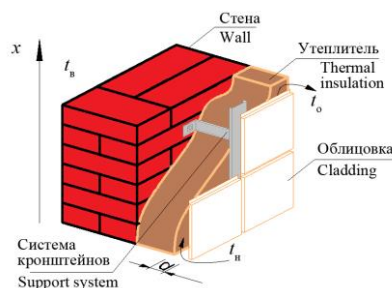
DETERMINING THE THERMAL RESISTANCE OF A VENTILATED HINGED FACADE SYSTEM LAYER

Enveloping structures with hinged façade systems are nowadays widely used for moisture control of enveloping structures, prevention of overheating of the structures by insolation, saving the constructions from atmospheric moisture and also for correspondence with the raised requirements to thermal protection of the enveloping structures, aimed also at reducing energy consumption. In the winter conditions the influence of air layer on the thermal insulation parameters is usually neglected.

In the article the thermal resistance of an air gap and its effect in the calculation of the heat resistance of a building envelope with hinged facade system is analyzed in the conditions of cold weather. The thermal resistance of the air layer determines how the heat losses decrease.

Key words: ventilated layer, hinged facade system, thermal resistance.

At the present time in domestic construction and abroad enveloping structures with hinged facade systems (HFS) with ventilated air layer are widely used (fig.). Their use is aimed at moisture control of enveloping structures, prevention of overheating of the structures by insolation, saving the constructions from atmospheric moisture. Also the walls with HFS with ventilated air layer are widely used for correspondence with the raised requirements to thermal protection of the enveloping structures, aimed also at reducing energy consumption [1—3].



Structure of a wall with HFS with ventilated air layer

To the date the experience of thermal properties investigate of envelopes with ventilated air layer has been obtained [4—10], several calculation methods have been developed

[11—16]. Одним из основных вопросов было определение влияния теплопроводных включений. Меньшее внимание уделялось тому, как на теплозащиту ограждения влияет вентилируемая воздушная прослойка в НФС.

В зимних условиях влиянием вентилируемой воздушной прослойки на параметры теплозащиты ограждающей конструкции пренебрегают [17]. Изменение тепловой защиты покрытий в летних условиях представлено в [18].

В данной статье рассматривается определение термического сопротивления воздушной прослойки и анализируется его учет в расчете приведенного сопротивления теплопередаче ограждения с НФС в зимний период года.

Основные характеристики теплозащиты фасадов на стадии проектирования можно рассчитать по СНиП II-3—79* [19], но представленных расчетов недостаточно для полного описания процесса теплопереноса через ограждающую конструкцию с НФС с вентилируемой воздушной прослойкой. Так, в базовом уравнении приведенного сопротивления теплопередаче R_o^{np} учитывается двухкомпонентность переноса теплоты [11]:

$$R_o^{np} = R_{o,кон}^{np} + R_{np}^{\text{эф}}, \quad (1)$$

где R_o^{np} — приведенное сопротивление теплопередаче всей конструкции, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$; $R_{o,кон}^{np}$ — приведенное сопротивление теплопередаче конструкции стены, включая базовые слои, слой утеплителя и теплопроводные включения, в т.ч. кронштейны, замкнутые на облицовку, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$; $R_{np}^{\text{эф}}$ — эффективное приведенное сопротивление теплопередаче воздушной прослойки, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$.

С другой стороны

$$R_o^{np} = \frac{t_b - t_n}{q} = \frac{t_b - t_{np}}{q} + \frac{t_{np} - t_n}{q} = R_{o,констр}^{np} + R_{o,обл}^{np}, \quad (2)$$

где $R_{o,констр}^{np}, R_{o,обл}^{np}$ — приведенные сопротивления теплопередаче частей конструкции от внутренней поверхности до воздушной прослойки и от воздушной прослойки до наружной поверхности конструкции соответственно, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$; t_b, t_n — температура внутреннего и наружного воздуха, $^\circ C$; t_{np} — температура воздуха в воздушной прослойке, $^\circ C$; q — плотность потока теплоты через конструкцию, W/m^2 .

[11—16]. One of the main questions was determining the influence of thermally conductive inclusions. Less attention was paid to the way the ventilated air layer in HFS influenced the thermal insulation.

In the winter conditions the influence of air layer on the thermal insulation parameters is neglected [17]. The change of heat insulation of covers on summer conditions is presented in [18].

In the given article the determination of thermal resistance of an air layer is observed and its influence in the calculation of the heat resistance of a building envelope with hinged facade system is analyzed in the conditions of winter.

The main characteristics of façade heat insulation on the design stage may be calculated according to the Construction Norms SNiP II-3—79* [19], but the presented calculations are not enough for the full description of the process of heat transfer through an enveloping structure with HFS with a ventilated air layer.

So in the basic equation of the reduced total thermal resistance R_o^{np} two components of heat transfer is taken into account [11]:

where R_o^{np} — is a reduced total thermal resistance of the whole construction, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$; $R_{o,кон}^{np}$ — is a reduced total thermal resistance of a wall structure, including basic layers, insulation layer and thermally conductive inclusions, such as supports, closed to covering, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$; $R_{np}^{\text{эф}}$ — an effective reduced total thermal resistance of an air layer, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$.

From the other hand

where $R_{o,констр}^{np}, R_{o,обл}^{np}$ — are reduced total thermal resistances of the parts of the construction from inner surface to air layer and from air layer to outer surface correspondently, $m^2 \text{ } ^\circ C/W$; t_b, t_n — the temperature of inner and outer air correspondently, $^\circ C$; t_{np} — the air temperature in the air layer, $^\circ C$; q — heat flux density through the construction, W/m^2 .

Параметры $t_{пр}$, q , а также значение R_0^{np} будут изменяться с высотой участка ограждающей конструкции. Характеристика $R_{0.констр}^{np}$ в уравнении (2) отличается от характеристики $R_{0.кон}^{np}$ в уравнении (1) тем, что в первой используется $1/\alpha_{пр}$, а во второй, как и предусмотрено СНиП, $1/\alpha_n$. Следовательно, характеристика $R_{0.кон}^{np}$ не зависит от параметров воздушной прослойки и облицовки, в то время как $R_{0.констр}^{np}$ — зависит.

Из уравнений (1) и (2) получаем формулу для расчета термического сопротивления вентилируемой воздушной прослойки НФС $R_{пр}^{эф}$.

$$R_{пр}^{эф} = R_{СНиП}^{np} \frac{t_{ср} - t_n}{t_b - t_{ср}} + \left(\frac{1}{\alpha_{пр}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \frac{t_b - t_n}{t_b - t_{ср}}, \quad (3)$$

где $R_{СНиП}^{np}$ — приведенное сопротивление теплопередаче конструкции стены с утеплителем, определяемое в соответствии со СНиП II-3-79*, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $\alpha_{пр}$ — коэффициент теплообмена в воздушной прослойке, $\text{Вт}/(m^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; α_n — коэффициент теплообмена наружной поверхности ограждения, $\text{Вт}/(m^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; $t_{ср}$ — средняя по высоте температура воздуха в прослойке, $^\circ\text{C}$.

По произведенным расчетам, значение термического сопротивления воздушной прослойки НФС $R_{пр}^{эф}$ в зимний период не превышает $0,25 (m^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

Итак, проанализировав учет эффективного термического сопротивления воздушной прослойки $R_{пр}^{эф}$ в расчете приведенного сопротивления теплопередаче R_0^{np} ограждающей конструкции с НФС в зимний период года, можно сказать, что его влияние не столь значительно и им можно пренебречь. Но стоит отметить, что для расчета теплопотерь через ограждающую конструкцию с НФС с вентилируемой воздушной прослойкой важнее относительное влияние термического сопротивления воздушной прослойки. Термическое сопротивление воздушной прослойки определяет, насколько уменьшатся теплопотери. Наибольшее влияние эффективное термическое сопротивление воздушной прослойки на теплопотери оказывает при минимальном значении термического сопротивления стены с утеплителем (от внутрен-

The parameters $t_{пр}$, q , and the value R_0^{np} will be changed with the height of the enveloping structure part. The characteristics $R_{0.констр}^{np}$ in the equation (2) differs from the characteristics $R_{0.кон}^{np}$ in the equation (1) in the way that in the first we use $1/\alpha_{пр}$, and in the second as it is supposed by SNiP — $1/\alpha_n$. So the characteristic $R_{0.кон}^{np}$ doesn't depend on the parameters of the air layer and covering, and $R_{0.констр}^{np}$ — depends on them.

Out of the equations (1) and (2) we obtain the formula for thermal resistance calculation of a ventilated air layer of an HFS $R_{пр}^{эф}$.

where $R_{СНиП}^{np}$ — is a reduced total thermal resistance of a wall structure with heat insulation, determined according to SNiP II-3-79*, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$; $\alpha_{пр}$ — a heat transfer coefficient in the air layer, $\text{W}/(m^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; α_n — a heat transfer coefficient of the outer surface of the envelope, $\text{W}/(m^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; $t_{ср}$ — an average temperature of the air in the air layer, $^\circ\text{C}$.

According to the calculations the value of the thermal resistance of the air layer of HFS $R_{пр}^{эф}$ in the winter period doesn't exceed $0,25 (m^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{W}$.

So having analyzed the account for efficient thermal resistance of an air layer $R_{пр}^{эф}$ in the calculation of the reduced total thermal resistance R_0^{np} of an enveloping structure with hinged facade system in the winter period we can say that its influence is not sufficient and it can be neglected. But we need to note, that in order to calculate heat losses through the enveloping structure with a hinged facade system with ventilated air layer the relative influence of thermal resistance of the air layer is more important. The thermal resistance of the air layer determines how the heat losses decrease. The efficient thermal resistance of the air layer influences the heat losses at the minimum value of thermal resistance of the wall with insulation (from the

него воздуха до поверхности утеплителя в воздушной прослойке).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маркин В.В. Энергоэффективность как фактор экономического развития // Экономика и управление. 2008. № 3 (35). С. 31—35.
2. Рымаров А.Г., Ботнар М.И. Температурный режим наружного воздуха в период активного похолодания в холодный период года с позиции теплотребления зданием // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 3. С. 87—91.
3. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: Изд-во АСВ, 2009. 292 с.
4. Умнякова Н.П. Теплозащитные свойства эксплуатируемых навесных вентилируемых фасадных конструкций // Жилищное строительство. 2011. № 2. С. 2—6.
5. Машенков А.Н., Чебурканова Е.В. Определение коэффициента теплотехнической однородности навесных фасадных систем с воздушным зазором // Строительные материалы. 2007. № 6. С. 10—12.
6. Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания // Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 3—7.
7. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // Строительные материалы. 2013. № 6. С. 14—16.
8. Гагарин В.Г., Козлов В.В. К расчету приведенного сопротивления теплопередаче фасадов с вентилируемым воздушным зазором // Строительные материалы. 2005. № 2. С. 34—36.
9. Hensen J., Bartak M., Drkal F. Modeling and Simulation of a Double-Skin Facade System // ASHRAE Transactions. 2002. Vol. 108. Part 2. Pp. 1251—1259.
10. Mingottia N., Chenvidyakarna T., Woodsb A.W. The fluid mechanics of the natural ventilation of a narrow-cavity double-skin facade // Building and Environment. 2011. Vol. 46. № 4. Pp. 807—823.
11. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И. Скорость движения воздуха в прослойке навесной фасадной системы при естественной вентиляции // Жилищное строительство. 2013. № 10. С. 14—17.
12. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором. Часть 1 // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2004. № 2. С. 20—26.

REFERENCES

1. Markin V.V. Energoeffektivnost' kak faktor ekonomicheskogo razvitiya [Energy Efficiency as a Factor of Economical Development]. *Ekonomika i upravlenie* [Economy and Management]. 2008, no. 3 (35), pp. 31—35. (In Russian)
2. Rymarov A.G., Botnar' M.I. Temperaturnyy rezhim naruzhnogo vozdukha v period aktivnogo pokholodaniya v kholodnyy period goda s pozitsii teplopotrebleniya zdaniem [Temperature Conditions of Outer Air in the Period of Fast Cooling in the Cold Period of the Year from the Point of Heat Consumption of a Building]. *Regional'naya arkhitektura i stroitel'stvo* [Regional Architecture and Construction]. 2014, no. 3, pp. 87—91. (In Russian)
3. Samarina O.D. *Teplofizika. Energoberezhenie. Energoeffektivnost'* [Thermal Physics. Energy Saving. Energy Efficiency]. Moscow, ASV Publ., 2009, 292 p. (In Russian)
4. Umnyakova N.P. Teplozashchitnye svoystva ekspluatiruemykh navesnykh ventiliruemykh fasadnykh konstruksiy [Thermal Properties of Operating Hinged Ventilated Facade Constructions]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2011, no. 2, pp. 2—6. (In Russian)
5. Mashenkov A.N., Cheburkanova E.V. Opredelenie koefitsienta teplotekhnicheskoy odnorodnosti navesnykh fasadnykh sistem s vozdushnym zazorom [Calculating Thermal and Technical Homogeneity Coefficient of Hinged Facade Systems with Air Gap]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2007, no. 6, pp. 10—12. (In Russian)
6. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. Uchet teplotekhnicheskikh neodnorodnostey ograzhdeniy pri opredelenii teplovooy nagruzki na sistemu otopeniya zdaniya [Account for Thermal and Technical Inhomogeneities of Envelopes at Defining the Thermal Load on the Heating System of Buildings]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014, no. 6, pp. 3—7. (In Russian)
7. Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Uchet teplotekhnicheskikh neodnorodnostey pri otsenke teplozashchity ograzhdayushchikh konstruksiy v Rossii i evropeyskikh stranakh [Account for Thermal and Technical Inhomogeneities at Estimating Thermal Protection of Enveloping Structures in Russia and European Countries]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2013, no. 6, pp. 14—16. (In Russian)
8. Gagarin V.G., Kozlov V.V. K raschetu privedennogo soprotivleniya teploperedache fasadov s ventiliruemyim vozdushnym zazorom [On the Calculation of Reduced Total Thermal Resistance of the Facades with Ventilated Air Gap]. *Stroitel'nye konstruksii* [Building Structures]. 2005, no. 2, pp. 34—36. (In Russian)
9. Hensen J., Bartak M., Drkal F. Modeling and Simulation of a Double-Skin Facade System. ASHRAE Transactions. 2002, vol. 108, Part 2, pp. 1251—1259.
10. Mingotti N., Chenvidyakarn T., Woods A.W. The Fluid Mechanics of the Natural Ventilation of a Narrow-Cavity Double-Skin Facade. Building and Environment. 2011, vol. 46, no. 4, pp. 807—823. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.09.015>.
11. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Lushin K.I. Skorost' dvizheniya vozdukha v prosloyke navesnoy fasadnoy sistemy pri estestvennoy ventilyatsii [Air Motion Speed in a Layer of a Hinged Façade System at Natural Ventilation]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013, no. 10, pp. 14—17. (In Russian)
12. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Tsykanovskiy E.Yu. Teplozashchita fasadov s ventiliruemyim vozdushnym zazorom [Thermal Protection of the Facades with Ventilated Air Gap]. AVOK: Ventilyatsiya, otopenie, konditsionirovanie vozdukha, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika. 2004, no. 2, pp. 20—26. (In Russian)

13. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором. Ч. 2 // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2004. № 3. С. 20—26.

14. Батинич Р. Вентилируемые фасады зданий: Проблемы строительной теплофизики, систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях // Сб. докл. IV науч.-практ. конф. М. : НИИСФ, 1999. С. 157—174.

15. Езерский В.А., Монастырев П.В. Крепежный каркас вентилируемого фасада и температурное поле наружной стены // Жилищное строительство. 2003. № 10. С. 15—18.

16. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. М. : Москомархитектура, 2002 // Бесплатная библиотека стандартов и нормативов. Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9931/index.htm>. Дата обращения: 25.01.2015.

17. СП 23-101—2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М. : Госстрой России, 2004. 141 с.

18. Gagliano A., Patania F., Nocera F., Ferlito A., Galesi A. Thermal performance of ventilated roofs during summer period // Energy and Buildings. June 2012. Vol. 49. Pp. 611—618.

19. СНиП II-3—79*. Строительная теплотехника (с Изменениями № 1—4) (не действует на территории РФ) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001234>. Дата обращения: 25.02.2015.

13. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Tsykanovskiy E.Yu. Teplozashchita fasadov s ventiliruemyim vozdushnym zazorom [Thermal Protection of the Facades with Ventilated Air Gap]. AVOK: Ventylyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukha, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika. 2004, no. 3, pp. 20—26. (In Russian)

14. Batinich R. Ventiliruemye fasady zdaniy: Problemy stroitel'noy teplofiziki, sistem obespecheniya mikroklimate i energosberezheniya v zdaniyakh [Ventilated Facades of Buildings: the Problems of Construction Thermal Physics, the Systems of Providing Microclimate and Energy Efficiency in Buildings]. *Sbornik dokladov IV nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Collection of Works of the 4th Science and Practice Conference]. Moscow, NIISF Publ., 1999, pp. 157—174. (In Russian)

15. Ezerskiy V.A., Monastyrev P.V. Krepezhnyy karkas ventiliruемого fasada i temperaturnoye pole naruzhnoy steny [Fixing Frame of a Ventilated Façade and Temperature Field of the Outer Wall]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2003, no. 10, pp. 15—18. (In Russian)

16. Rekomendatsii po proektirovaniyu navesnykh fasadnykh sistem s ventiliruemyim vozdushnym zazorom dlya novogo stroitel'stva i rekonstruktsii zdaniy [Recommendations on Design of Hinged Façade Systems with Ventilated Air Gap for New Construction and Reconstruction of Buildings]. Moscow, Moskomarkhitektura Publ., 2002. *Besplatnaya biblioteka standartov i normativov* [Free Library of Standards and Norms]. Available at: <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9931/index.htm>. Date of access: 25.01.2015. (In Russian)

17. SP 23-101—2004. *Proektirovanie teplovooy zashchity zdaniy* [Requirements SP 23-101—2004. Design of Heat Protection of Buildings]. Moscow, Gosstroy Rossii Publ., 2004, 141 p.

18. Gagliano A., Patania F., Nocera F., Ferlito A., Galesi A. Thermal Performance of Ventilated Roofs During Summer Period. *Energy and Buildings*. June 2012, vol. 49, pp. 611—618. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.007>.

19. SNiP II-3—79*. *Stroitel'naya teplotekhnika (s Izmeneniyami № 1—4) (ne deystvuet na territorii RF)* [Construction Norms SNiP II-3—79*. Construction Heat Engineering (with Amendments no. 1—4) (Not Valid on RF Territory)]. *Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii* [Electronic Fund of Legal and Normative-Technical Documentation]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/871001234>. Date of access: 25.02.2015. (In Russian)

Received in March 2015

Поступила в редакцию в марте 2015 г.

Об авторах: Гагарин Владимир Геннадьевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой отопления и вентиляции, Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (499) 188-36-07, ov@mgsu.ru;

Плющенко Наталья Юрьевна — ассистент кафедры отопления и вентиляции, Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, ov@mgsu.ru.

About the authors: Gagarin Vladimir Genad'evich — Doctor of Technical Sciences, Professor, chair, Department of Heating and Ventilation, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (499) 188-36-07; ov@mgsu.ru;

Plyushchenko Natal'ya Yur'evna — Assistant Lecturer, Department of Heating and Ventilation, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ov@mgsu.ru.

Для цитирования:

Гагарин В.Г., Плющенко Н.Ю. Определение термического сопротивления вентилируемой прослойки НФС // Строительство: наука и образование. 2015. № 1. Ст. . Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

Gagarin V.G., Plyushchenko N.Yu. Opredelenie termicheskogo soprotivleniya ventiliruемой prosloyki NFS [Determining the Thermal Resistance of a Ventilated Hinged Façade System Layer]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2015, no. 1. Available at: <http://www.nso-journal.ru>.