

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

Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-2>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/55TVN216.pdf>

DOI: 10.15862/55TVN216 (<http://dx.doi.org/10.15862/55TVN216>)

Статья опубликована 04.04.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Рыбаков М.М. Факторы, влияющие на теплопередачу через узел оконного откоса // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/55TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/55TVN216

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

Факторы, влияющие на теплопередачу через узел оконного откоса

Аннотация. В статье рассмотрена проблема расчета дополнительных тепловых потерь через узел оконного откоса. Выполнено обобщение всех факторов, влияющих на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос. Выбор данных факторов проведен на основе существующих исследований и модели распределения теплового потока в узле оконного откоса, а также конструктивных особенностей выполнения данного узла при возведении каркасных зданий. Выполнен обзор существующих исследований выявленных факторов различных авторов. Данные, полученные в исследованиях, представлены в статье.

Выполнено математическое моделирование выявленных факторов с помощью программного комплекса «ELCUT». Для каждого фактора определены минимальное, среднее и максимальное значения и рассчитаны мощность потока теплоты через участок оконного откоса, мощность теплового потока, проходящего через оконную конструкцию (по глади стены) и дополнительная мощность теплового потока через узел оконного откоса на 1 погонный метр длины откоса. По величине дополнительной мощности теплового потока выявлено процентное влияние данного фактора на тепловые потери через узел оконного откоса. Для каждого из факторов определена их значимость и необходимость учета при выполнении теплотехнических расчетов.

Ключевые слова: тепловой поток; дополнительные потери теплоты; краевые зоны; каркасные здания; оконный откос; математическое моделирование; теплопередача; светопрозрачные конструкции; факторы теплопередачи

Оконный откос – одна из самых ответственных краевых зон ограждающей оболочки здания. По сравнению даже с наружными углами и стыками между стенами и перекрытиями они отличаются наибольшим понижением температуры по сравнению с внутренней

¹ 454017, г. Челябинск, ул. Богдана Хмельницкого, д. 6, кв. 18

поверхностью стены [1]. Многие исследователи [1; 4; 7; 8; 9; 11] говорят о важности учета данной зоны при определении приведенного сопротивления теплопередаче, некоторые из них выделяют наиболее значимые факторы, влияющие на дополнительную мощность теплового потока через узел оконного откоса. К этим факторам относятся:

Исследование конструкций оконных систем, узла оконного откоса, а также особенностей выполнения монтажа светопрозрачных конструкций позволило определить полный перечень факторов, влияющих на дополнительную мощность теплового потока через узел оконного откоса. К этим факторам относятся:

- толщина стены и коэффициент теплопроводности материала стены;
- толщина утепления (внутреннего и наружного) и коэффициент теплопроводности материала утеплителя;
- толщина утепления откосов и коэффициент теплопроводности материала утепления откосов;
- положение оконной коробки по ширине проема;
- толщина оконного профиля, его материал и коэффициент теплопроводности;
- ширина монтажного шва и коэффициент теплопроводности заполнения монтажного шва;
- размеры термовкладыша и коэффициент теплопроводности материала термовкладыша;
- высота перемычки и коэффициент теплопроводности материала перемычки (для верхнего откоса);
- тип дистанционной рамки;
- коэффициент теплопроводности стеклопакета;
- формула стеклопакета (толщина стекол и межстекольного расстояния и количество камер).

В статье подведены итоги по данным исследованиям и определено, какое влияние оказывает каждый фактор на величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос.

При определении влияния фактора его значение принималось от минимального до максимального по результатам натурных обмеров и исследованиям нормативной литературы. Значения остальных факторов при это принимались средними.

Все расчеты производились с помощью компьютерного моделирования с использованием ПК «ELCUT».

Толщина стены и коэффициент теплопроводности материала стены (рис. 1)

В работе [2] говорится, что при увеличении толщины стены увеличиваются и дополнительные потери через оконный откос. На основании этого можно сделать вывод, что толщина утепления и коэффициенты теплопроводности материала стены и утеплителя также оказывают влияние на дополнительную мощность теплового потока через оконный откос.

Толщина стен может варьироваться от 0,12 до 0,64 м. При определении влияния коэффициента теплопроводности стены его значения изменялись от 0,12 Вт/(м⁰С) до 2,05 Вт/(м⁰С) [3; 5].

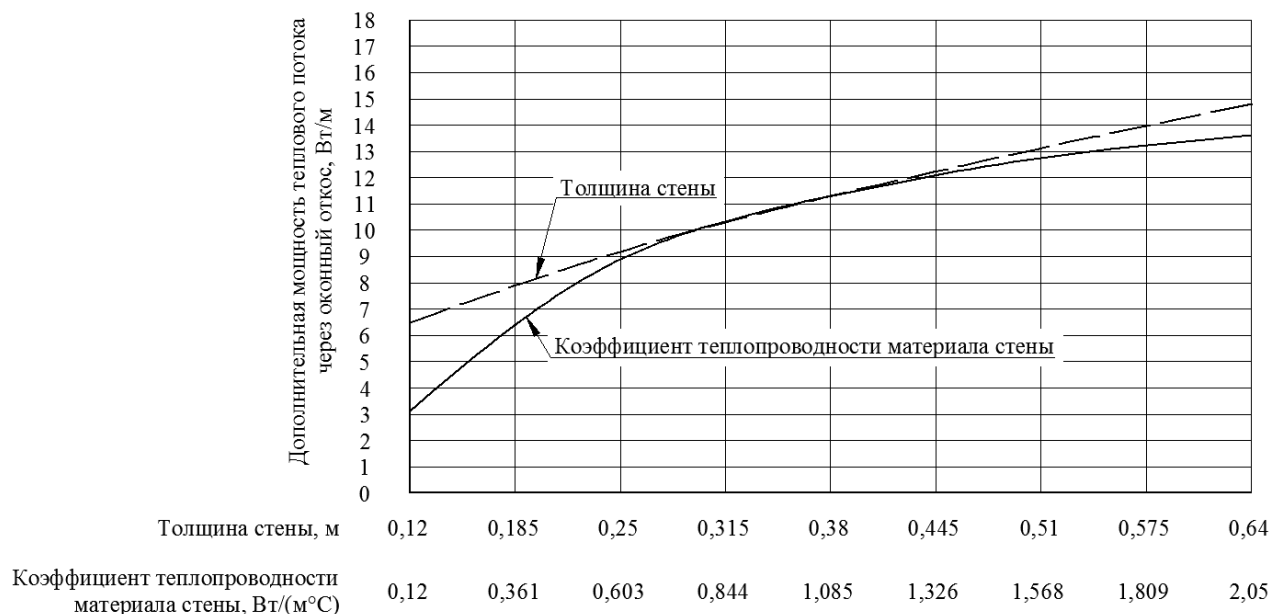


Рисунок 1. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от толщины стены и коэффициента теплопроводности материала стены (разработано автором)

Из расчета видно, что увеличение дополнительной мощности теплового потока составляет 132,7% при увеличении толщины стены от 120 мм до 640 мм.

Расчет показал, что дополнительная мощность теплового потока увеличивается на 33,7% с увеличением коэффициента теплопроводности материала стены от 0,12 Вт/(м·°С) до 2,05 Вт/(м·°С).

Толщина утепления стены и коэффициент теплопроводности материала утеплителя (рис. 2)

Внутреннее утепление в данной работе не рассматривается, так как анализ строящихся и реконструируемых зданий показал, что оно практически никогда не применяется.

Толщина теплоизоляционного слоя может изменяться от 0,04 до 0,25 м [3; 5]

Исходя из того, что в качестве утепления могут использоваться пенополистирольные плиты и плиты из минеральной ваты с каменным или стекловолокном, коэффициент теплопроводности от 0,03 до 0,09 Вт/(м·°С) [3; 5].

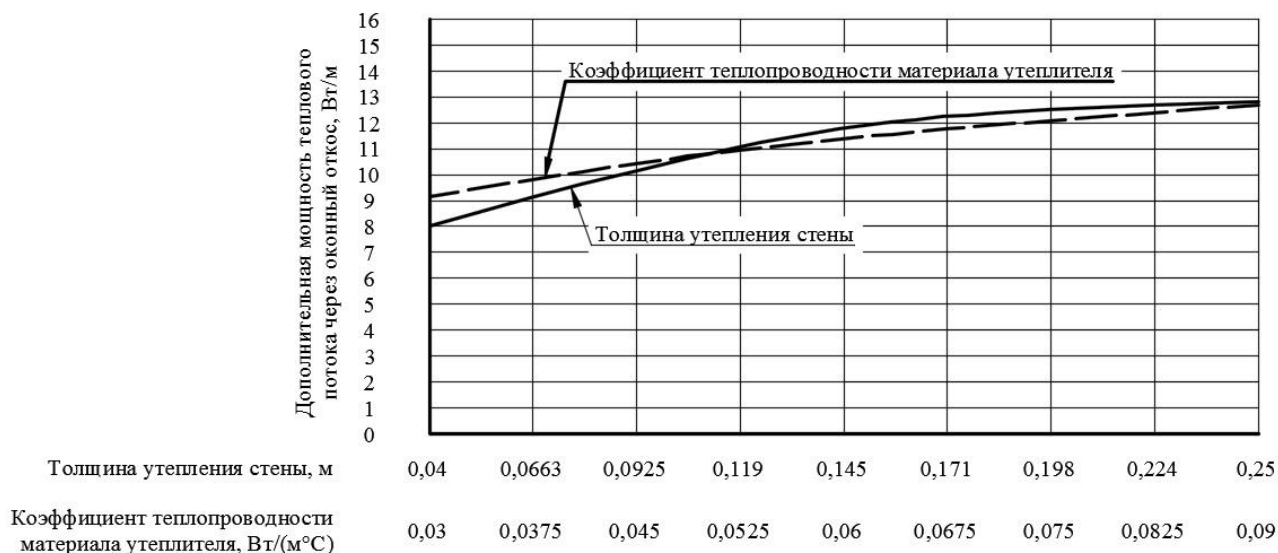


Рисунок 2. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от толщины утепления стены и коэффициента теплопроводности материала утеплителя (разработано автором)

В результате расчета было определено, что увеличение толщины утепления от 40мм до 250мм увеличивает значение дополнительной мощности теплового потока на 59,3%.

Увеличение коэффициента теплопроводности утеплителя привело к увеличению дополнительной мощности теплового потока на 38,9%.

Положение оконной коробки по ширине проема (рис. 3)

В работе [2] говорится, что при перемещении коробки к внутренней поверхности стены тепловые потери через откосы уменьшаются, но на внутренней поверхности стены температура стены вблизи окна понижается.

В статье [5] для решения проблемы больших тепловых потерь через оконный откос рекомендуется сместить оконную коробку к центру стены.

По результатам расчетов, проведенных в диссертации [6] влияние местоположения окна на тепловые потери через оконные откосы дает следующие результаты: увеличение тепловых потерь по сравнению с кирпичной стеной без проема составляет 18,14 и 16% соответственно при расстоянии от оконного блока до наружной грани стены 120, 250 и 380 мм.

По ширине проема оконная коробка может занимать любое положение при устройстве стен без четверти.

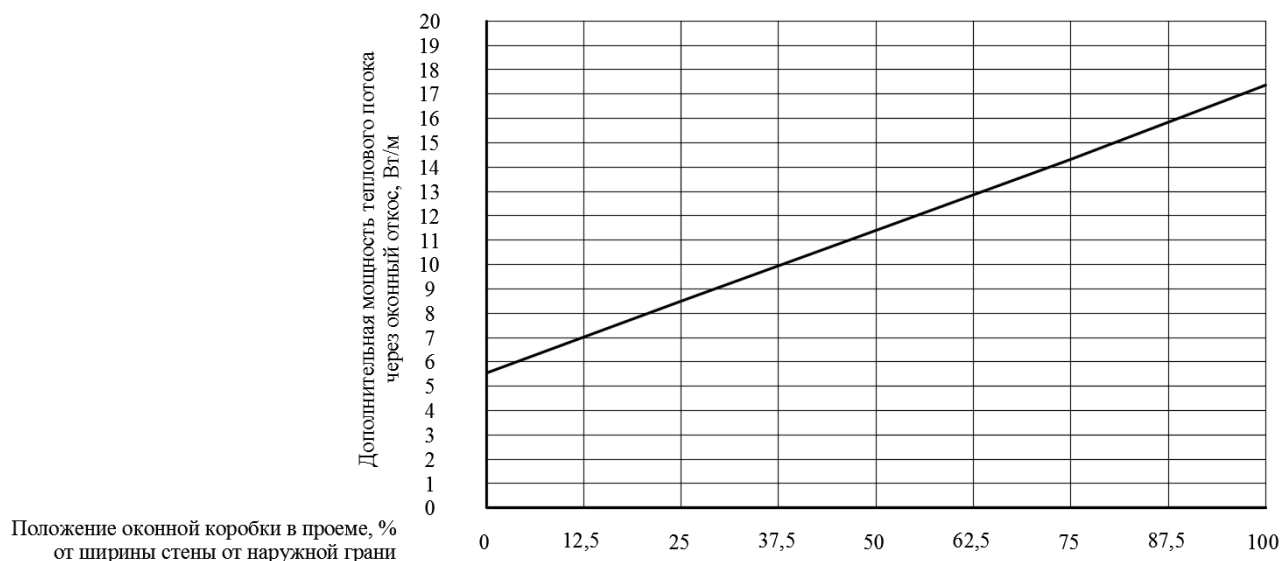


Рисунок 3. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от положения оконной коробки в проеме (разработано автором)

Перемещение оконной коробки от наружной грани к внутренней увеличивает величину дополнительной мощности теплового потока на 213%.

Утепление внутреннего откоса

В работе [7] говорится, что утепление внутреннего откоса крайне отрицательно сказывается на теплофизических свойствах ограждения. Оконная коробка остается в холодной зоне, а утеплитель препятствует прогреву откоса. Вследствие этого происходит конденсирование и накапливание влаги в утеплителе.

Данное исследование подтвердило результат, описанный в статье [7], поэтому в дальнейшем данный фактор рассматриваться не будет.

Ширина монтажного шва и коэффициент теплопроводности заполнения монтажного шва (рис. 4)

В работе [8] говорится, что использование для заполнения монтажного шва более теплопроводного материала приводит к увеличению плотности теплового потока и, как следствие, потерь тепла.

Ширина монтажного шва регламентируется ГОСТ 30971-2012 «Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия», но по результатам проверок на строительных площадках были обнаружены отклонения от норматива, поэтому ширина монтажного шва принята от 0,01 до 0,08 м.

Значения коэффициента теплопроводности заполнения монтажного шва были определены по ГОСТ 30971-2012 «Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия» и приняты от 0,02 Вт/(м·°С) до 0,15 Вт/(м·°С).

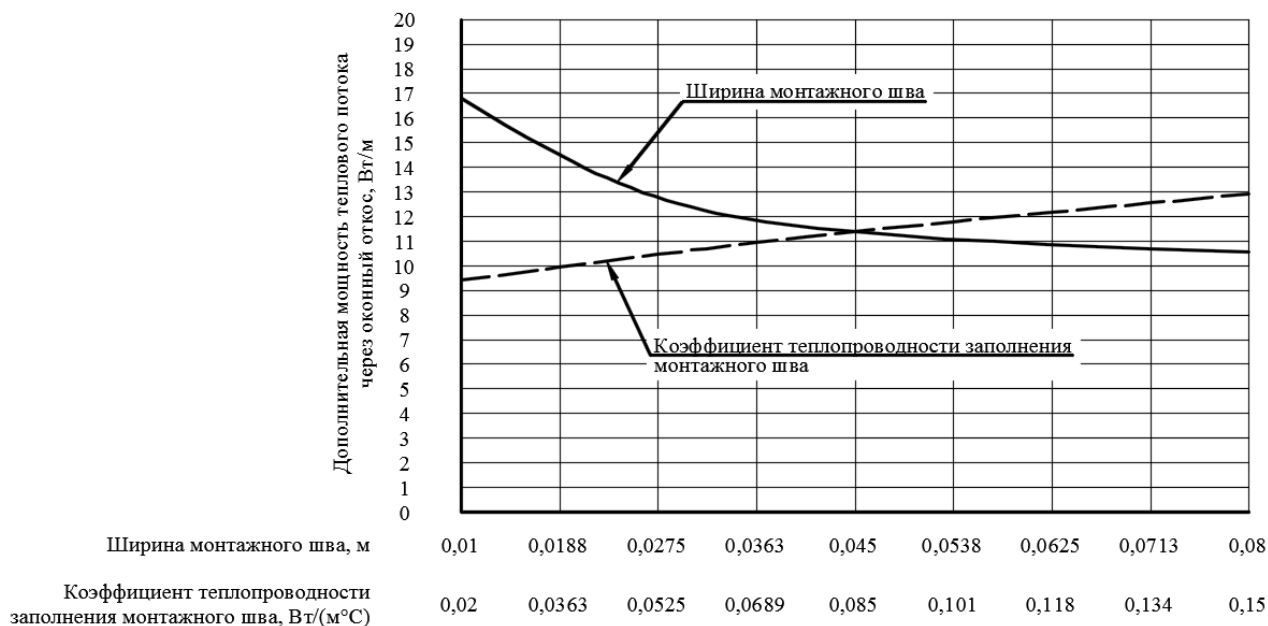


Рисунок 4. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от ширины монтажного шва и коэффициента теплопроводности заполнения монтажного шва (разработано автором)

Уменьшение дополнительной мощности теплового потока на 58,8% говорит об использовании в качестве заполнения монтажного шва материала с меньшим коэффициентом теплопроводности, чем у оконного профиля. Хочется отметить, что использование величин монтажного шва, не соответствующих ГОСТ 30971-2012 «Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия» не рекомендуется по требованиям воздухо- и паропроницаемости и прочности.

Выявлено увеличение дополнительной мощности теплового потока на 37,1% при увеличении коэффициента теплопроводности материала заполнения монтажного шва от 0,02 Вт/(м°С) до 0,15 Вт/(м°С).

Толщина оконного профиля (рис. 5)

Согласно работе [6] при увеличении толщины оконной коробки уменьшаются дополнительные потери тепла через оконный откос. Логично предположить, что и коэффициент теплопроводности оконного профиля также будет влиять на дополнительную мощность теплового потока.

Толщина оконного профиля может варьироваться от 0,06 до 0,1 м при установке в стены толщиной от 0,12 м.

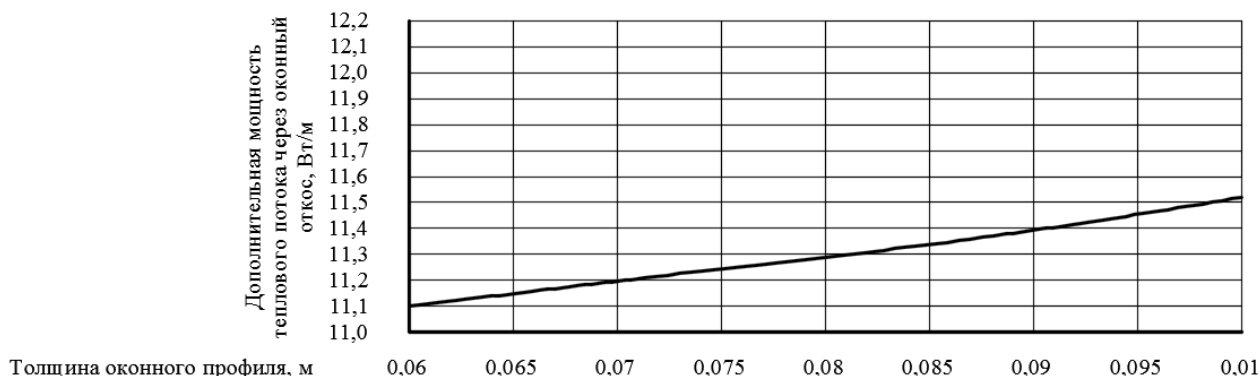


Рисунок 5. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от толщины оконного профиля (разработано автором)

Расчет показал увеличение дополнительной мощности теплового потока через откос на 3,8% с увеличением толщины оконного профиля.

Тип оконного профиля (рис. 6)

При проведении исследования профили из ПВХ были приняты однородными, так как коэффициенты теплопроводности основных материалов данного профиля – ПВХ и воздуха близки друг к другу (0,19 Вт/(м⁰С) и 0,15 Вт/(м⁰С) соответственно). Это позволило варьировать величину коэффициента теплопроводности профиля от 0,1 до 1,3 Вт/(м⁰С).

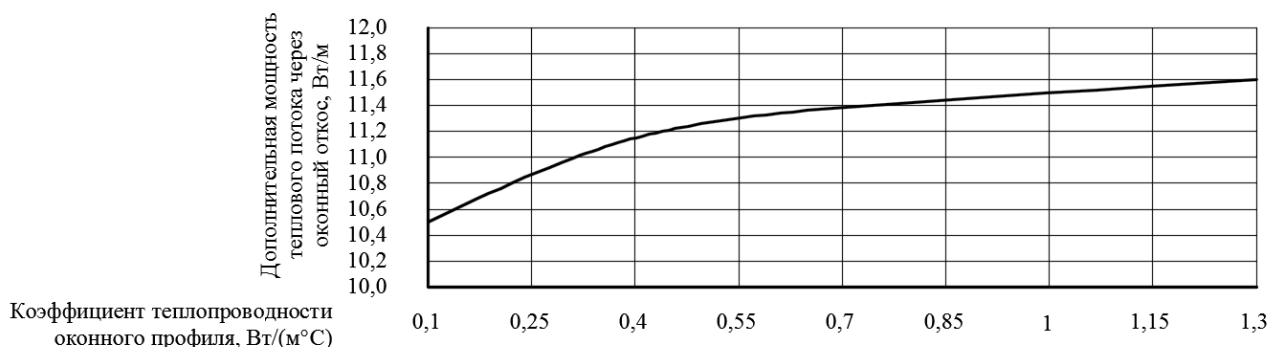


Рисунок 6. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от коэффициента теплопроводности оконного профиля (разработано автором)

С увеличением коэффициента теплопроводности оконного профиля увеличилась дополнительная мощность теплового потока на 10,6%.

Коэффициент теплопроводности дистанционной рамки, коэффициент теплопроводности стеклопакета, толщина стекла, толщина межстекольного расстояния (рис. 7)

Ряд исследований [9; 10; 11] подтверждает влияние этих факторов на теплозащитные свойства окна, но исследования совместно с оконными откосами не проводились. Изменение толщины стекла и межстекольного расстояния повлекут за собой изменение толщины оконного профиля, что, судя по проведенным исследованиям, является более значимым фактором.

Коэффициент теплопроводности дистанционных рамок определялся с учетом их конструктивных особенностей и материала. Расчеты проведены для значений от 0,1 Вт/(м⁰С) до 8,1 Вт/(м⁰С).

Коэффициент теплопроводности стеклопакета определялся согласно приложению К СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

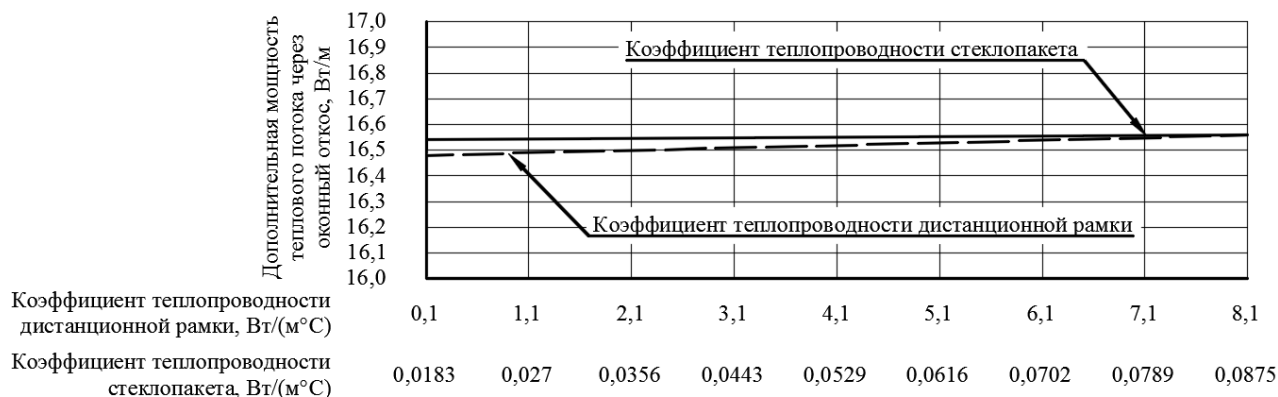


Рисунок 7. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от коэффициента теплопроводности дистанционной рамки и коэффициента теплопроводности стеклопакета (разработано автором)

Изменение дополнительной мощности теплового потока при изменении значения коэффициента теплопроводности дистанционной рамки крайне мало и составило (0,467%).

Расчет показал, что влияние коэффициент теплопроводности стеклопакета на дополнительную мощность теплового потока крайне мало (0,115%).

Высота и коэффициент теплопроводности перемычки (рис. 8)

Высота перемычки была принята от 0,065 до 0,585 м на основании ГОСТ 948-84 (2002), а коэффициент теплопроводности перемычки варьировался от 0,06 до 2,05 Вт/м⁰С в предположении, что перемычки могут быть выполнены из полистиролбетона и железобетона.

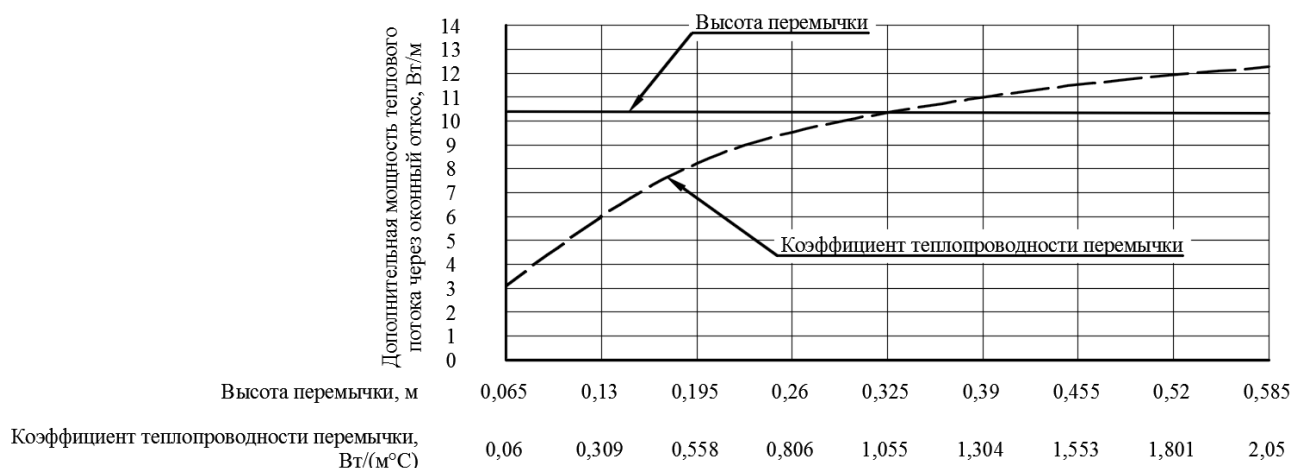


Рисунок 8. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от высоты перемычки и коэффициента теплопроводности перемычки (разработано автором)

По результатам расчета влияние высоты перемычки составило 0,528%, а коэффициент теплопроводности перемычки – 296,6%.

Размеры термовкладыша и коэффициент теплопроводности материала термовкладыша (рис. 9)

При устройстве оконных откосов с четвертью было предусмотрено устройство термовкладыша. Его глубина была принята от 0,065 до 0,122 м [7], ширина от 0,01 до 0,15 на основании ГОСТ 30971-2012 «Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия» и натурных замеров, а коэффициент теплопроводности от 0,03 до 0,41 в предположении, что термовкладыш может быть изготовлен из пенополистирола, дерева. Использование более высоких значений коэффициент теплопроводности материала термовкладыша делает его использование неэффективным и приравнивает по теплофизическим свойствам к материалу кладки.

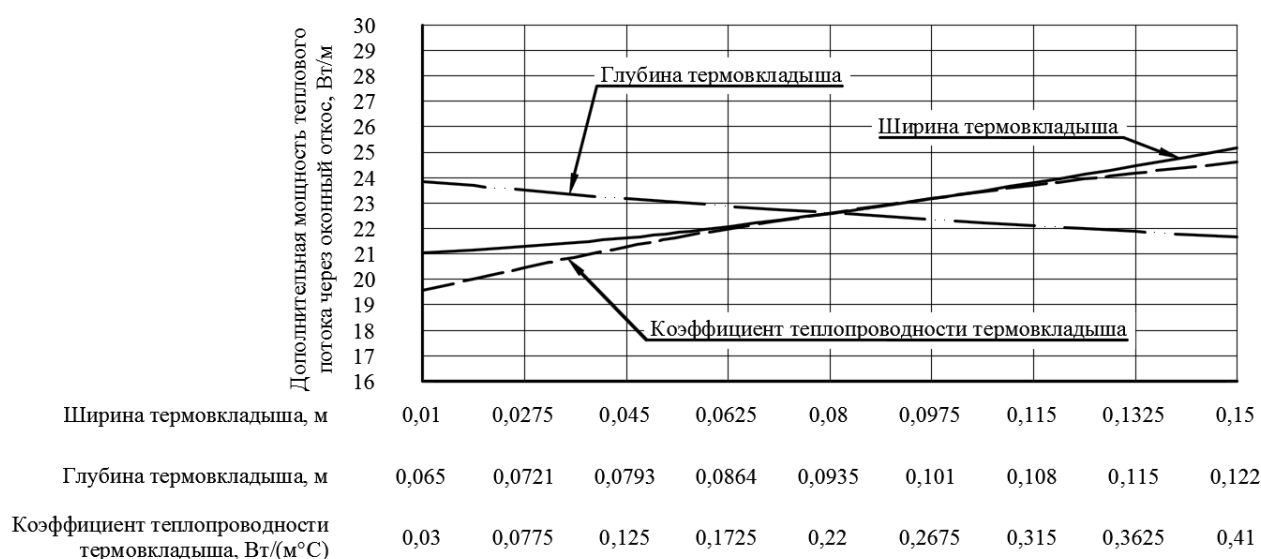


Рисунок 9. Зависимость дополнительной мощности теплового потока через оконный откос от ширины термовкладыша, глубины термовкладыша и коэффициента теплопроводности термовкладыша (разработано автором)

Расчет показал, что ширина термовкладыша влияет на величину дополнительной мощности теплового потока на 19,6%, в то время как глубина – всего на 9,3%. Влияние коэффициента теплопроводности термовкладыша составило 25,8%.

Все данные, полученные при проведении исследования, сведены в табл. 1.

Таблица 1

Величины изменения дополнительной мощности теплового потока (составлено автором)

Наименование фактора	Отклонение, %
Толщина стены	132,7
Коэффициент теплопроводности материала стены	33,7
Толщина утепления стены	59,3
Коэффициент теплопроводности материала утеплителя	38,9
Положение оконной коробки по ширине проема	213
Ширина монтажного шва	58,8
Коэффициент теплопроводности заполнения монтажного шва	37,1
Толщина оконного профиля	3,8

Наименование фактора	Отклонение, %
Коэффициент теплопроводности оконного профиля	10,6
Тип дистанционной рамки	0,467
Коэффициент теплопроводности стеклопакета	0,115
Ширина термовкладыша	19,6
Глубина термовкладыша	9,3
Коэффициент теплопроводности материала термовкладыша	25,8
Высота перемычки	0,528
Коэффициент теплопроводности материала перемычки	296,6

По результатам проведенных расчетов можно сказать, что ряд факторов (тип дистанционной рамки, коэффициент теплопроводности стеклопакета) нет смысла учитывать при определении дополнительной мощности теплового потока через оконный откос. Их изменение затронет лишь теплозащитные характеристики оконной конструкции, но не скажется на конструкции стены. Некоторые факторы (утепление внутренней поверхности откоса) хоть и уменьшат выход тепла через откос, но могут привести к худшим последствиям и их нужно избегать. Фактор «Высота перемычки» хоть и оказывает малое влияние, но является уникальным для узла верхнего откоса и может оказывать совместное влияние вместе с другими факторами. Все остальные факторы обязательно должны быть учтены при выполнении теплотехнического расчета здания.

Таким образом, правильный учет всех факторов позволит значительно сократить величину дополнительной мощности теплового потока через оконный откос, и в следствие приведет к сокращению потребления энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин О.Д. О температуре на внутренней поверхности оконных откосов и их теплотехнической безопасности / Светопрозрачные конструкции. 2007. №3. С. 14-17.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М., «АВОК-ПРЕСС», 2006. 256 с.
3. Монастырев П.В. Физико-технические и конструктивно-технологические основы термомодернизации ограждающих конструкций жилых зданий (на примере центрально-черноземного региона): дис. ... д-ра техн. наук: Тамбов, 2005. 345 с.
4. Рыбаков М.М. Оценка влияния факторов устройства светопрозрачных конструкций на теплозащитные свойства гражданских зданий // Научный поиск: материалы седьмой научной конференции аспирантов и докторантов. Технические науки. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. С. 108-115.
5. Кривошеин А.Д. Окна из ПВХ: анализ теплового режима узлов сопряжений с наружными стенами различного конструктивного решения / Современные строительные конструкции. Окна и двери. Информ. Бюллетень. 1998. №4. С. 14-16.
6. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: авторефер. дис. ... к.т.н./ Томский гос. архитектурно-строит. ун-т. Томск, 2000. 23 с.
7. Корниенко С.В. Температурный режим оконных откосов / Светопрозрачные конструкции. 2007. №6. С. 10-11.
8. Яковлев П.В. Возможности энергосбережения при проектировании и реконструкции оконных проемов / Светопрозрачные конструкции. 2009. №5-6. С. 33-35.
9. Харламов Д.А. Температурный режим стеклопакетов в краевых зонах / Окна и двери. 2008. №2 (128). С. 37-41.
10. Кривошеин А.Д., Пахотин Г.А. Результаты испытаний теплового режима стеклопакетов с дистанционными рамками типа "Swiggle Strip", "TPS", "Thermix" // ИБ «Окна и двери». 1999. №10. С. 21-24.
11. Кривошеин А.Д., Харламов Д.А. К вопросу об улучшении температурного режима современных окон в краевых зонах // Светопрозрачные конструкции. 2005. №1. С. 10-14.

Rybakov Mikhail Mikhailovich

South Ural State University, postgraduate student of department «Building Technology», Russia, Chelyabinsk
E-mail: Rybakov.mixail@mail.ru

Factors affecting the heat transfer through the window jamb unit

Abstract. This article considers the problem of calculating additional heat losses through the unit of window jamb. Its author carried out generalization of all the factors affecting the value of the secondary power of the heat flux through the window jamb. Selection of these factors was conducted on the basis of the existing studies and a model of heat flux distribution in the unit of window jamb as well as the design features of the given unit erection during skeleton-type building. The review of existing studies of the factors revealed by the various authors was considered. The data obtained in the course of studies are presented in the article.

Hereupon the mathematical simulation of the revealed factors was carried out by an "ELCUT" software complex. For each factor there were determined the minimum, average and maximum values and calculated a power of heat flux through the window jamb part, power of heat flux through the window structure (along a smooth surface of the wall) and secondary power of the heat flux through the unit of window jamb per 1 linear meter of the jamb length. The percentage impact of this factor on the heat losses through the window jamb unit was determined by a magnitude of the heat flux secondary power. For each of the factors the author identified their importance and necessity of accounting when performing thermotechnical calculations.

Keywords: heat flux; additional heat losses; boundary zones; skeleton-type buildings; window jamb; mathematical simulation; heat transfer; translucent structures; heat transfer factors

REFERENCES

1. Samarin O.D. O temperature na vnutrenney poverkhnosti okonnykh otkosov i ikh teplotekhnicheskoy bezopasnosti / Svetoprozrachnye konstruksii. 2007. №3. S. 14-17.
2. Fokin K.F. Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchikh chastey zdaniy. M., «AVOK-PRESS», 2006. 256 s.
3. 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: Tambov, 2005. 345 s.
4. Rybakov M.M. Otsenka vliyaniya faktorov ustroystva svetoprozrachnykh konstruksiy na teplozashchitnye svoystva grazhdanskikh zdaniy // Nauchnyy poisk: materialy sed'moy nauchnoy konferentsii aspirantov i doktorantov. Tekhnicheskie nauki. Chelyabinsk: Izdatel'skiy tsentr YuUrGU, 2015. S. 108-115.
5. Krivoshein A.D. Okna iz PVKh: analiz teplovogo rezhima uzlov sopryazheniy s naruzhnymi stenami razlichnogo konstruktivnogo resheniya / Sovremennye stroitel'nye konstruksii. Okna i dveri. Inform. Byulleten'. 1998. №4. S. 14-16.
6. Petrov E.V. Vliyanie razlichnykh faktorov na teplovye kharakteristiki okonnykh zapolneniy: avtorefer. dis. ... k.t.n./ Tomskiy gos. arkhitekturno-stroit. un-t. Tomsk, 2000. 23 s.
7. Kornienko S.V. Temperaturnyy rezhim okonnykh otkosov / Svetoprozrachnye konstruksii. 2007. №6. S. 10-11.
8. Yakovlev P.V. Vozmozhnosti energosberezheniya pri proektirovanii i rekonstruksii okonnykh proemov / Svetoprozrachnye konstruksii. 2009. №5-6. S. 33-35.
9. Kharlamov D.A. Temperaturnyy rezhim steklopaketov v kraevykh zonakh / Okna i dveri. 2008. №2 (128). S. 37-41.
10. Krivoshein A.D., Pakhotin G.A. Rezul'taty ispytaniy teplovogo rezhima steklopaketov s distantsionnymi ramkami tipa "Swiggle Strip", "TPS", "Thermix" // IB «Okna i dveri». 1999. №10. S. 21-24.
11. Krivoshein A.D., Kharlamov D.A. K voprosu ob uluchshenii temperaturnogo rezhima sovremennykh okon v kraevykh zonakh // Svetoprozrachnye konstruksii. 2005. №1. S. 10-14.