



Метод расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и нормативные значения величины

Рецензия эксперта на статью получена 29.07.2019 [Expert review on the article received on July 29, 2019].

Введение

Приведённое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций традиционно является показателем, посредством которого государство регулирует тепловой комфорт и энергопотребление зданий. Дискуссии относительно нормативных значений этого показателя в основном касались уровня, до которого необходимо повышать (или не повышать) требования. Между тем разрыв между фактическими и расчётными значениями приведённого сопротивления теплопередаче, как показывает практика [1], существенно зависит от методики расчёта этой величины.

В Республике Беларусь установлены нормативные значения величины приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, которые являются самыми высокими среди стран СНГ при равных климатических условиях. Так, для новых жилых и общественных зданий нормативные значения приведённого сопротивления теплопередаче согласно ТКП 45-2.04-43-2006 [2] составляют: для наружных стен — $3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для окон — $1,0$, для чердачных перекрытий (покрытий) — $6,0$, для цокольных перекрытий — $1,85 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (по расчёту).

В настоящее время с целью повышения точности расчёта потерь теплоты и оценки теплозащитных показателей ограждений в Республике Беларусь кор-

ректируется методика расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (Изменение №9 ТКП 45-2.04-43-2006 [3]). При этом рассматривается три варианта методики расчёта: детальная, с применением справочных значений удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности и упрощённая.

Методика расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с применением справочных значений удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности разработана в Российской Федерации, принята в Республике Казахстан, Туркменистане и Украине (подобная методика). Расчёт по указанной методике предполагает использование национального Каталога удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности (например, СП 50.13330.2012 [4], СНТ 2.01.03-16 [5]) или справочных таблиц в стандартах ДБН В.2.6-31:2006 [6].

В Республике Беларусь установлены нормативные значения величины приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, которые являются самыми высокими среди стран СНГ при равных климатических условиях

УДК 699.86. Научная специальность: 05.23.03.

Метод расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и нормативные значения величины

Леонид Н. Данилевский, д.т.н., старший научный сотрудник; Ирина А. Терехова, к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник; Ольга В. Пивень, научный сотрудник, ГП «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.» (г. Минск, Республика Беларусь)

В статье представлены новые подходы при нормировании приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в зависимости от метода расчёта величины в строительных нормах Республики Беларусь. Обоснованы повышающие коэффициенты к нормативным значениям приведённого сопротивления теплопередаче при использовании упрощённого метода расчёта.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, нормирование, сопротивление теплопередаче, повышающие коэффициенты, методика расчёта.

UDC 699.86. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Method of calculation of the reduced heat transfer resistance of enclosing structures and standard values

Leonid N. Danilevsky, Doctor of Technical Sciences, senior researcher; Irina A. Terekhova, PhD, Associate Professor, leading researcher; Olga V. Piven, researcher, the Republican Unitary Enterprise (State Enterprise) "Institute of Housing — NIPTIS named Ataev S.S." (Minsk city, Republic of Belarus)

The article presents new approaches to normalizing the reduced resistance to heat transfer of enclosing structures depending on the method of calculating the value in the building codes of the Republic of Belarus. The increasing coefficients to the normative values of the reduced resistance to heat transfer using a simplified method of calculation are justified.

Key words: enclosing structures, regulation, resistance to heat, multiplying factors, method of calculation.



Детальная методика расчёта предполагает использование индивидуальных значений удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности или традиционную методику с разбиением ограждений на отдельные участки-фрагменты с расчётом приведённого сопротивления теплопередаче каждого фрагмента [7]. Упрощённая методика расчёта распространяется на стены из кладочных материалов, перекрытия и сводится к сумме термических сопротивлений слоёв конструкций.

Методики расчёта величины приведённого сопротивления теплопередаче отличаются трудоёмкостью и точностью. Наиболее точными и наиболее трудоёмкими являются детальные методики, поскольку они реализуются с применением результатов расчёта температурных полей узлов (участков) ограждающих конструкций. Промежуточной по точности и трудоёмкости является методика с применением справочных значений удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности.

Наибольшая погрешность расчёта отягчает упрощённую методику. В этой связи, для гарантированного достижения заданного значения приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен при упрощённой методике расчёта, нормативные значения приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций должны увеличиваться умножением на повышающий коэффициент K . Данный коэффициент определён как величина, обратная коэффициенту теплотехнической однородности r , по следующей формуле:

$$K = 1/r. \quad (1)$$

С целью определения значения K для различных конструкций наружных стен были выполнены расчёты приведённого сопротивления теплопередаче детальным

и упрощённым методами, коэффициентов теплотехнической однородности. Анализ полученных результатов представлен в настоящей статье.

Расчёт значений коэффициента теплотехнической однородности вариантов конструкций наружных стен

Входными параметрами для расчёта приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен являются геометрические параметры и конструктивное решение.

Геометрические параметры наружных стен были приняты по жилым зданиям многоквартирной и многоквартирной планировки. Всего в анализе было использовано 31 жилое здание с современными планировочными решениями. Для каждого здания рассчитаны приведённое сопротивление теплопередаче наружных стен с применением метода удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности по формуле (2) и упрощённым методом по формуле (4):

$$R_{пр} = \frac{1}{\sum \left(\frac{a_i}{R_{0i}} \right) + \sum (l_j \Psi_j) + \sum (n_k \chi_k) + \sum (n_m \chi_m)}, \quad (2)$$

здесь a_i — удельная площадь плоского участка конструкции i -го вида [$\text{м}^2/\text{м}^2$], приходящаяся на 1 м^2 всей ограждающей конструкции и определяемая по следующей формуле:

$$a_i = \frac{A_i}{\sum (A_i)}, \quad (3)$$

где A_i — площадь i -й части конструкции [м^2] с приведённым сопротивлением теплопередаче R_{0i} ; R_{0i} — сопротивление теплопередаче теплотехнически однородной части конструкции i -го вида [$(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$], определяемое по формуле:

$$R_{0i} = \frac{1}{\alpha_v} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (4)$$

где α_v и α_n — коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности ограждения, соответственно, определяемые по разделу 5 ТКП 45-2.04-43-2006 [2]; R_k — термическое сопротивление теплопередаче теплотехнически однородной конструкции [$(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$], определяемое по формуле:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (5)$$

здесь $R_1, R_2, \dots, R_n$ — термические сопротивления отдельных слоёв ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями [$\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$] и замкнутых воздушных прослоек R_n , принимаемые по приложению Б ТКП 45-2.04-43-2006 [2]; l_j — удельная протяжённость линейной теплотехнической неоднородности j -го вида, приходящаяся на 1 м^2 всей ограждающей конструкции [$\text{м}/\text{м}^2$], определяемая по формуле:

$$l_j = \frac{L_j}{\sum (A_i)}, \quad (6)$$

где L_j — протяжённость линейной теплотехнической неоднородности j -го вида, м; Ψ_j — удельные потери теплоты (коэффициент теплопередаче) линейной теплотехнической неоднородности j -го вида, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$; n_k — количество объёмных теплотехнических неоднородностей k -го вида, приходящихся на 1 м^2 всей ограждающей конструкции [$\text{шт}/\text{м}^2$], определяемое по формуле:

$$n_k = \frac{N_k}{\sum (A_i)}, \quad (7)$$

где N_k — количество объёмных теплотехнических неоднородностей k -го вида; χ_k — удельные потери теплоты через объёмные теплотехнические неоднородности k -го вида, $\text{Вт}/^\circ\text{C}$; n_m — количество точечных теплотехнических неоднородностей m -го вида, приходящихся на 1 м^2 всей ограждающей конструкции [$\text{шт}/\text{м}^2$], определяемое по формуле:

$$n_m = \frac{N_m}{\sum (A_i)}, \quad (8)$$

где N_m — количество объёмных теплотехнических неоднородностей m -го вида; χ_m — удельные потери теплоты (коэффициент теплопередаче) через точечные теплотехнические неоднородности m -го вида, $\text{Вт}/^\circ\text{C}$.

Удельные потери теплоты через теплотехнические неоднородности определяют по таблицам национального Каталога [8] или расчётом с использованием температурных полей узлов ограждений. Определение удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности выполняется аналогично методу СП 50.13330.2012 [4].

Удельные потери теплоты через объёмные теплотехнические неоднородности χ_k [Вт/°C] определяют по формуле:

$$\chi_k = \frac{\Delta Q_k^V}{t_B - t_H}, \quad (9)$$

здесь t_B и t_H — расчётные температуры внутреннего воздуха в помещении и наружного, соответственно; ΔQ_k^V — дополнительные потери теплоты [Вт] через объёмную теплотехническую неоднородность k -го вида:

$$\Delta Q_k^V = Q_k^V - \sum(Q_{k,i}) - \sum(\Psi_{k,j} l_{k,j}), \quad (10)$$

где Q_k^V — потери теплоты [Вт] через ограждающую конструкцию с объёмной теплотехнической неоднородностью k -го вида, определяемые по результатам расчёта температурного поля; $Q_{k,i}$ — потери теплоты [Вт] через i -й плоский теплотехни-

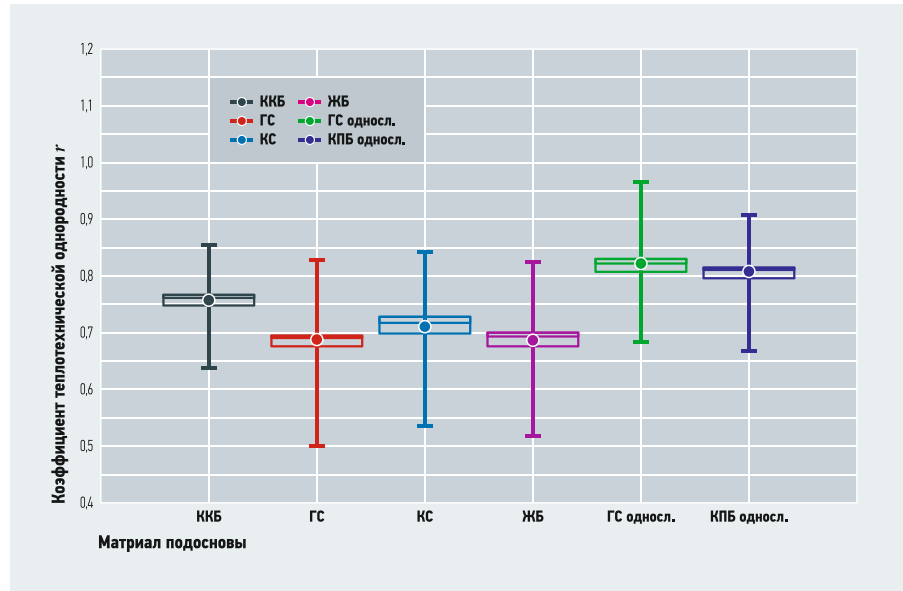


Рис. 1. Диапазон изменения коэффициентов теплотехнической однородности вариантов конструкций наружных стен жилых зданий [ККБ — керамзитобетонные пустотелые блоки, ГС — газосиликатные (ячеистобетонные) блоки, КС — кирпич (силикатный и керамический), ЖБ — железобетон, ККБ — керамические поризованные пустотелые блоки, односл. — однослойная конструкция]

Коэффициенты теплопроводности материалов

Наименование материала	Плотность, кг/м³	Козф. теплопроводности, Вт/(м·°C)	Источник
Железобетон	2500	2,04	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Ячеистый бетон	600	0,19	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Кладка из ячеистобетонных блоков (швы 3 мм)	450	0,155	Р 1.04.115.13 [2]
	600	0,20	Р 1.04.115.13 [2]
Кладка из ячеистобетонных блоков (швы 10 мм)	500	0,2	Р 1.04.115.13 [2]
	600	0,22	Р 1.04.115.13 [2]
Кладка из керамзитобетонных щелевых блоков	550*	0,182	Серия Б 2.030-13.10 [3]
	600*	0,211	Серия Б 2.030-13.10 [3]
	630*	0,23	Серия Б 2.030-13.10 [3]
Кладка из керамических поризованных пустотелых блоков	1600 / 1120	0,254	ТКП 45-5.02-79-2007 [1]
	1600 / 850	0,163	ТКП 45-5.02-79-2007 [1]
Кладка из керамического полнотелого кирпича	1800	0,81	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Кладка из силикатного полнотелого кирпича	1800	1,16	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,93	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Минераловатная плита	150	0,0438	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
	90	0,0425	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Пенополистирол типа ППТ15-Р	15	0,041	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]
Пенополистирол типа ППТ-ПТ20-Ф	20	0,0345	ТКП 45-2.04-43-2006 [1]

табл. 1

чески однородный элемент объёмной теплотехнической неоднородности, вошедшей в расчётную область при расчёте температурного поля, определяемые по следующей формуле:

$$Q_{k,i} = \frac{t_B - t_H}{R_{0k,i}} A_{k,i}, \quad (11)$$

где t_B и t_H — то же, что и в формуле (9); $R_{0k,i}$ — приведённое сопротивление теплопередаче плоского теплотехнически однородного элемента ограждающей конструкции i -го вида, (м²·°C)/Вт; $A_{k,i}$ — площадь плоского теплотехнически однородного элемента ограждающей конструкции i -го вида, вошедшей в расчётную область при расчёте температурного поля, м²; $\Psi_{k,j}$ и $l_{k,j}$ — удельные потери теплоты [Вт/(м·°C)] и длина [м] k -й линейной теплотехнической неоднородности, входящей в расчётную область температурного поля объёмной теплотехнической неоднородности, соответственно.

Варианты конструкций наружных стен и значения удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности

табл. 2

Наименование теплотехнической неоднородности	Варианты конструкций наружных стен**							
	№1: КББ (0,182) 400 мм		№2: КББ (0,211) 500 мм		№3: КББ (0,23) 200 мм		№4: ГС (0,155) 500 мм	
	В 1.1 МП150 100 мм	В 1.2 ППТ20 200 мм	В 2.1 МП150 100 мм	В 2.2 ППТ20 200 мм	В 3.1 МП150 100 мм	В 3.2 ППТ20 200 мм	В 4.1 МП150 100 мм	В 4.2 ППТ20 200 мм
Линейная теплотехническая неоднородность ψ , Вт/(м·°C)								
Плоскость	0,216	0,123	0,208	0,120	0,302	0,147	0,176	0,109
Примыкание перекрытия	0,070	0,026	0,074	0,022	0,041	0,009	0,084	0,027
Балкон, без вкладыша, железобетонный пояс	0,740	0,655	0,675	0,608	0,675	0,608	0,683	0,604
Откос заполнения проёма, ширина откоса 100 м	0,036	0,043	0,044	0,048	0,048	0,059	0,037	0,040
Угол выпуклый***	-0,130	-0,078	-0,149	-0,087	-0,099	-0,061	-0,134	-0,085
Угол вогнутый	0,038	0,023	0,043	0,025	0,030	0,020	0,040	0,025
Примыкание к чердачному перекрытию	0,0015	0,0020	0,0014	0,0020	0,0031	0,0030	0,0009	0,0015
Примыкание к цокольному перекрытию	0,024	0,033	0,027	0,043	0,022	0,028	0,132	0,152
Точечная теплотехническая неоднородность n_m , Вт								
Дюбель ЛШСУ без термозаглушки	0,0015	0,0020	0,0014	0,0020	0,0031	0,0030	0,0009	0,0015

* Указана плотность блоков, кг/м³. ** Стеновые материалы: КББ — керамзитобетонные пустотелые блоки; ГС — газосиликатные (ячеистобетонные) блоки [в скобках указано значение коэффициента теплопроводности кладки]. Теплоизоляция: МП150 — минераловатная плита плотностью 150 кг/м³; ППТ20 — пенополистирол плотностью 20 кг/м³. *** Определение площади неоднородности принято по наружному обмеру.

Здесь нужно отметить, что при определении Q_k^Y площадь отражающей конструкции должна быть равна сумме площадей $A_{k,i}$ однородных элементов, входящих в расчёт температурного поля.

В анализе рассмотрено 22 варианта конструкций наружных стен с применением стеновых блоков с наружным утеплением и защитным слоем лёгкой штукатурной системы утепления с расходом анкерных дюбелей без термозаглушки в количестве шести дюбелей на 1 м^2 , а также четыре варианта стен однослойной конструкции. При выборе вариантов значений удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности анализируемых конструкций принимались предельные (максимальные — 200 мм и минимальные 100 мм) значения диапазона толщин утеплителя.

Коэффициенты теплопроводности материалов, используемые в расчёте, представлены в табл. 1, пример набора вариантов конструкций — в табл. 2.

На рис. 1 представлены средние и медианные значения коэффициента теплотехнической однородности для каждого варианта конструкции из табл. 2, диапазон изменения для рассмотренных зданий в виде стандартных отклонений (границы боксов), 5 % и 95 % перцентилей (границы отрезков). Как видно из рис. 1, теплотехническая однородность наружных стен меняется в большом диапазоне (от 0,46 до 1,0).

На рис. 2 представлен пример распределения значений коэффициента однородности r и соответствующих значений приведённого сопротивления теплопередаче $R_{пр}$ для 31 здания конструкции наружных стен из керамзитобетонных блоков с наружным утеплением (вариант 2.2). При расчёте упрощённым методом сопротивление теплопередаче для всех вариантов составляет $8,33 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Теплотехнические неоднородности конструкций стен привели к разбросу значений приведённого сопротивления теплопередаче в диапазоне значений от 4,8 до $6,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

В табл. 3 представлены итоговые диапазоны изменения коэффициентов теплотехнической однородности наружных стен для выбранных объектов.

Как видно из табл. 3, наибольшей теплотехнической неоднородностью обладают утеплённые снаружи стены, приведённое сопротивление теплопередаче которых может составлять до 46 % от значения, полученного по формуле (4).

Принятые за основу значения коэффициентов теплотехнической однородности утеплённых снаружи стен близки к значениям 5 % перцентилей выборки (95 % значений выше указанного).

Для стен однослойной конструкции принятые за основу значения коэффициентов теплотехнической однородности близки к средним значениям. Это обусловлено тем, что утеплённые стены обладают меньшей однородностью и, следовательно, большей погрешностью при оценке их потерь теплоты.

Другим ориентиром для принятия решений были толщины теплоизоляционного материала на стенах, которые можно реализовать в стандартных технических решениях, и толщина стены для однослойных конструкций. Значения повышающих коэффициентов к нормам приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен в случае выбора упрощённой методики расчёта получены по формуле (1) и представлены в табл. 4. Для перекрытий повышающий коэффициент принят равным 1,1.

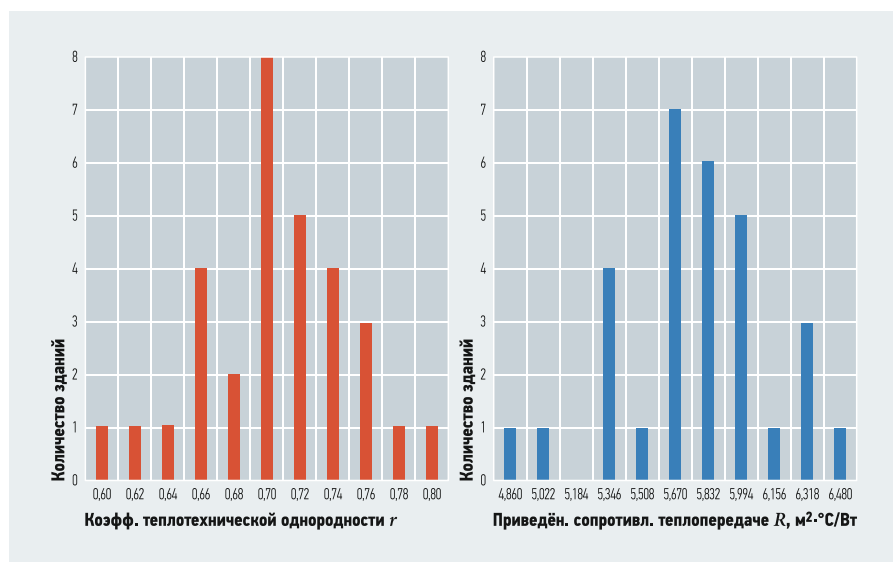


Рис. 2. Значения коэффициента однородности и приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен для варианта конструкции 2.2 из табл. 2 ($R_0 = 8,33 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$; а — значения коэф-фициента теплотехнической однородности r , б — приведённое сопротивление теплопередаче $R_{пр}$)

Диапазон изменения и принятые значения коэффициентов* табл. 3

Вариант конструкции наружных стен	Материал под-основы / тепло-изоляционного слоя	Коэффициенты теплотехнической однородности r				
		макс.	мин.	средн.	5 % пер-центиль	для расчёта повышающего коэффициента K
В 1.1	КББ/МП	0,89	0,66	0,80	0,72	0,53
В 1.2	КББ/ППТ	0,80	0,60	0,70	0,62	0,53
В 2.1	КББ/МП	0,89	0,63	0,79	0,71	0,53
В 2.2	КББ/ППТ	0,80	0,58	0,69	0,62	0,53
В 3.1	КББ/МП	0,88	0,75	0,83	0,78	0,53
В 3.2	КББ/ППТ	0,78	0,62	0,71	0,65	0,53
В 4.1	ГС/МП	0,85	0,57	0,71	0,57	0,53
В 4.2	ГС/ППТ	0,80	0,46	0,63	0,49	0,53
В 5.1	ГС/МП	0,89	0,65	0,77	0,68	0,53
В 5.2	ГС/ППТ	0,77	0,47	0,63	0,49	0,53
В 6.1	КС/МП	0,86	0,71	0,79	0,73	0,54
В 6.2	КС/ППТ	0,73	0,49	0,61	0,52	0,54
В 7.1	КК/МП	0,88	0,73	0,80	0,74	0,54
В 7.2	КК/ППТ	0,74	0,51	0,63	0,53	0,54
В 8.1	ЖБ/МП	0,85	0,70	0,78	0,72	0,53
В 8.2	ЖБ/ППТ	0,72	0,48	0,60	0,51	0,53
В 9.1	ЖБ/МП	0,85	0,68	0,77	0,70	0,53
В 9.2	ЖБ/ППТ	0,71	0,46	0,59	0,48	0,53
В 10.1	ГС	1,00	0,67	0,82	0,68	0,82
В 10.2	ГС	1,00	0,68	0,82	0,69	0,82
В 11.1	КПБ	1,00	0,71	0,83	0,74	0,78
В 11.2	КПБ	0,98	0,64	0,78	0,66	0,78

* Коэффициенты теплотехнической однородности наружных стен для упрощённой методики расчёта приведённого сопротивления теплопередаче. Обозначения: ГС — газосиликат; ЖБ — железобетон; КББ — керамзитобетонные пустотелые блоки; КПБ — керамические пори-зованные пустотелые блоки; КК — кирпич керамический; КС — кирпич силикатный; МП — минераловатная плита; ППТ — пенополистирол.

Значения повышающих коэффициентов табл. 4

Тип конструкции стен	Коэфф. тепло-технической однородности r	Повышающий коэфф. K к норма-тивным значениям приведённого сопротивления теплопередаче
Утеплённые снаружи с теплоизоляционным слоем по основанию из: ж/б/кирпича полнотелого и пусто-телого/ячеистобетонных и керамзитобетонных блоков	0,53/0,54/0,53	1,90/1,84/1,90
Однослойная из кладочных материалов: ячеисто-бетонных блоков/керамзитобетонных блоков/керамических поризованных пустотелых блоков	0,82/0,80/0,78	1,22/1,25/1,28

* К нормам приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен в случае использования упрощённой методики расчёта.

Заключение

Использование упрощённой методики расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждений предполагается для предварительного анализа вариантов конструкций. Приведённые в статье результаты расчётов для различных вариантов исполнения наружных стен демонстрируют, что упрощённый метод расчёта может привести к значительным погрешностям в определении приведённого сопротивления теплопередаче.

Для обеспечения гарантированного достижения заданного значения приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен при упрощённой мето-дике расчёта, нормативные значения при-ведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций должны уве-личиваться умножением на повышаю-щий коэффициент K .

Значения коэффициента рассчитаны для различных конструкций и степени утепления наружных стен.

Такой подход к выбору значения при-ведённого сопротивления теплопереда-че наружных стен в случае упрощённого расчёта мотивирует проектировщиков к использованию более точных методов расчёта.

Предполагается, что со временем, по мере освоения проектными организа-циями более точных методов расчёта приведённого сопротивления теплопе-редаче, упрощённый метод расчёта будет отменен. ●

1. Крышов С.И., Курилок И.С. Опыт ГБУ «ЦЭНИС» по экспериментальной оценке эффективности энерго-сберегающих мероприятий в жилых и обществен-ных зданиях / Анализ и прогноз развития отраслей топливно-энергетического комплекса: Труды семи-нара А.С. Некрасова; Засед. №162 от 29.09.2015. — М.: Изд-во ИНИ РАН, 2015. С. 20–40.
2. ТКП 45-2.04-43-2006. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования / Минис-терство архитектуры и строительства Республики Бела-русь. — Минск, 2007. 36 с.
3. Изменение №9. ТКП 45-2.04-43-2006. Строитель-ная теплотехника. Строительные нормы проекти-рования / Министерство архитектуры и строитель-ства Республики Беларусь. — Минск, 2018. 36 с.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Акту-ализ. ред. СНиП 23-02-2003 (с Изм. №1).
5. СНТ 2.01.03-16. Строительная теплотехника / На-циональный комитет архитектурно-строительного контроля при Кабинете Министров Туркмениста-на. — Ашхабад, 2016. 39 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель (зі зміною №1). — Київ: Мінбуд України, 2006. 70 с. [На укр. мові]
7. Р 1.04.115.13. Рекомендации по расчёту приве-днного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и расчёту потерь теплоты помещений через ограждения / ГП «Институт жилища — НИП-ТИС им. Атаева С.С.». — Минск, 2013. 61 с.
8. Каталог удельных потерь теплоты через теплотех-нические неоднородности ограждающих конструкций жилых и общественных зданий / ГП «Институт жи-лища — НИПТИС им. Атаева С.С.». — Минск, 2019. 175 с. (в разраб.).

References — see page 94.

Method of calculation of the reduced heat transfer resistance of enclosing structures and standard values. Pp. 38–42.

Leonid N. Danilevsky, Doctor of Technical Sciences, senior researcher; **Irina A. Terekhova**, PhD, Associate Professor, leading researcher; **Olga V. Piven**, researcher, the Republican Unitary Enterprise (State Enterprise) "Institute of Housing — NIPTIS named Ataev S.S." (Minsk city, Republic of Belarus)

1. Kryshov S.I., Kuriljuk I.S. *Opyt GBU "CEIIS" po jeksperimental'noj ocenke jeffektivnosti jenergoberegajushhih meroprijatij v zhilyh i obshhestvennyh zdaniyah* [Experience of the State Budget Institution "Center for Expertise, Research and Testing in Construction" (GBU "CEIIS") in experimental evaluation of the effectiveness of energy-saving measures in residential and public buildings]. *Analiz i prognoz razvitiya otraslej toplivno-jenergeticheskogo kompleksa: Trudy seminar A.S. Nekrasova* [Analysis and forecast of the development of the fuel and energy industry. Proc. of the seminar A.S. Nekrasov]. The Session No. 162 of September 29, 2015. Moscow. *Izd-vo INP RAN* [Publishing House of the Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences]. 2015. Pp. 20–40. [In Russian]
2. TKP [Technical Code of Good Practice] 45-2.04-43–2006. *Stroitel'naja teplotekhnika. Stroitel'nye normy proektirovaniya* [Construction heat engineering. Building design standards]. *Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'* [Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus]. Minsk. 2007. 36 p. [In Belarussian]
3. *Izmenenie №9. TKP* [The Amendment No. 9. Technical Code of Good Practice] 45-2.04-43–2006. *Stroitel'naja teplotekhnika. Stroitel'nye normy proektirovaniya* [Construction heat engineering. Building design standards]. *Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'* [Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus]. Minsk. 2007. 36 p. [In Belarussian]
4. SP [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice)] 50.13330.2012. *Teplovaja zashhita zdaniy. Aktualiz. red. SNiP 23-02–2003 (s Izm. №1)* [Thermal protection of buildings. The updated version of SNiP 23-02–2003 (with the Amendment No. 1)]. [In Russian]
5. SNT [Building Codes of Turkmenistan] 2.01.03-16. *Stroitel'naja teplotekhnika* [Construction heat engineering]. *Nacional'nyj komitet arhitekturno-stroitel'nogo kontrolja pri Kabinete Ministrov Turkmenistana* [National Committee of architectural and construction control under the Cabinet of Ministers of Turkmenistan]. Ashgabat. 2016. 39 p. [In Russian]
6. DBN [State Construction Codes of Ukraine] V.2.6-31:2006. *Teplova izoljacija budivel' (zi Zminoju №1)* [Thermal insulation of buildings (with the Amendment No. 1)]. Kiev. *Minbud Ukraïni* [Ministry of Construction of Ukraine]. 2006. 70 p. [In Ukrainian]
7. R [Recommendations] 1.04.115.13. *Rekomendacii po raschetu privedennogo soprotivlenija teploperedache ograzhdajushhih konstrukcij i raschetu poter' teploty pomeschenij cherez ograzhdenija* [Recommendations for calculating the reduced resistance to heat transfer of building envelopes and calculating the heat loss of premises through fences]. GP "Institut zhilishha — NIPTIS im. Ataeva S.S." [The Republican Unitary Enterprise (State Enterprise) "Institute of Housing — NIPTIS named Ataev S.S."]. Minsk. 2013. 61 p. [In Belarussian]
8. *Katalog udel'nyh poter' teploty cherez teplotekhnicheskie neodnorodnosti ograzhdajushhih konstrukcij zhilyh i obshhestvennyh zdaniy (proekt, okonchatel'naja redakcija)* [Catalog of specific heat losses through thermal engineering heterogeneity of the enclosing structures of residential and public buildings (project, final version)]. GP "Institut zhilishha — NIPTIS im. Ataeva S.S." [The Republican Unitary Enterprise (State Enterprise) "Institute of Housing — NIPTIS named Ataev S.S."]. Minsk. 2019. 175 p. (under develop.). [In Belarussian]