

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/136TVN316.pdf>

Статья опубликована 28.06.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Рыбаков М.М. Влияние конструкций навесной фасадной системы на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/136TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 699.86

Рыбаков Михаил Михайлович

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский Государственный Университет», Россия, Челябинск¹
Кафедра «Технологии строительного производства»

Аспирант

E-mail: Rybakov.mixail@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=557930

Влияние конструкций навесной фасадной системы на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос

Аннотация. В статье рассматривается проблема малоизученности тепловлажностного режима краевых зон ограждающих конструкций здания, таких как оконный откос. В качестве обоснования необходимости проведения подобного рода исследований определяется влияние конструкций навесной фасадной системы на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос.

С помощью компьютерного имитационного моделирования температурного поля определяется значение дополнительной мощности теплового потока через узел оконного откоса при устройстве откоса из оцинкованной стали и из алюминий-пластиковой композитной панели, так как данные варианты являются одними из самых распространенных при устройстве навесной фасадной системы. Моделирование проводится для трехмерного узла откоса, так как данная зона имеет большое количество точечных теплопроводных включений, которые необходимо моделировать только в 3d по требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». По результатам моделирования производится оценка влияния конструкций навесной фасадной системы на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос на основе сравнения со значениями при устройстве штукатурного фасада, так как штукатурный фасад не имеет включений, присущих навесной системе.

Ключевые слова: приведенное сопротивление теплопередаче; навесная фасадная система; вентилируемый фасад; оконный откос; светопрозрачные конструкции; тепловой поток; краевые зоны; математическое моделирование; дополнительные потери теплоты

В настоящее время остро стоит проблема энергоэффективности в строительной отрасли. Ряд документов, таких как ФЗ от 23.11.2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные

¹ 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

законодательные акты Российской Федерации”, ФЗ от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ “Технический регламент о безопасности зданий и сооружений”, СП 50.13330.2012 “Тепловая защита зданий”, СНиП 31-01-2003 “Здания жилые многоквартирные”, СТО 17532043-001-2005 “Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий” и другие, свидетельствует о важности эффективного использования энергетических ресурсов. Многие исследования направлены на решение этих вопросов с помощью разработки новых конструктивных решений и технологий, совершенствования архитектурно-планировочных решений. Стоит отметить значимость температурно-влажностного режима ограждающих конструкций здания в этой области.

Повышение энергоэффективности может достигаться за счет увеличения сопротивления теплопередаче внешней оболочки здания. При этом всю оболочку можно разбить на три составляющих: кровля, наружные стены и светопрозрачные конструкции. Но рассматривать все составляющие по отдельности не рационально, ведь большую роль играют, так называемые, краевые зоны, возникающие на месте стыка различных конструкций. К ним относятся сопряжения наружных стен с внутренними и с перекрытием, перекрытия теплого чердака и техподполья, внешний и внутренний углы ограждающих конструкций, а также оконный откос и другие. Эти зоны опасны тем, что устраиваются, как правило, с теплопроводными включениями, и вызывают понижение сопротивления теплопередаче. Но зачастую в теплотехнических расчетах эти зоны не учитываются, из-за чего величина сопротивления теплопередаче определяется некорректно.

В последние годы все большую популярность приобретают конструкции навесных фасадных систем с воздушным зазором. На фоне общего повышения требований к энергоэффективности зданий эти конструкции зарекомендовали себя с хорошей стороны из-за ряда достоинств, таких как: непрерывный теплозащитный слой, который не влияет на потерю внутреннего пространства помещений; вентилируемый зазор, который способствует удалению влаги из стен; возможность монтажа практически для любых зданий, что позволяет применять эту систему при реконструкции и др. [1].

Исследованиями температурно-влажностного режима наружных ограждающих конструкций, в частности с устройством навесной фасадной системы, занимались П.В. Монастырев [1], В.Н. Богословский [2], В.Г. Гагарин [3, 4], Ю.А. Матросов [5, 6], В.Н. Мачинский [7], В.К. Савин [8, 9], К.Ф. Фокин [10] и другие. Но лишь небольшая часть исследований затрагивает расчет температурно-влажностного режима в краевых зонах [11–16], при том, что согласно статье [12] совершенствование конструктивного решения наружных ограждений может привести к снижению трансмиссионных теплопотерь через оболочку здания на значительную величину, до 29%. Температурно-влажностный режим в краевых зонах оказывает существенное влияние на энергопотребление здания. Это говорит о том, что совершенствование краевых зон ограждающих конструкций имеет высокий потенциал.

В данной статье определено влияние конструкций навесной фасадной системы на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос.

В конструкции навесной фасадной системы существует два принципиально разных и самых распространенных вида выполнения примыкания к оконному откосу:

- из оцинкованной стали (рис. 1А);
- из алюминий-пластиковой композитной панели (рис. 1Б).

В качестве примера были выбраны навесные фасадные системы “Альт-Фасад-01” с примыканием из оцинкованной стали с полимерным покрытием (рис. 1А) и “Альт-Фасад-06”

с примыканием из алюминий-пластиковой композитной панели (АПКП) (рис. 1Б) производства ООО «Альтернатива».

Откосы выполнены в соответствии с экспертным заключением о проведении пожарных испытаний, технической оценкой и альбомом технических решений на навесные теплоизоляционные фасадные системы «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-06».

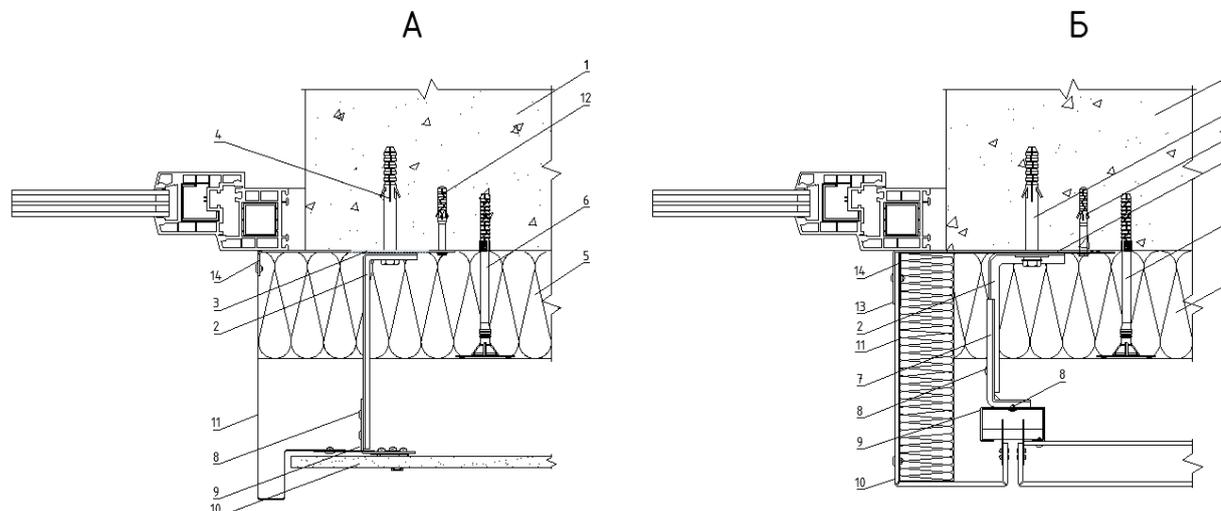


Рисунок 1. Схемы оконных откосов: А – откос из оцинкованной стали; Б – откос из АПКП.

- 1 – основание; 2 – кронштейн несущий; 3 – термоизолирующая прокладка; 4 – анкерный дюбель; 5 – теплоизоляционная минераловатная плита; 6 – тарельчатый дюбель; 7 – удлинитель кронштейна; 8 – заклепка вытяжная; 9 – профиль несущий; 10 – облицовочный экран; 11 – противопожарный короб из оцинкованной стали; 12 – дюбель-гвоздь; 13 – уголок из оцинкованной стали; 14 – полоса из оцинкованной стали (разработано автором)

Для определения влияния конструкций навесной фасадной системы проводится сравнение дополнительной мощности теплового потока через откос с отделкой из штукатурного фасада (рис. 2) с откосом с устройством навесной фасадной системы, так как штукатурный фасад не имеет дополнительных теплопроводных включений в зоне оконного откоса, присущих навесным фасадам.

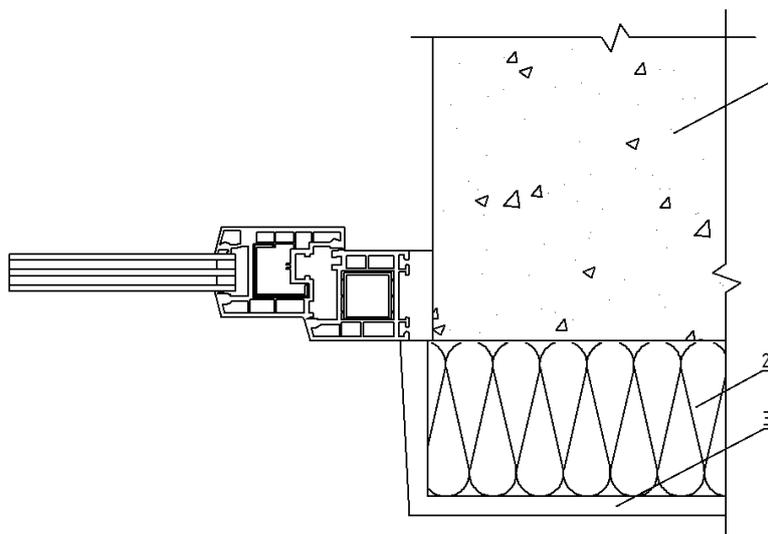


Рисунок 2. Откос с отделкой штукатурным фасадом. 1 – основание; 2 – теплоизоляционная минераловатная плита; 3 – штукатурка (разработано автором)

Методика определения дополнительных теплопотерь через оконный откос

Определение дополнительной мощности теплового потока определено с помощью моделирования температурных полей. Так как в рассчитываемом узле присутствуют точечные теплопроводные включения, то необходимо проводить моделирование трехмерных полей.

Расчетные характеристики используемых материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные характеристики материалов (составлено автором)

№ п.п.	Материал	Толщина, м	Плотность материала, кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности*, Вт/(м·°С)
1	Пенобетонный блок	0,3	400	0,15
2	Минераловатный утеплитель	0,1	80	0,041
3	Прокладка термоизолирующая (паронитовая)	0,002	1600	0,25
4	Фасадный дюбель с пластиковой пробкой	-	7850	58
5	Кронштейн несущий	-	7850	58
6	Оконный профиль	0,058	-	0,8
7	Стекло оконное	-	2500	1,15
8	Воздушная прослойка	-	1,3	0,0529
9	Дистанционная рамка	-	-	200
10	Оцинкованная сталь	0,00055	7850	58
11	АПКП	0,004	1950	0,21
12	Керамический гранит	0,01	2400	1,8
13	Декоративная штукатурка	0,015	1800	0,9

* - для условий эксплуатации Б согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» наружную облицовку можно не учитывать при моделировании, но для полноты картины было принято решение включить ее в расчет.

Для составленной модели были заданы граничные условия третьего рода:

1. Температура окружающего воздуха:
 - температура внутреннего воздуха $t_{в}=22^{\circ}\text{C}$;
 - температура наружного воздуха $t_{н}=-34^{\circ}\text{C}$ (согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» для г. Челябинска);
 - температура воздуха в прослойке $t_{п}=-34^{\circ}\text{C}$ (согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» для г. Челябинска).
2. Коэффициенты теплоотдачи поверхностей:
 - внутренней поверхности стены $\alpha_{в_стены}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - внутренней поверхности окна $\alpha_{в_окна}=8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - наружной поверхности $\alpha_{н}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$;
 - в прослойке $\alpha_{п}=12 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$.

Результаты расчета температурных полей представлены на рис. 3 и рис. 4.

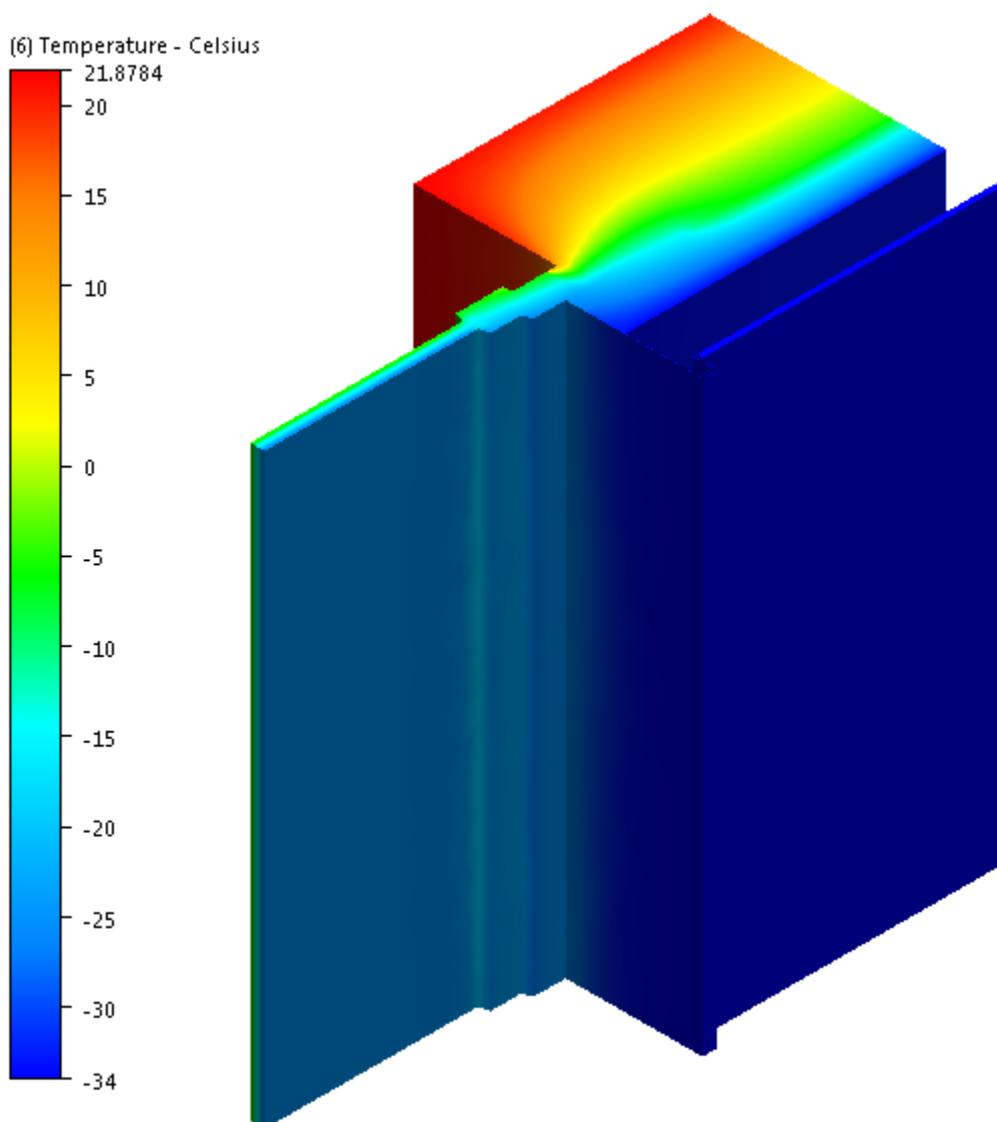


Рисунок 3. Температурные поля откоса из оцинкованной стали (разработано автором)

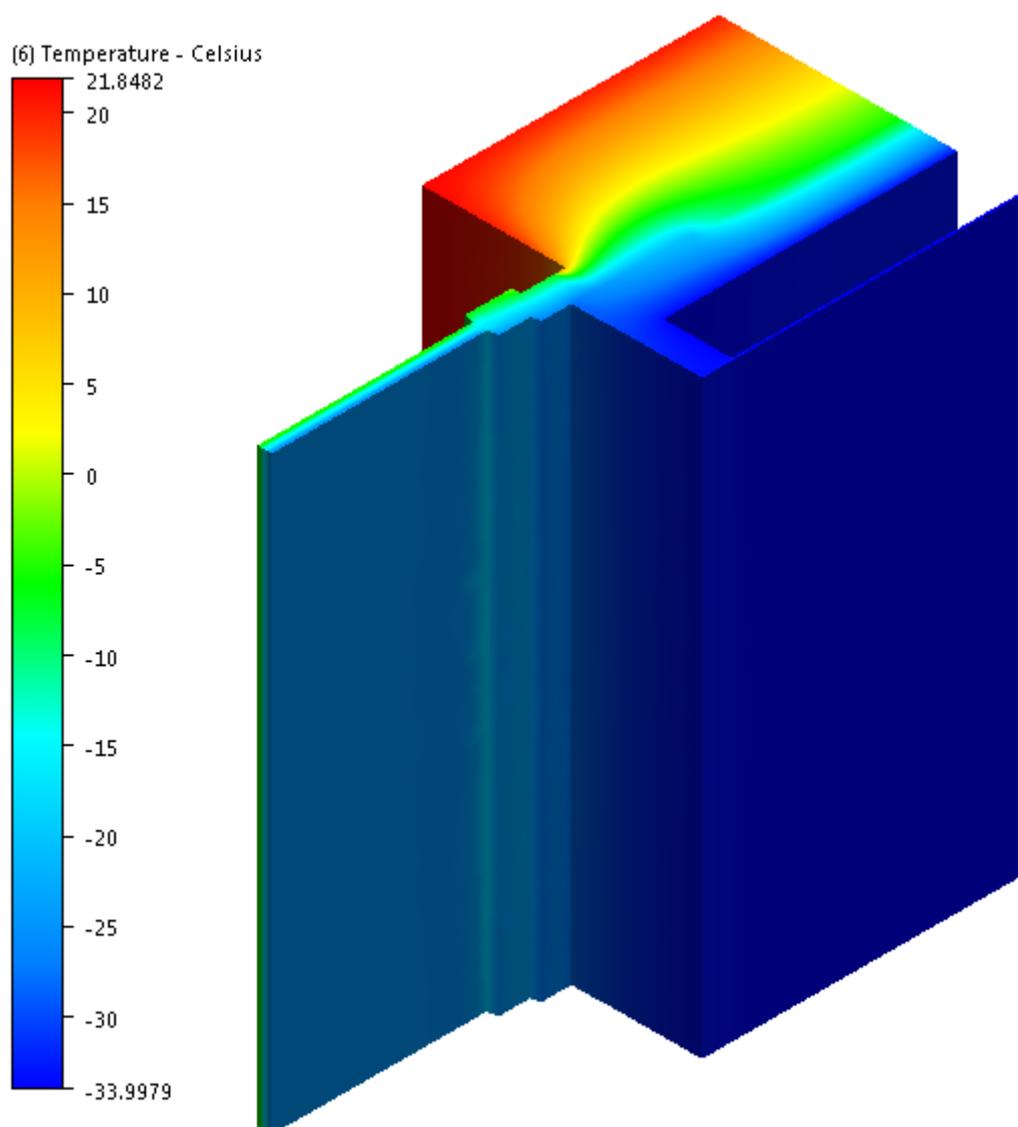


Рисунок 4. Температурные поля откоса из АПКП (разработано автором)

После расчета температурных полей определяется величина дополнительной мощности теплового потока через оконный откос.

Дополнительная мощность теплового потока через узел оконного откоса, приходящаяся на 1м периметра оконного откоса ($Q_{дон}$) определяется по результатам расчета температурных полей по формуле:

$$Q_{дон} = Q_a - Q_{усл}, \text{ где} \quad (1)$$

Q_a – мощность потока теплоты через участок оконного откоса, приходящей на 1 м периметра оконного проема;

$Q_{усл}$ – мощность теплового потока, проходящего через условную конструкцию (по глади стены) тех же размеров.

Оценив расхождение значений $Q_{дон}$ для различных типов откосов, мы определим влияние конструкций навесной фасадной системы на изменение теплового поля откоса.

Таблица 2

Результаты расчета дополнительной плотности теплового потока (составлено автором)

№ п.п.	Определяемая величина	Штукатурный фасад	Вентилируемый фасад с оцинкованным откосом	Вентилируемый фасад с откосом из АПКП
1	Мощность потока теплоты через участок оконного откоса, приходящей на 1 м периметра оконного проема, Q_a , Вт/м	12,141	16,098	17,996
2	Мощность теплового потока, проходящего через условную конструкцию (по глади стены) тех же размеров, $Q_{усл}$, Вт/м	6,073	6,404	6,404
3	Дополнительная мощность теплового потока через узел оконного откоса, приходящаяся на 1 м периметра оконного откоса, $Q_{дон}$, Вт/м	6,068	9,694	11,592
4	Влияние конструкций НФС, %	-	59,8	91,0

Конструкции навесной фасадной системы (особенно несущий кронштейн и дюбели) значительно изменяют температурное поле в зоне оконного откоса по сравнению со штукатурным фасадом. Значение дополнительной мощности теплового потока от влияния оконного откоса увеличивается при использовании навесной фасадной системы на 59,8% при устройстве откоса из оцинкованной стали и на 91,0% при устройстве откоса из алюминий-пластиковой композитной панели. В свою очередь это уменьшает значение приведенного сопротивления теплопередаче, и увеличивает затраты на отопление. Конструкции навесной фасадной системы обязательно должны быть учтены при выполнении теплотехнического расчета не только при определении сопротивления передаче глади стены, но и особенно при определении дополнительных теплопотерь через различные краевые зоны, будь то оконный откос, угол здания, примыкание к конструкциям кровли и т.д. Вблизи этих краевых зон могут появляться дополнительные точки крепления навесной фасадной системы, возникать новые теплопроводные включения, которые должны быть учтены при моделировании температурных полей.

Данные результаты также показывают, что каждая конструкция ограждающей оболочки здания оказывает влияние на распределение температурных полей. Особо важно понимать и видеть, какие конструкции могут повлиять на различные краевые зоны, и учитывать их в расчете. При этом даже если конструкция не оказывает существенное влияние на величину приведенного сопротивления теплопередаче, суммарное влияние ряда таких неучтенных конструкций может вызвать существенное отклонение приведенного сопротивления теплопередаче от фактического значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монастырев П.В. Физико-технические и конструктивно-технологические основы термомодернизации ограждающих конструкций жилых зданий (на примере центрально-черноземного региона): дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.01. Тамбов, 2005. 345 с.
2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). СПб.: АВОК Северо-Запад, 2006. 399 с.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Мехнецов И.А. Продольная фильтрация воздуха в современных ограждающих конструкциях / АВОК. 2005. №8. С. 60-74.
4. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором. Часть 1 / АВОК. 2004. №2. С. 20-28.
5. Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Энергоэффективность и теплозащита зданий: учеб. пособие для вузов по специальности 270102 "Пром. и гражд. стр-во". М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. 396 с.
6. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. М.: НИИСФ, 2008. 496 с.
7. Мачинский В.Д. Теплотехнические основы строительства М.: Стройиздат, 1949. 325 с.
8. Савин В.К. Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение. М.: Лазурь, 2005. 432 с.
9. Савин В.К. Строительная физика. Энергоэкономика. М.: Лазурь, 2011. 418 с.
10. Фокин К.В. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: "АВОК-ПРЕСС", 2006. 256 с.
11. Крайнов Д.В. Сафин И.Ш. Любимцев А.С. Расчет дополнительных теплопотерь через теплопроводные включения ограждающих конструкций (на примере узла оконного откоса) / Инженерно-строительный журнал. 2010. №6 (16). С. 17-22.
12. Корниенко С.В. Оценка влияния краевых зон ограждающих конструкций на теплозащиту и энергоэффективность зданий / Инженерно-строительный журнал. 2011. №8. – С. 5-12.
13. Корниенко С.В. Температурный режим оконных откосов / Светопрозрачные конструкции. 2007. №6. С. 10-11.
14. Самарин О.Д. О температуре на внутренней поверхности оконных откосов и их теплотехнической безопасности / Светопрозрачные конструкции. 2007. №3. С. 14-17.
15. Рыбаков М.М. Оценка влияния факторов устройства светопрозрачных конструкций на теплозащитные свойства гражданских зданий / ЮУрГУ. Челябинск, 2015. С. 108-115.
16. Рыбаков М.М. Факторы, влияющие на теплопередачу через узел оконного откоса // Интернет-журнал «Науковедение», 2016. №2 (8) [Электронный ресурс] - М.: Науковедение, 2016. - Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/55TVN216.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Rybakov Mikhail Mikhailovich
South Ural state university, Russia, Chelyabinsk
E-mail: Rybakov.mixail@mail.ru

Impact of the curtain wall system structures on the value of secondary power of the heat flow through the window jamb

Abstract. The article considers an insufficiently studied problem of the heat and moist regime of the building enclosure boundary zones, such as the window jambs. To substantiate a necessity for such-like research, the impact of the curtain wall system structures on the value of the secondary power of the heat flow through the window jamb was determined.

The value of the secondary power of the heat flow through the window jamb unit on the stipulation that the jamb is made of galvanized steel and the aluminum-plastic composite panel, as these versions are among the most common when mounting the curtain wall system, is determined with the help of computer simulation modeling of the temperature field. Simulation modeling is carried out for the three-dimensional jamb unit, as this zone has a large number of point heat-conducting inclusions, which are to be modeled only in 3d as required by Construction Regulations CR JV 50.13330.2012 "Thermal protection of buildings". According to results of modeling the impact assessment of the curtain wall system structures on the value of the secondary power of the heat flow through the window jamb is carried out on the basis of a comparison with the values when mounting plaster facade, as the plaster one has no inclusions inherent a hinged system.

Keywords: reduced total thermal resistance; a hinged facade system; ventilated facade; window jamb; translucent structures; heat flow; marginal zones; mathematic modeling; supplementary heat losses

REFERENCES

1. Monastyrev P.V. Fiziko-tekhnicheskie i konstruktivno-tehnologicheskie osnovy termomodernizatsii ograzhdayushchikh konstruksiy zhilykh zdaniy (na primere tsentral'no-chernozemnogo regiona): dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.23.01. Tambov, 2005. 345 s.
2. Bogoslovskiy V.N. Stroitel'naya teplofizika (teplofizicheskie osnovy otopeniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha). SPb.: AVOK Severo-Zapad, 2006. 399 s.
3. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Mekhnetsov I.A. Prodol'naya fil'tratsiya vozdukha v sovremennykh ograzhdayushchikh konstruksiyakh / AVOK. 2005. №8. S. 60-74.
4. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Tsykanovskiy E.Yu. Teplozashchita fasadov s ventiliruемым vozдушным zazorom. Chast' 1 / AVOK. 2004. №2. S. 20-28.
5. Belyaev V.S., Granik Yu.G., Matrosov Yu.A. Energoeffektivnost' i teplozashchita zdaniy: ucheb. posobie dlya vuzov po spetsial'nosti 270102 "Prom. i grazhd. str-vo". M.: Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2012. 396 s.
6. Matrosov Yu.A. Energoberezhenie v zdaniyakh. Problema i puti ee resheniya. M.: NIISF, 2008. 496 s.
7. Machinskiy V.D. Teplotekhnicheskie osnovy stroitel'stva M.: Stroyizdat, 1949. 325 s.
8. Savin V.K. Stroitel'naya fizika: energoperenos, energoeffektivnost', energoberezhenie. M.: Lazur', 2005. 432 s.
9. Savin V.K. Stroitel'naya fizika. Energoekonomika. M.: Lazur', 2011. 418 s.
10. Fokin K.V. Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchikh chastey zdaniy. M.: "AVOK-PRESS", 2006. 256 s.
11. Kraynov D.V., Safin I.Sh., Lyubimtsev A.S. Raschet dopolnitel'nykh teplopoter' cherez teploprovodnye vklyucheniya ograzhdayushchikh konstruksiy (na primere uzla okonnogo otkosa) / Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2010. №6 (16). S. 17-22.
12. Kornienko S.V. Otsenka vliyaniya kraevykh zon ograzhdayushchikh konstruksiy na teplozashchitu i energoeffektivnost' zdaniy / Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2011. №8. – S. 5-12.
13. Kornienko S.V. Temperaturnyy rezhim okonnykh otkosov / Svetoprozrachnye konstruksii. 2007. №6. S. 10-11.
14. Samarin O.D. O temperature na vnutrenney poverkhnosti okonnykh otkosov i ikh teplotekhnicheskoy bezopasnosti / Svetoprozrachnye konstruksii. 2007. №3. S. 14-17.
15. Rybakov M.M. Otsenka vliyaniya faktorov ustroystva svetoprozrachnykh konstruksiy na teplozashchitnye svoystva grazhdanskikh zdaniy / YuUrGU. Chelyabinsk, 2015. S. 108-115.
16. Rybakov M.M. Faktory, vliyayushchie na teploperedachu cherez uzel okonnogo otkosa // Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2016. №2 (8) [Elektronnyy resurs] - M.: Naukovedenie, 2016. - Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/55TVN216.pdf>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana. – Yaz. rus., angl.