

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Ухтинский государственный технический университет»

Воркутинский филиал Ухтинского государственного технического университета

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

**Методическое пособие к выполнению курсовой работы
для студентов заочной формы обучения специальности
270109.65 Теплогазоснабжение и вентиляция**

Чернова Л.И Строительная теплофизика: Методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Строительная теплофизика» для студентов заочной формы обучения специальности 270109.65 Теплогазоснабжение и вентиляция
Л. И. Чернова-Воркута: УГТУ 2013.- 44с.

Методическое пособие содержит рекомендации по теплотехническому расчету ограждающих конструкций здания. Изложена методика расчета паропроницаемости и воздухопроницаемости конструкции наружной стены. Приведена методика расчета показателя теплоустойчивости. Методическое пособие содержит дополнительную информацию из нормативной литературы в виде таблиц и приложений. Содержание пособия соответствует рабочей учебной программе. Пособие дополняет «Методические указания : Строительная теплофизика. Балаева Н.А., Высоцкая Н.В. Ухта: УГТУ 2004».

Методическое пособие предназначено для выполнения курсовой работы по дисциплине «Строительная теплофизика» для специальности Теплогазоснабжение и вентиляция (270109.65).

Методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой строительства и экономики ВФ УГТУ..

Рецензент А.В. Рейшахрит, кандидат физико-математических наук, доцент .

Компьютерный набор
Объем 44 с. Тираж 50 экз. Заказ №

©Ухтинский государственный технический университет, 2013
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.
Типография УГТУ.
169300, , Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
I. Исходные данные	4
II. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	6
1. Теплотехнический расчет конструкции наружной стены.....	6
2. Теплотехнический расчет чердачного (бесчердачного) перекрытия.....	10
3. Теплотехнический расчет конструкции пола первого этажа	12
4. Теплотехнический расчет внутренних конструкций.....	14
5. Выбор видов конструкции световых проемов и наружных дверей	15
6. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче сложного ограждения конструкции наружной стены	15
7. Расчет воздухопроницания конструкции наружной стены	18
8. Расчет паропроницания конструкции наружной стены.....	20
9. Библиографический список.....	23
Приложение А.....	24
Приложение Б.....	25
Приложение В.....	27
Приложение Г.....	40
Приложение Д.....	42
Приложение Е.....	43

ВВЕДЕНИЕ

Строительная теплофизика занимается изучением теплопередачи, воздухо- и паропроницания через ограждающие конструкции зданий, а также процессов тепло- и массообмена, происходящих при формировании микроклимата помещения.

Целью курсовой работы на тему «Теплотехнический расчет ограждающих конструкций зданий» является закрепление студентами теоретических знаний по дисциплине «Строительная теплофизика» путем комплексного решения ряда инженерно-технических вопросов при проектировании ограждающих конструкций.

Пособие дополняет «Методические указания : Строительная теплофизика. Балаева Н.А., Высоцкая Н.В. Ухта: УГТУ 2004»

Методическое пособие содержит дополнительную информацию из нормативной литературы в виде таблиц и приложений.

I. Исходные данные

Для выполнения курсовой работы необходимо заполнить таблицу 1 и таблицу 2.

Таблица 1

Климатические данные района проектирования

№ п/п	Наименование параметра	Величина
1.	Температура наиболее холодной пятидневки ($K = 0,92$), °C	
2.	Продолжительность отопительного периода $Z_{от \text{ пер}}$ (при $t_H \leq 8^\circ\text{C}$), сут.	
3.	Средняя температура отопительного периода $t_{от \text{ пер}}$ (при $t_H \leq 8^\circ\text{C}$), °C	
4.	Скорость ветра за январь V , м/с	
5.	Упругость водяного пара наружного воздуха (средняя за год), Па	
6.	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	
7.	Режим в помещении	
8.	Зона влажности	
9.	Район строительства	

Район строительства следует принимать согласно двух последних цифр номера зачетной книжки по приложению 4 [13]. Климатические данные выбранного по заданию города проектирования в соответствии с рекомендуемыми нормами обеспеченности определяются по СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»[7].

Таблица 2

Теплотехнические данные ограждающих конструкций

Номер варианта конструкции	Описание конструкции	Номер и наименование материала по приложению 3 СНиП II-3-79* Строительная теплотехника (в скобках даны поз. по СП 23-101-2004 [9])	Толщина конструктивного слоя δ , м	Расчетные коэффициенты		
				Теплопроводности λ , Вт/м·°С	Теплоусвоения S , Вт/м²·°С	Паропроницаемости μ , мг/м·ч·Па
Наружная стена ()	1,2,3	1-	$\delta_1 =$			
		2-	$\delta_2 =$			
		3-	$\delta_3 =$			
Пол 1-го этажа ()	1 –	1-	$\delta_1 =$			
	2 –					
	3 –	2-	$\delta_2 =$			
	4 –	3-	$\delta_3 =$			
	5 –	4-	$\delta_4 =$			
		5-	$\delta_5 =$			
			$d =$			
Чердачное перекрытие ()	1 –	1-	$\delta_1 =$			
	2 –					
	3 –	2-	$\delta_2 =$			
	4 –	3-	$\delta_3 =$			
		4-	$\delta_4 =$			
Внутренние перегородки()	1-	1-	$\delta_1 =$			
Межэтажные перекрытия	1-;	1-	$\delta_1 =$			
	2-					
	3-	2-	$\delta_2 =$			
	4-	3-	$\delta_3 =$			
		4-	$\delta_4 =$			
			d			

Ограждающие конструкции здания следует принимать согласно двух последних цифр номера зачетной книжки по приложениям 5-9 [13].

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий ограждающих конструкций приведены в приложении В [9 таблица Д.1].

II. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Целью расчета является определение толщины утепляющего слоя с последующей ее проверкой на требуемые теплозащитные свойства, нормы паро- и воздухопроницаемости, а также обеспечения требуемой теплоустойчивости. Расчет выполняется по формулам в соответствии с методическими указаниями [13].

1. Теплотехнический расчет конструкции наружной стены

1.1. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий:

$$R_{0}^{mp_1} = \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{\alpha_B \cdot \Delta t_H}; \quad (1)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху Таблица 1 [8, таблица 6], $n=1$; t_B – расчетная температура внутреннего воздуха в помещении [11], $t_B = 20^\circ\text{C}$; t_H – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки ($K=0,92$); Таблица 1 данной курсовой работы.

Δt_H – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Таблица 2 [8, табл.5], $\Delta t_H = 4^\circ\text{C}$;

α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения Таблица 3 [8, таблица 7], $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Таблица 1.

Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху [8, таблица 6]

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Примечание — Для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них t_c большей t_{ext} , но меньшей t_{int} коэффициент n следует определять по формуле $n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext})$. (5)

Таблица 2.

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [8, таблица 5]

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, для			
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_{int} - t_d$
2. Общественные, кроме указанных в поз. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_{int} - t_d$
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_{int} - t_d$, но не более 7	$0,8(t_{int} - t_d)$, но не более 6	2,5	$t_{int} - t_d$
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int} - t_d$	$0,8(t_{int} - t_d)$	2,5	-
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50 %	12	12	2,5	$t_{int} - t_d$

Обозначения: t_{int} — то же, что в формуле (2);

t_d — температура точки росы, °С, при расчетной температуре t_{int} и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно 5.9 и 5.10, СанПиН 2.1.2.1002, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СНиП 41-01 и нормам проектирования соответствующих зданий.

Примечание — Для зданий картофеле- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад Δt_n для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать по СНиП 2.11.02.

Таблица 3.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции [8, табл.7]

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_{int} , Вт/(м²·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окон	8,0
4. Зенитных фонарей	9,9

Примечание — Коэффициент теплоотдачи α_{int} внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СНиП 2.10.03.

1.2. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче из условий энергосбережения в зависимости от назначения здания и величины градусо-суток отопительного периода:

$$ГСОП = (t_B - t_{от.пер.}) \cdot Z_{от.пер.}, \quad (2)$$

где $t_{от. пер.}$, $Z_{от. пер.}$ – средняя температура и продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C . Таблица 1 данной курсовой работы.

Определив ГСОП $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$, по приложению А [8, таблица 4], находим для стен $R_0^{mp_2} \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче принимают равным большему из значений, т.е. $R_0 = R_0^{mp_2} \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

1.3 Определяем толщину утепляющего слоя наружной стены .

$$R_0 = R_B + \Sigma R_i + R_H, \quad (3)$$

где R_B – сопротивление теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, равное

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B}; \quad (4)$$

$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции [8, табл. 7].

R_H – сопротивление теплоотдачи наружной поверхности ограждения, равное

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H}; \quad (5)$$

α_H – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции Таблица 4 [9, таблица 8], $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;

Таблица 4.

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} для условий холодного периода [9, таблица 8]

№ п.п.	Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_{ext} , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне	23
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительноклиматической зоне	17
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_i , $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять, как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_i = R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{a.l}, \quad (6)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n — термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, определяемые по формуле;

$R_{a.l}$ — термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по таблице 5 [9, таблица 7].

Таблица 5.

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек [9, таблица 7]

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{a,l}$, м ² ·°C/Вт			
	горизонтальной при потоке теплоты снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке теплоты сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание — При наличии на одной или обеих поверхностях воздушной прослойки теплоотражающей алюминиевой фольги термическое сопротивление следует увеличивать в два раза.

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda, \quad (7)$$

$$\Sigma R_i = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{\omega\omega}}{\lambda_{\omega\omega}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \quad (8)$$

где значения δ_i и λ_i принимаем по таблице 2 данной курсовой работы.

Тогда

$$\delta_{\omega\omega} = \left[R_0^{\delta\delta 2} - \left(\frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_i} \right) \right] \cdot \lambda_{\omega\omega}, \quad (9)$$

Принимаем стандартную толщину теплоизоляционного слоя и пересчитываем сопротивление теплопередаче элементов ограждающих конструкций.

Определяем фактическое значение общего сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0^{\phi} = R_a + \sum R_i + R_i \quad (10)$$

1.4. Определяем значение коэффициента теплопередачи ограждающей конструкции:

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (11)$$

Необходимо обратить внимание, что в дальнейших расчетах под величиной толщина утепленного слоя, сопротивление теплопередаче и коэффициент теплопередачи следует понимать найденные фактические значения величин, т.е.

$$\delta_{\text{ут}}^{\phi} = \delta_{\text{ут}}, \quad R_0^{\phi} = R_0, \quad K^{\phi} = K$$

2. Теплотехнический расчет чердачного (бесчердачного) перекрытия.

2.1. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий:

$$R_{0\delta_1} = \frac{n \cdot (t_a - t_i)}{\alpha_a \cdot \Delta t_i}, \quad (12)$$

где $n, t_b, t_H, \alpha_b, \Delta t_H$ – то же, что в формуле (1).

Для чердачного перекрытия $n = 0,9$ (Таблица 1); $\Delta t_H = 3,0^\circ\text{C}$ (Таблица 2); $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (Таблица 3).

2.2. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче из условий энергосбережения:

ГСОП $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$ определен п. 1.2, по приложению А [8, таблица 4] для чердачного перекрытия, находим $R_0^{mp_2} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

Сопротивление теплопередаче принимают равным большему из значений, т.е.

$$R_0 = R_0^{mp_2} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

2.3. Определяем толщину утепляющего слоя чердачного перекрытия.

$$R_0 = R_b + \Sigma R_i + R_H, \quad (13)$$

где R_b – сопротивление теплоотдачи внутренней поверхности ограждения;

$$R_b = \frac{1}{\alpha_b};$$

R_H – сопротивление теплоотдачи наружной поверхности ограждения;

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H};$$

$\alpha_H = 12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$, таблица 4.

ΣR_i – сумма термических сопротивлений слоев ограждающей конструкции, равная

$$\Sigma R_i = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_{np.}; \quad (14)$$

$R_{np.}$ – приведенное термическое сопротивление ограждающей конструкции;

$$R_{np.} = \frac{R_a + 2R_{\delta}}{3}. \quad (15)$$

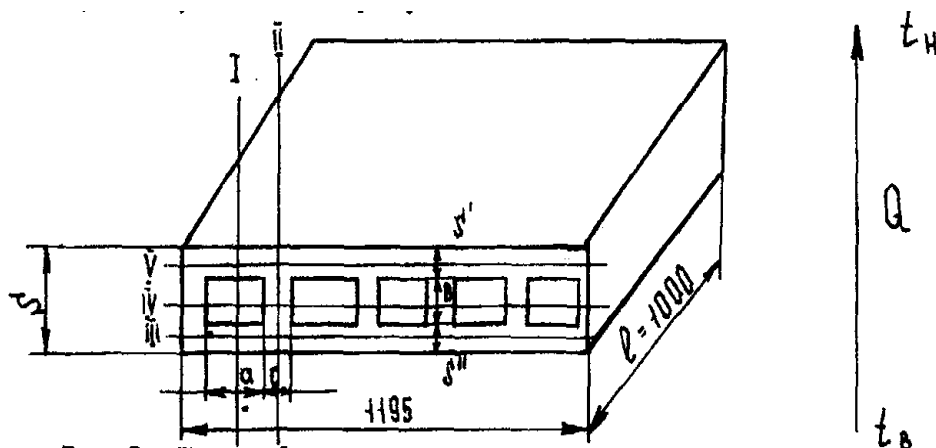


Рис. 1. Железобетонная многопустотная панель.

Для упрощения расчета заменим круглые отверстия равновеликими по площади квадратными.

$$\text{Сторона квадрата } a = \sqrt{\pi \left(\frac{d}{2} \right)^2}, \text{ м} \quad (16)$$

$$\text{толщина глухой части панели } b = \frac{\delta_4 - a}{2}, \text{ м} \quad (17)$$

$$\text{расстояние между пустотами } c = \frac{1}{2} \cdot a, \text{ м} \quad (18)$$

Условно разрезаем железобетонную плиту плоскостями, параллельными тепловому потоку (I, II). Найдем площади сечений F_I и F_{II} :

$$F_I = l \cdot n \cdot a, \quad (19)$$

$$F_{II} = l \cdot m \cdot c, \quad (20)$$

где n – количество пустот;

m – количество участков между пустотами;

l – длина участка железобетонной плиты, $l = 1 \text{ м}$;

$$R_I = \frac{b}{\lambda_{ж.б.}} + R_{B.II.} + \frac{b}{\lambda_{ж.б.}}; \quad (21)$$

где $R_{B.II.}$ – термическое сопротивление воздушной прослойки (Таблица 5);

R_{II} – термическое сопротивление однородного участка конструкции по сечению II-II:

$$R_{II} = \frac{\delta_4}{\lambda_{ж.б.}} \cdot m^2 \cdot C / Bm. \quad (22)$$

Тогда термическое сопротивление ограждающей конструкции для сечений, параллельных направлению теплового потока, равно:

$$R_a = \frac{\frac{F_I + F_{II}}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}}}}{m^2 \cdot C / Bm}. \quad (23)$$

Условно разрезаем железобетонную плиту плоскостями, перпендикулярными тепловому потоку (III, IV, V):

$$R_o = R_{III} + R_{IV} + R_V, \quad (24)$$

где R_{III} , R_V – термическое сопротивление однородных участков конструкции,

$$R_{III} = R_V = \frac{b}{\lambda_{ж.б.}} \cdot i^2 \cdot \tilde{N} / \hat{A} \quad (25)$$

R_{IV} – термическое сопротивление неоднородного участка по сечению IV-IV:

$$R_{IV} = \frac{\frac{F_I + F_{II}}{\frac{F_I}{R_{a.I.}} + \frac{F_{II}}{a / \lambda_4}}}{i^2 \cdot \tilde{N} / \hat{A}}; \quad (26)$$

Находим $R_{пр.}$ -приведенное термическое сопротивление железобетонной панели с воздушными пустотами, по формуле (15);

Толщину утеплителя найдем по формуле:

$$\delta_{\omega} = \left[R_0^{\delta \delta 2} - \left(\frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + R_{i\delta} + \frac{1}{\alpha_i} \right) \right] \cdot \lambda_{\omega}, \quad (27)$$

Принимаем стандартную толщину утеплителя.

2.4. Определим фактическое значение общего сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_0^{\delta} = R_a + \sum R_i + R_i; \quad (28)$$

2.5. Фактическое значение коэффициента теплопередачи чердачного перекрытия:

$$\hat{E} = \frac{1}{R_0^{\delta}} \frac{\hat{a}\delta}{i^2 \cdot \tilde{N}}. \quad (29)$$

3. Теплотехнический расчет пола первого этажа.

3.1. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий:

$$R_0^{\delta \delta_1} = \frac{n \cdot (t_a - t_i)}{\alpha_a \cdot \Delta t_i},$$

где $n, t_a, t_i, \alpha_a, \Delta t_i$ – то же, что в формуле (1).

Для пола 1 этажа $n = 0,6$ (Таблица 1); $\Delta t_i = 2,0^\circ\text{C}$ (Таблица 2); $\alpha_a = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (Таблица 3).

3.2. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче пола 1 этажа из условий энергосбережения:

ГСОП $^{\circ}\text{C}$ ·сут определен п. 1.2, по приложению А [8, таблица 4], для пола 1 этажа, находим $R_0^{mp_2} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче принимаем равным большему из значений, т.е.

$R_0 = R_0^{mp_2} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

3.3. Определяем толщину утепляющего слоя пола первого этажа.

$$R_0 = R_a + \Sigma R_i + R_f,$$

где R_B – сопротивление теплоотдачи внутренней поверхности ограждения;

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B};$$

R_H – сопротивление теплоотдачи наружной поверхности ограждения;

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H}$$

где $\alpha_f = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, таблица 4.

ΣR_i – сумма термических сопротивлений слоев ограждающей конструкции:

$$\Sigma R_i = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{\text{до}}}{\lambda_{\text{до}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + R_{\text{сид}}. \quad (30)$$

$R_{\text{спр}}$ – приведенное термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_{\text{сид}} = \frac{R_a + 2R_d}{3} \quad (31)$$

Заменим круглые отверстия равновеликими по площади квадратными.

$$\text{Сторона } a = \sqrt{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2}, \text{ м}$$

$$\text{Толщина глухой части панели } b = \frac{\delta_5 - a}{2}, \text{ м}$$

$$\text{Расстояние между пустотами } c = \frac{1}{2}, \text{ м}$$

Условно разрезаем железобетонную плиту плоскостями, параллельными тепловому потоку (I, II). Найдем площади сечений F_I и F_{II} :

$$F_I = l \cdot n \cdot a; \quad F_{II} = l \cdot m \cdot c,$$

где n – количество пустот; m – количество участков между пустотами;

l – длина участка железобетонной плиты, $l=1\text{ м}$,

$$R_I = \frac{b}{\lambda_5} + R_{B.II.} + \frac{b}{\lambda_5}; \quad R_{II} = \frac{\delta_5}{\lambda_5}; \quad R_a = \frac{F_I + F_{II}}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}}};$$

где $R_{B.II.}$ - сопротивление воздушной прослойки (таблица 5). При определении $R_{B.II.}$ учитываем направление теплового потока.

Условно разрезаем железобетонную плиту плоскостями, перпендикулярными тепловому потоку (III, IV, V):

$$R_{\delta} = R_{III} + R_{IV} + R_V, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

$$R_{III} = R_V = \frac{b}{\lambda_5}; \quad R_{IV} = \frac{F_I + F_{II}}{\frac{F_I}{R_{B.II.}} + \frac{F_{II}}{a/\lambda_5}};$$

Находим $R_{5np.}$ -приведенное термическое сопротивление железобетонной панели с воздушными пустотами (по формуле 31);

Толщина слоя утеплителя пола первого этажа равна:

$$\delta_{\omega} = \left[R_0^{\delta \delta 2} - \left(\frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_{5i\delta} + \frac{1}{\alpha_i} \right) \right] \cdot \lambda_{\omega}, \text{ м} \quad (32)$$

Принимаем стандартную толщину утеплителя.

3.4. Определим фактическое значение общего сопротивления теплопередаче пола 1 этажа:

$$R_0^{\delta} = R_a + \sum R_i + R_i;$$

3.5. Фактическое значение коэффициента теплопередачи пола 1 этажа:

$$\hat{E} = \frac{1}{R_0^{\delta}};$$

3.6. Определим показатель теплоусвоения поверхности пола 1-ого этажа.

Находим тепловую инерцию первого слоя конструкции пола:

$$D_1 = R_1 \cdot S_1, \quad (33)$$

где S_1 – расчетный коэффициент теплоусвоения материала первого слоя конструкции пола, таблица 2 данной курсовой работы.

а)если покрытие пола (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию $D_1 = R_1 S_1 \geq 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола определяется по формуле:

$$J_{II} = 2S_1. \quad (34)$$

б) если $D_1 < 0,5$ - определяем суммарную тепловую инерцию:

$$D_1 + D_2 < 0,5; \quad (35)$$

$D_1 + D_2 + D_3 > 0,5$. Показатель теплоусвоения поверхности пола определяем последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с n-го до i-го:

$$J_n = \frac{2R_n \cdot S_n^2 + S_{n+1}}{0,5 + R_n \cdot S_{n+1}};$$

$$J_i = \frac{4R_i \cdot S_i^2 + J_{i+1}}{1 + R_i \cdot J_{i+1}} \quad (i=n-1; n-2, \dots 1),$$

R_i, R_n - термическое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, i, n - слоев конструкции пола, определяемые по формуле $R = \delta / \lambda$;

S_1, S_2, S_n, S_{n+1} - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала $i, n, n+1$ - слоев конструкции пола, Вт/м²·°С, (таблица №2).

Показатель теплоусвоения поверхности пола принимается равным показателю теплоусвоения поверхности 1-го слоя J_i .

Если расчетный показатель теплоусвоения поверхности пола J_{Π} не соответствует нормируемому значению $J_{\Pi}^{норм}$, (таблица 6), то следует сделать выводы и дать рекомендации.

Таблица 6.

Нормируемые значения показателя Y_f^{req} [8, Таблица 13]

Здания, помещения и отдельные участки	Показатель теплоусвоения поверхности пола Y_f^{req} , Вт/(м ² ·°С)
1 Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	12
2 Общественные здания (кроме указанных в поз. 1); вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий; участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются легкие физические работы (категория I)	14
3 Участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются физические работы средней тяжести (категория II)	17

4. Теплотехнический расчет внутренних конструкций.

4.1. Определяем сопротивление теплопередаче внутренней перегородки:

$$R_0 = R_a + \sum R_i + R_t,$$

где $R_B = R_H$, т.к. внутренняя конструкция, то

$$R_0 = 2R_B + \sum R_i$$

Коэффициент теплопередачи внутренних перегородок:

$$K = \frac{1}{R_0};$$

4.2. Теплотехнический расчет междуэтажного перекрытия.

$$R_0 = 2R_B + \sum R_i,$$

Коэффициент теплопередачи междуэтажного перекрытия

$$K = \frac{1}{R_0}$$

4.3. Определим показатель теплоусвоения междуэтажного перекрытия. Слои в междуэтажном перекрытии считаем, начиная с нижнего. Принимаем, что в середине ограждения $S=0$.

$$D_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} \cdot S_4; D_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} \cdot S_3; D_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} \cdot S_2; D_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} \cdot S_1;$$

$$D = \frac{\sum D}{2};$$

$$J_{\hat{A}i \cdot i} = R' \cdot S_4^2; \frac{\delta_4'}{\lambda_4} \cdot S_4 = D; \delta_4' = \frac{D \cdot \lambda_4}{S_4};$$

$$J_{\hat{A}i \cdot i} = \frac{\delta_4'}{\lambda_4} \cdot (S_4)^2 \hat{A} \partial / (i^2 \cdot \tilde{N}).$$

5. Выбор вида конструкции световых проемов и наружных входных дверей

5.1. Выбираем конструкцию заполнения светового проема с сопротивлением теплопередаче R_0 не менее требуемого значения.

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче R_0^{mp} по приложению А в зависимости от назначения здания и ГСОП, вычисленного п.1.2. Выбираем конструкцию заполнения светового проема $R_0 > R_0^{dp}$.

Фактическое значение коэффициента теплопередачи светового проема:

$$\hat{E} = \frac{1}{R_0};$$

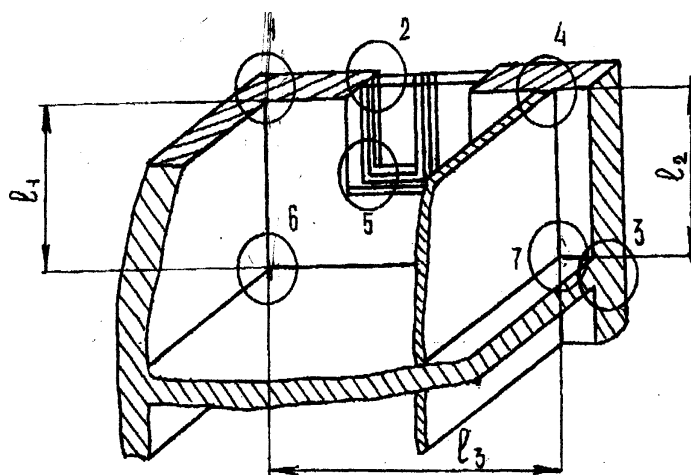
5.2. Определяем сопротивление теплопередаче входных наружных дверей по условию, что требуемое сопротивление теплопередаче R_0^{mp} дверей (кроме балконных) должно быть не менее $0,6 R_0^{mp}$ стен зданий.

$$R_{\hat{A} \partial i \cdot i}^{\partial \partial} = 0,6 \cdot R_0^{\partial \partial}; m^2 \cdot ^\circ C / Bm. \quad (39)$$

Фактическое значение коэффициента теплопередачи входных наружных дверей:

$$\hat{E} = \frac{1}{R_{\hat{A} \partial i \cdot i}^{\partial \partial}};$$

6. Определение приведенного сопротивления теплопередаче сложного ограждения (наружной стены).



l_1 - длина сопряжения наружной стены с наружным углом;
 l_2 - с внутренней перегородкой;
 l_3 - с горизонтальными перекрытиями;
 l_4 - с окном (по периметру окна).

Рис. 2. Элементы формирования двумерных (1,2,3,4) и трехмерных (5,6,7,) температурных полей в наружных ограждениях здания.

6.1. Определение приведенного сопротивления теплопередаче по наружному обмеру:

$$R_{0np.} = R_0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{F_0} \sum a_f l_i (f_i - 1)}; \quad (40)$$

где R_0 – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции наружной стены, п.1.3, $R_0 = R_0^{\Phi}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

F_0 – площадь поверхности ограждения по наружному и внутреннему обмеру (за вычетом площади окон), м^2 ;

f_i – фактор формы характерного элемента стены с двумерным температурным полем, определяемый по ([1] с.170, табл.111.2; с.169, рис.111.29; с.153, рис. 111.13);

l_i – длина сопряжения наружной стены с конструктивными элементами, м;

$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0$ – ширина участка поверхности наружной стены с двумерным температурным полем, равная двум калибрам (толщинам) наружной стены, м;

λ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя конструкции наружной стены;

Для оконных откосов ширина a_f в два калибра равна:

$$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0', \quad (41)$$

где R_0' – сопротивление теплопередаче части ограждения до изотермы t_0 , равное:

$$R_0' = \frac{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda_{ym}}}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\Delta}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_H}} \cdot R_0, \quad (42)$$

δ – расстояние от внутренней поверхности до оси расположения заполнения проема, определяемая в соответствии с рис. 3;

Δ – общая толщина ограждающей конструкции наружной стены, определяемая в соответствии с рис. 3 по таблице 2 данной курсовой работы;

$\delta_{зан.}$ – ширина коробки заполнения переплета.

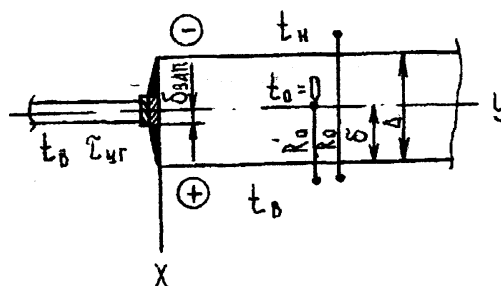


Рис.3. Теплопередача через оконный откос в наружной стене.

6.1.1. Наружный угол (ℓ_1 , м.).

$f_i = 0,68$, определяем по [1, с.170, табл.111.2].

$$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0;$$

6.1.2. Стык наружной стены с внутренней перегородкой (ℓ_2 , м.).

$$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0;$$

δ_2 , м– половина толщины внутренней перегородки.

δ_1 , м– толщина наружной стены.

δ_2 / δ_1 , по [1, стр.169, рис.Ш.29;] принимаем f_i по графику.

6.1.3 Стык наружной стены с полом 1-ого этажа (ℓ_3 , м.).

$$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0;$$

δ_2 – половина толщины пола 1-ого этажа.

δ_1 , м– толщина наружной стены.

δ_2 / δ_1 по [1, стр.169, рис.Ш.29;] принимаем f_i по графику.

6.1.4. Стык наружной стены с междуэтажным перекрытием (ℓ_4 , м.).

$$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0;$$

δ_2 , м– половина толщины междуэтажного перекрытия.

δ_1 , м– толщина наружной стены.

δ_2 / δ_1 , по [1, стр.169, рис.Ш.29;] принимаем f_i по графику.

6.1.5. Стык наружной стены с оконными откосами по периметру (ℓ_5 , м.).

$$a_f = 2 \cdot \lambda \cdot R_0; .$$

$\delta_{зан}$ - ширина коробки заполнения.

δ_1 , м– толщина наружной стены.

$\delta_{зан} / \delta_1$; по [1, стр.169, рис.Ш.29;] принимаем f_i по графику.

Таблица 3.

Результаты расчета приведенного сопротивления теплопередаче сложного ограждения.

Наименование элемента с двумерным температурным полем	l_i , м	a_f , м	f_i , м	f_{i-1}	(f_i-1) l_i
1. Наружный угол					
2. Стык наружной стены с внутренней перегородкой					
3. Стык наружной стены с полом 1- го этажа					
4. Стык наружной стены с междуэтажным перекрытием					
5. Оконный откос					

По результатам расчета находим $R_{0i\delta}$:

$$R_{0i\delta} = R_0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{F_0} \sum a_f l_i (f_i - 1)}, \quad (43)$$

6.2. Определение величины теплового потока через 1 м^2 поверхности наружной стены по глади стены:

$$q_1 = \frac{(t_a - t_i)}{R_0}, \hat{A} \delta / i^2. \quad (44)$$

6.3. *Определение величины теплового потока через 1м² поверхности наружной стены сложной конструкции с учетом наличия и влияния конструктивных элементов:*

$$q_2 = \frac{(t_a - t_i)}{R_{0i\delta}}, \hat{A} \delta / i^2. \quad (45)$$

При $R_{0i\delta} < R_0$, а $q_2 > q_1$ конструктивные элементы ограждающих конструкций здания приводят к увеличению теплопотерь, понижению температуры внутренней поверхности и, следовательно, к снижению теплозащитных свойств ограждений.

7. Расчет воздухопроницания конструкции наружной стены.

Целью расчета является определение соответствия нормам воздухопроницания, определяемым согласно разделу 8[8]. Расчет выполняем для конструкции наружной стены.

7.1. *Определим разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях наружной стены:*

$$\Delta D = 0,55 \hat{I} (\gamma_i - \gamma_A) + V^2 \cdot \gamma_i \cdot 0,03, \quad (46)$$

где Н – высота здания (от поверхности земли до верха карниза),

V_H - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, таблица 1 данной курсовой работы;

γ_B, γ_H - удельный вес соответственно внутреннего и наружного воздуха, определяем по формуле:

$$\gamma_{H(B)} = \frac{3463}{273 + t_{H(B)}}, \quad (47)$$

7.2. *Определим действительное сопротивление воздухопроницанию наружной стены:*

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + R_{u3} + R_{u4} + R_{u5}, \quad (48)$$

где $R_{u1}, R_{u2}, R_{u3}, R_{u4}, R_{u5}$ - сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, принимаем по приложению Б [8, таблица.17].

7.3. *Определим требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкции:*

$$R_{\delta \delta}^{\delta} = \frac{\Delta D}{G_i}, \quad (49)$$

где G_H - нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций $G_H = 0,5$ кг/(м²·ч).

Таблица 7.

Нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций [8, Таблица. 11]

Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость G_n , кг/(м ² ·ч), не более
1 Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2 Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3 Стыки между панелями наружных стен:	
а) жилых зданий	0,5*
б) производственных зданий	1,0*
4 Входные двери в квартиры	1,5
5 Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0
6 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
7 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5,0
8 Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
9 Фонари производственных зданий	10,0
* В кг/(м·ч).	

7.4. Определим действительную воздухопроницаемость наружной стены:

$$G_{\bar{a}} = \frac{\Delta \bar{D}}{R_{\bar{e}}}, \quad (50)$$

Если $G_o < G_H$ и $R_u > R_u^{mp.}$, то наружная стена соответствует нормативам раздела 8 [8].

7.5. Определим температуру внутренней поверхности наружной стены при инфильтрации:

$$\tau_{\bar{a}}^{\text{эф.}} = t_i + (t_{\bar{a}} - t_i) \cdot \frac{e^{\frac{C_B \cdot R_X \cdot G_{\bar{a}}}{3600}} - 1}{e^{\frac{C_B \cdot R_0 \cdot G_{\bar{a}}}{3600}} - 1}, \quad (51)$$

где C_B – удельная теплоемкость воздуха, $C_B = 1005$ Дж/(кг·град); e – основание натурального логарифма, $e = 2,72$; R_0 – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции при отсутствии инфильтрации воздуха, $R_0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$; R_X – термическое сопротивление части ограждения от наружного воздуха до рассматриваемой плоскости при отсутствии инфильтрации воздуха,

$$R_X = R_0 - R_B; \quad (52)$$

7.6. Определим температуру внутренней поверхности наружной стены при отсутствии инфильтрации:

$$\tau_{\bar{a}} = t_{\bar{a}} - \frac{t_{\bar{a}} - t_i}{R_0} \cdot R_{\bar{a}}, \quad (53)$$

7.7. Определим величину теплового потока с учетом инфильтрации:

$$q^{\text{эф.}} = \frac{\tilde{N}_{\bar{a}} \cdot G_{\bar{a}} \cdot \frac{\tilde{N}_{\bar{a}} G_{\bar{a}} R_X}{3600}}{\frac{\tilde{N}_{\bar{a}} G_{\bar{a}} R_X}{3600} - 1} \cdot (t_{\bar{a}} - t_i), \quad (54)$$

7.8. Определим величину теплового потока без учета инфильтрации:

$$q_0 = \frac{t_B - t_H}{R_0}, \quad (55)$$

7.9. Определим коэффициент порового охлаждения наружной стены:

$$\varepsilon = \frac{q^{\text{эф.}}}{q_0}, \quad (56)$$

Инфильтрация снижает температуру внутренней поверхности τ_B наружной стены, приводит к повышению теплового потока через ограждение. Теплозащитные свойства такой стены ухудшаются.

8. Расчет паропроницания конструкции наружной стены.

8.1. Определим возможность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружной стены.

Значение нормируемой относительной влажности воздуха в помещении в соответствии с влажностным режимом помещения по [8, табл.1] равно $\varphi_B = 55\%$. По приложению Д находим температуру точки росы равна $\tau_{\text{д.р.}}$ °С.

Условие выпадения конденсата: $\tau_{Bn} < \tau_{\text{мр.}}$, где $\tau_{\text{мр.}}$, °С (из пункта 7.6.).

Если $\tau_{Bn} > \tau_{\text{мр.}}$, то конденсат на внутренней поверхности наружной стены не выпадет.

8.2. Определим возможность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружного угла.

Условие выпадения конденсата: $\tau_{\text{д.}}^{\text{о.в.}} < \tau_{\text{д.р.}}$,

$$\frac{\tau_{Bn} - \tau_B^{\text{в.л.}}}{t_B - t_H} = 0,18 \cdot (1 - 0,23 \cdot R_0), \quad (57)$$

найдем $\tau_{\text{д.}}^{\text{о.в.}}$:

$$\tau_B^{\text{в.л.}} = \tau_{Bn} - 0,18 \cdot (1 - 0,23 \cdot R_0) \cdot (t_B - t_H), \quad (58)$$

Если $\tau_B^{\text{в.л.}} > \tau_{\text{мр.}}$, то конденсат на внутренней поверхности наружного угла не выпадает.

Меры по утеплению наружных углов:

- скашивание внутренних поверхностей угла;
- скругление наружных углов;
- устройство пилястр;
- установка стояка центрального отопления.
-

8.3. Определим возможность выпадения конденсата в толще ограждения.

Графоаналитический метод определения зоны возможной конденсации.

Определим температуру в характерных сечениях конструкции наружной стены:

$$\tau_i = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} (R_B + \sum_{n=1} R_i), \quad (59)$$

где $\sum_{n=1} R_i$ - сумма термических сопротивлений (n-1) слоев наружной стены,

$\tau_{\text{мр.}}$, °С (из пункта 7.6.);

$$\tau_{1-2} = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} (R_B + R_1) \text{ °С,}$$

$$\tau_{2-3} = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} (R_B + R_1 + R_2) \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\tau_{i.i.} = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} (R_B + R_1 + R_2 + R_3) \text{ } ^\circ\text{C},$$

- по найденным значениям температур в характерных сечениях определим соответствующие значения максимальной упругости E_i по приложению Е [9, прил.С]:

$E_{в.п.}$, Па; E_{1-2} , Па; E_{2-3} , Па; $E_{н.п.}$, Па;

- по полученным значениям построим график изменения действительной упругости E_i в характерных сечениях [13, рис.]

- определим значение действительной упругости e_i в характерных сечениях наружной стены:

$$\dot{a}_i = \dot{a}_A - \frac{\dot{a}_A - \dot{a}_f}{R_n} \cdot \sum_{n-1} R_n, \quad (60)$$

где R_n – сопротивление паропрооницанию ограждения, равное:

$$R_n = R_{\tilde{a}} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} + R_{i\tilde{i}}, \quad (61)$$

$R_{вп}$ – сопротивление влагообмену внутренней поверхности:

$$R_{\tilde{a}} = (1 - \frac{\phi_{\tilde{a}}}{100}) \cdot 0,133 = \left(1 - \frac{55}{100}\right) \cdot 0,133 = 0,06 \text{ } м^2 \cdot ч \cdot Па / мг; \quad (62)$$

$$R_{i\tilde{i}} = (1 - \frac{\phi_i}{100}) \cdot 0,133, \text{ } м^2 \cdot ч \cdot Па / мг, \quad (63)$$

ϕ_n – относительная влажность наружного воздуха, таблица 1 данной курсовой работы,

e_v, e_n – действительная упругость водяного пара внутреннего и наружного воздуха, определяемые по формулам:

$$\phi_{\tilde{a}(i)} = \frac{\dot{a}_{\tilde{a}(i)}}{\dot{A}_{\tilde{a}(i)}} \cdot 100\%; \quad (64)$$

$$\dot{a}_{\tilde{a}(i)} = \frac{\phi_{\tilde{a}(i)} \cdot \dot{A}_{\tilde{a}(i)}}{100\%}; \quad (65)$$

E_v, E_n – максимальные упругости водяных паров внутреннего и наружного воздуха по приложению Е [9, прил. С], Па.

δ_i – толщина конструктивного слоя, таблица 2 данной курсовой работы;

μ_i – расчетный коэффициент паропрооницаемости материала слоя ограждающей конструкции, таблица 2 данной курсовой работы;

$\sum R_n$ – сумма сопротивлений паропрооницаемости (n-1) слоев ограждения, считая от его внутренней поверхности до рассматриваемого сечения;

$$R_i = R_{\tilde{a}} + \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \frac{\delta_3}{\mu_3} + R_{i\tilde{i}} \text{ } м^2 \cdot ч \cdot Па / мг; \quad (66)$$

По формуле (60) найдем: $\dot{a}_{\tilde{a}}; \dot{a}_{1-2}; \dot{a}_{2-3}; \dot{a}_{i\tilde{i}};$

По найденным значениям построим график изменения действительной упругости e_i в характерных сечениях [13,рис.].

8.4. Определение годового баланса влаги в ограждении.

8.4.1. Определим требуемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги в толще ограждения:

$$R_i^{\delta \delta.1} = \frac{\dot{a}_A - \dot{A}}{\dot{A} - \dot{a}_f'} \cdot R_{i\tilde{i}} \quad (67)$$

где e'_H - средняя за год упругость водяного пара наружного воздуха [таблица 1 данной курсовой работы];

E – упругость водяного пара в годовой период эксплуатации в плоскости возможной конденсации:

$$E = \frac{1}{12} (E_1 Z_1 + E_2 Z_2 + E_3 Z_3), \quad (68)$$

где Z_1, Z_2, Z_3 – продолжительность в месяцах соответственно зимнего, осенне-весеннего и летнего периодов, определяемая согласно главе СНиП по строительной климатологии [7, табл.3] с учетом следующих условий:

а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5°C ,

б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5°C ,

в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5°C .

E_1, E_2, E_3 – упругости водяного пара, принимаемые по температуре τ_1, τ_2, τ_3 в плоскости возможной конденсации по приложению Е.

$$\tau_1 = t_B - \frac{t_B - t_{1H}}{R_0} (R_B + \sum R), \quad (69)$$

$$\tau_3 = t_B - \frac{t_B - t_{3H}}{R_0} (R_B + \sum R), \quad (70)$$

$$\tau_3 = t_B - \frac{t_B - t_{3H}}{R_0} (R_B + \sum R), \quad (71)$$

t_{1H}, t_{2H}, t_{3H} – средние температуры наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов [7, табл.3].

$\sum R$ - сумма термических сопротивлений слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и плоскостью возможной конденсации (плоскость возможной конденсации в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя),

$$\sum R = R_1 + R_2 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}; \quad (72)$$

R'_{nn} - сопротивление паропроонианию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждения и плоскостью возможной конденсации, в многослойной конструкции плоскость возможной конденсации совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

8.4.2. Определим сопротивление паропроонианию наружной стены от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации:

$$R_{\hat{I} \rightarrow \hat{I} \rightarrow \hat{A} \rightarrow \hat{E}} = R_{\hat{a}} + \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \frac{\delta_{\hat{o}\hat{o}}}{\mu_{\hat{o}\hat{o}}}, \quad (73)$$

В ограждении соблюдается годовой баланс накопления влаги.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – М.: Стройиздат, 1982. – 415 с.
2. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление. – М.: Стройиздат, 1991.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания – М.: Стройиздат, 1973.
4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть I/Под ред. Старовойта И.Г. – М.: Стройиздат, 1990. – 343 с.
5. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Отопление / Под ред. Р.В. Щекина. – Киев: Будивельник, 1976.
6. Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций зданий. – М.: Стройиздат, 1985. – 143 с.
7. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. – М.: Стройиздат, 2000. – 57 с.
8. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
9. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий.
10. СНиП 2.08.01.-89 Жилые здания. – М.: Стройиздат, 1991. – 45 с.
11. Гост 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении.
12. СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям. – М.: Стройиздат, 1989. – 39 с.
13. Балаева Н.А., Высоцкая Н.В. Строительная теплофизика: Методические указания. – Ухта: УГТУ, 2002. – 43 с.,ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций
[8, Таблица 4]

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градус о-сутки отопительного периода D_d , $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неота- пливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконны х дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальны м остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
a	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25
b	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25
2 Общие, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
	—	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
a	—	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
b	—	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
	—	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
a	—	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15
b	—	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Примечания:

1 Значения R_{req} для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = aD_d + b,$$

(1)

где D_d — градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$, для конкретного пункта;

a , b — коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$: $a = 0,000075$, $b = 0,15$; для интервала 6000-8000 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$: $a = 0,00005$, $b = 0,3$; для интервала 8000 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ и более: $a = 0,000025$; $b = 0,5$.

2 Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

3 Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой t_c ($t_{ext} < t_c < t_{int}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент n , определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

4 Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнений оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже установленного в таблице.

5 Для группы зданий в поз. 1 нормируемые значения сопротивления теплопередаче перекрытий над лестничной клеткой и теплым чердаком, а также над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа, следует принимать как для группы зданий в поз. 2.

Приложение Б

Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций [8, Таблица 17]

№ п.п.	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию R_{inf} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$
1	2	3	4
1	Бетон сплошной (без швов)	100	19620
2	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3	Известняк-ракушечник	500	6
4	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	ё
6	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2
7	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
9	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	—	2
10	Кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11	Кладка из легкобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13	Обои бумажные обычные	—	20
14	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или вчетверть	20-25	Од
15	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98

17	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19	Обшивка из жестких древесно-волоконистых листов с заделкой швов	10	3,3
20	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22	Пенобетон неавтоклавный	100	196
23	Пенополистирол	50-100	79
24	Пеностекло сплошное (без швов)	120	> 2000
25	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26	Рубероид	1,5	Воздухонепроницаем
27	Толь	1,5	
28	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
31	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
33	Керамзитобетон плотностью 900 кг/м ³	250-400	13-17
34	То же, 1000 кг/м ³	250-400	53-80
35	То же, 1100—1300 кг/м ³	250-450	390-590
36	Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м ³	250-400	0,3

Примечания

1 Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящей таблице сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м²·ч·Па/кг.

2 Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.

3 Для материалов и конструкций, не указанных в настоящей таблице, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий
[9, Таблица Д.1]

№ п.п.	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)						
		плотность ρ_0 , кг/м ³	удельная теплоемкость c_0 , кДж/(кг·°C)	коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°C)	массового отношения влаги в материале w , %		теплопроводности λ , Вт/(м·°C)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s , Вт/(м ² ·°C)		паропро- ницаемо- сти μ , мг/(м·ч·Па)
					А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Теплоизоляционные материалы (ГОСТ 16381)										
A	<i>Полимерные</i>										
1	Пенополистирол	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
2	»	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05
3	Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
4	Пенополистирол ОАО «СП Радослав»	18	1,34	0,042	2	10	0,042	0,043	0,28	0,32	0,02
5	То же	24	1,34	0,04	2	10	0,04	0,041	0,32	0,36	0,02
6	Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,28	0,31	0,013
7	То же, 2800С	28	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,30	0,33	0,013
8	То же, 3035С	33	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,32	0,36	0,013
9	То же, 4000С	35	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,34	0,37	0,005
10	То же, 5000С	45	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,38	0,42	0,005
11	Пенополистирол Стиропор PS15	15	1,34	0,039	2	10	0,040	0,044	0,25	0,29	0,035
12	То же, PS20	20	1,34	0,037	2	10	0,038	0,042	0,28	0,33	0,030
13	То же, PS30	30	1,34	0,035	2	10	0,036	0,040	0,33	0,39	0,030
14	Экструдированный пенополистирол «Стайрофоам»	28	1,45	0,029	2	10	0,030	0,031	0,31	0,34	0,006
15	То же, «Руфмат»	32	1,45	0,028	2	10	0,029	0,029	0,32	0,36	0,006
16	То же, «Руфмат А»	32	1,45	0,030	2	10	0,032	0,032	0,34	0,37	0,006
16а	То же, «Флурмат 500»	38	1,45	0,027	2	10	0,028	0,028	0,34	0,38	0,006
17	То же, «Флурмат 500А»	38	1,45	0,030	2	10	0,032	0,032	0,37	0,41	0,006
18	То же, «Флурмат 200»	25	1,45	0,028	2	10	0,029	0,029	0,28	0,31	0,006
19	То же, «Флурмат 200А»	25	1,45	0,029	2	10	0,031	0,031	0,29	0,32	0,006
20	Пенопласт ПХВ-1 и	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23

	ПВ1										
21	То же	100 и менее	1,26	0,041	2	10	0,05	0,052	0,68	0,8	0,23
22	Пенополиуретан	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,7	0,05
23	»	60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
24	»	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,4	0,42	0,05
25	Плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	90	1,68	0,045	5	20	0,053	0,073	0,81	1,10	0,15
26	То же	80	1,68	0,044	5	20	0,051	0,071	0,75	1,02	0,23
27	»	50	1,68	0,041	5	20	0,045	0,064	0,56	0,77	0,23
28	Перлитопластбетон	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
29	»	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008
30	Перлитофосфогелевые изделия	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	1,43	2,02	0,2
31	То же	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	1,1	1,43	0,23
32	Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэрофлекс»	80	1,806	0,034	5	15	0,04	0,054	0,65	0,71	0,003
33	То же, «К флекс»:										
	ЕС	60-80	1,806	0,039	0	0	0,039	0,039	0,6	0,6	0,010
	СТ	60-80	1,806	0,039	0	0	0,039	0,039	0,6	0,6	0,009
	ЕСО	60-95	1,806	0,041	0	0	0,041	0,041	0,65	0,65	0,010
34	Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», тип 35	35	1,65	0,028	2	3	0,029	0,030	0,36	0,37	0,018
35	То же, тип 45	45	1,53	0,030	2	3	0,031	0,032	0,40	0,42	0,015
Б	<i>Минераловатные (ГОСТ 4640), стекловолокнистые, пеностекло, газостекло</i>										
36	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	125	0,84	0,044	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
37	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	100	0,84	0,044	2	5	0,061	0,067	0,64	0,72	0,49
38	То же	75	0,84	0,046	2	5	0,058	0,064	0,54	0,61	0,49
39	Маты минераловатные на синтетическом связующем (ГОСТ 9573)	225	0,84	0,054	2	5	0,072	0,082	1,04	1,19	0,49
40	То же	175	0,84	0,052	2	5	0,066	0,076	0,88	1,01	0,49
41	»	125	0,84	0,049	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,49
42	»	75	0,84	0,047	2	5	0,058	0,064	0,54	0,61	0,53
43	Плиты мягкие,	250	0,84	0,058	2	5	0,082	0,085	1,17	1,28	0,41

	полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)										
44	То же	225	0,84	0,058	2	5	0,079	0,084	1,09	1,20	0,41
45	»	200	0,84	0,056	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
46	»	150	0,84	0,050	2	5	0,068	0,073	0,83	0,92	0,49
47	»	125	0,84	0,049	2	5	0,064	0,069	0,73	0,81	0,49
48	»	100	0,84	0,044	2	5	0,06	0,065	0,64	0,71	0,56
49	»	75	0,84	0,046	2	5	0,056	0,063	0,53	0,60	0,6
50	Плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	180	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
51	То же	140-175	0,84	0,037	2	5	0,043	0,046	0,68	0,75	0,31
52	»	80-125	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,53	0,59	0,32
53	»	40-60	0,84	0,035	2	5	0,041	0,044	0,37	0,41	0,35
54	»	25-50	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,31	0,35	0,37
55	Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
56	Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
57	То же	125	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,70	0,78	0,38
58	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	45	0,84	0,047	2	5	0,06	0,064	0,44	0,5	0,6
59	Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,8	0,9	0,53
60	Маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	25	0,84	0,04	2	5	0,043	0,05	0,27	0,31	0,61
61	То же	17	0,84	0,044	2	5	0,046	0,053	0,23	0,26	0,66
62	»	15	0,84	0,046	2	5	0,048	0,053	0,22	0,25	0,68
63	»	11	0,84	0,048	2	5	0,05	0,055	0,19	0,22	0,7

64	Плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	85	0,84	0,044	2	5	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
65	То же	75	0,84	0,04	2	5	0,042	0,047	0,46	0,52	0,5
66	»	60	0,84	0,038	2	5	0,04	0,045	0,4	0,45	0,51
67	»	45	0,84	0,039	2	5	0,041	0,045	0,35	0,39	0,51
68	»	35	0,84	0,039	2	5	0,041	0,046	0,31	0,35	0,52
69	»	30	0,84	0,04	2	5	0,042	0,046	0,29	0,32	0,52
70	»	20	0,84	0,04	2	5	0,043	0,048	0,24	0,27	0,53
71	»	17	0,84	0,044	2	5	0,047	0,053	0,23	0,26	0,54
72	»	15	0,84	0,046	2	5	0,049	0,055	0,22	0,25	0,55
73	Пеностекло или газостекло	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
74	То же	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
75	»	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,01	1,1	0,03
В	<i>Плиты из природных органических и неорганических материалов</i>										
76	Плиты древесно- волокнистые и древесно- стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
77	То же	800	2,3	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
78	»	600	2,3	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
79	»	400	2,3	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
80	Плиты древесно- волокнистые и древесно- стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	200	2,3	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
81	Плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,86	4,50	0,11
82	То же	450	2,3	0,09	10	15	0,135	0,17	3,47	4,04	0,11
83	»	400	2,3	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
84	Плиты камышитовые	300	2,3	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
85	То же	200	2,3	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
86	Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
87	То же	200	2,3	0,052	15	20	0,06	0,064	1,6	1,71	0,49
88	Пакля	150	2,3	0,05	7	12	0,06	0,07	1,3	1,47	0,49
89	Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,04	7,76	0,098
90	То же	1100	0,84	0,23	4	6	0,35	0,41	5,32	5,99	0,11
91	Листы гипсовые	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075

	обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)										
92	То же	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
93	Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
94	То же	250	1,68	0,082	1	2	0,085	0,099	1,53	1,64	0,04
95	»	225	1,68	0,079	1	2	0,082	0,094	1,39	1,47	0,04
96	»	200	1,68	0,076	1	2	0,078	0,09	1,23	1,32	0,04
Г	<i>Засыпки</i>										
97	Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
98	То же	500	0,84	0,14	2	3	0,15	0,165	2,25	2,41	0,23
99	»	450	0,84	0,13	2	3	0,14	0,155	2,06	2,22	0,235
10 0	»	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,145	1,87	2,02	0,24
10 1	»	350	0,84	0,115	2	3	0,125	0,14	1,72	1,86	0,245
10 2	»	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
10 3	Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
10 4	Гравий шунгизитовый (ГОСТ 9757)	700	0,84	0,16	2	4	0,18	0,21	2,91	3,29	0,21
10 5	То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,19	2,54	2,89	0,22
10 6	»	500	0,84	0,12	2	4	0,15	0,175	2,25	2,54	0,22
10 7	»	450	0,84	0,11	2	4	0,14	0,16	2,06	2,30	0,22
10 8	»	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,15	1,87	2,10	0,23
10 9	Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578)	1000	0,84	0,21	2	3	0,24	0,31	4,02	4,67	0,21
11 0	Щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	900	0,84	0,19	2	3	0,23	0,3	3,73	4,36	0,21
11 1	То же	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
11 2	»	700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,22
11	»	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,7	2,98	0,23

3											
11 4	»	500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,23
11 5	»	450	0,84	0,13	2	3	0,15	0,17	2,13	2,32	0,24
11 6	»	400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
11 7	Щебень и песок из перилита вспученного (ГОСТ 10832)	500	0,84	0,09	1	2	0,1	0,11	1,79	1,92	0,26
11 8	То же	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,095	1,5	1,6	0,3
11 9	»	350	0,84	0,07	1	2	0,081	0,085	1,35	1,42	0,3
12 0	»	300	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
12 1	Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,095	1,01	1,16	0,23
12 2	То же	150	0,84	0,060	1	3	0,074	0,098	0,84	1,02	0,26
12 3	»	100	0,84	0,055	1	3	0,067	0,08	0,66	0,75	0,3
12 4	Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
Д	<i>Строительные растворы (ГОСТ 28013)</i>										
12 5	Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
12 6	То же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
12 7	Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,3	4,64	5,42	0,15
12 8	То же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
12 9	Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
13 0	Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
13 1	То же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
II	Конструкционно-теплоизоляционные материалы										
A	<i>Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 22263)</i>										
13 2	Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,09
13 3	»	1600	0,84	0,52	7	10	0,7	0,81	9,62	10,91	0,11

13 4	»	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
13 5	»	1200	0,84	0,29	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,12
13 6	Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,3	0,075
13 7	»	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,1	7,76	0,083
13 8	»	1200	0,84	0,34	4	6	0,4	0,43	5,94	6,41	0,098
13 9	»	1000	0,84	0,26	4	6	0,3	0,34	4,69	5,2	0,11
14 0	»	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,6	4,07	0,12
14 1	Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,7	9,2	10,14	0,075
14 2	То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
14 3	»	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,09
14 4	»	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,9	5,67	0,098
14 5	»	800	0,84	0,20	7	10	0,23	0,29	3,9	4,61	0,11
Б	<i>Бетоны на искусственных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 9757)</i>										
14 6	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
14 7	То же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
14 8	»	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
14 9	»	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
15 0	»	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
15 1	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
15 2	То же	600	0,84	0,16	5	10	0,2	0,26	3,03	3,78	0,26
15 3	»	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3
15 4	Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
15	То же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075

5											
15 6	»	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
15 7	Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
15 8	То же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
15 9	Шунгизитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
16 0	»	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,5	6,23	7,04	0,11
16 1	»	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,6	0,14
16 2	Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
16 3	»	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
16 4	»	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
16 5	»	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
16 6	Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
16 7	То же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
16 8	»	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
16 9	»	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
17 0	»	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
17 1	Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобетон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,7	9,29	10,31	0,09
17 2	То же	1400	0,84	0,35	8	11	0,52	0,58	7,9	8,78	0,098
17 3	»	1200	0,84	0,29	8	11	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
17 4	»	1000	0,84	0,23	8	11	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
17 5	»	800	0,84	0,17	8	11	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
17 6	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8	0,7	0,81	9,82	11,18	0,083
17 7	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
17 8	То же	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098

17 9	»	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
18 0	Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,7	5	8	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075
18 1	То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
18 2	»	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
18 3	»	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
18 4	»	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
18 5	Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
18 6	То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
18 7	»	1000	0,84	0,24	5	8	0,3	0,35	4,79	5,48	0,12
18 8	Вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	—
18 9	»	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
19 0	»	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
19 1	»	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
В	<i>Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)</i>										
19 2	Полистиролбетон	600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,20	3,07	3,49	0,068
19 3	»	500	1,06	0,125	4	8	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075
19 4	»	400	1,06	0,105	4	8	0,12	0,135	2,07	2,34	0,085
19 5	»	300	1,06	0,085	4	8	0,09	0,11	1,55	1,83	0,10
19 6	»	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12
19 7	»	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
19 8	Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
19 9	То же	800	0,84	0,21	10	15	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
20 0	»	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
20 1	»	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23

20 2	Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
20 3	Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
20 4	То же	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
20 5	»	800	0,84	0,17	15	22	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
Г	<i>Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>										
20 6	Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
20 7	Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
20 8	Глиняного обыкновенного на цементно- перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15
20 9	Силикатного (ГОСТ 379) на цементно- песчаном растворе	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
21 0	Трепельного (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
21 1	То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
21 2	Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,7	8,12	8,76	0,11
Д	<i>Кирпичная кладка из пустотного кирпича</i>										
21 3	Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
21 4	Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
21 5	Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17

	песчаном растворе										
21 6	Силикатного одиннадцатипустотн ого (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,64	2	4	0,7	0,81	8,59	9,63	0,13
21 7	Силикатного четырнадцатипустот ного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
Е	<i>Дерево и изделия из него</i>										
21 8	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
21 9	Сосна и ель вдоль волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
22 0	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
22 1	Дуб вдоль волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
22 2	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
22 3	Картон облицовочный (ГОСТ 8740)	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
22 4	Картон строительный многослойный	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
III	Конструкционные материалы										
А	<i>Бетоны (ГОСТ 7473, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)</i>										
22 5	Железобетон (ГОСТ 26633)	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
22 6	Бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633)	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
22 7	Раствор цементно- песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
22 8	Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,7	0,87	8,95	10,42	0,098
22 9	Раствор известково- песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12
Б	<i>Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)</i>										
23 0	Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
23 1	Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
23 2	Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06

23 3	»	1800	0,88	0,7	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
23 4	Известняк	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
23 5	»	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
23 6	Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
23 7	»	1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
23 8	»	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
23 9	»	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
24 0	»	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
24 1	»	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
В	<i>Материалы кровельные, гидроизоляционные, битумные и рулонные покрытия для полов (ГОСТ 30547)</i>										
24 2	Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
24 3	То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
24 4	Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
24 5	То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
24 6	»	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
24 7	Асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
24 8	Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	—
24 9	Линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
25 0	То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
25 1	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002

25 2	То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
25 3	»	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
Г	<i>Металлы и стекло</i>										
25 4	Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781)	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
25 5	Чугун (ГОСТ 9583)	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
25 6	Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767)	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
25 7	Медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527)	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
25 8	Стекло оконное (ГОСТ 111)	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0

Примечания

1 Расчетные значения коэффициента теплоусвоения (при периоде 24 ч) материала в конструкции вычислены по формуле

$$s = 0,27 \sqrt{\lambda \rho_0 (c_0 + 0,0419w)},$$

где λ , ρ_0 , c_0 , w — принимают по соответствующим графам настоящей таблицы.

2 Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале w , %, равном нулю.

3 Значения коэффициента теплопроводности материала в сухом состоянии приняты по действующим нормативным документам.

Если в нормативном документе этот показатель отсутствует, то он был определен по данным НИИСФ.

4 Значения коэффициента теплопроводности материала при условиях эксплуатации А или Б рассчитаны на основании лабораторных испытаний по методике, приведенной в приложении Е.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r , коэффициент затенения непрозрачными элементами τ , коэффициент относительного пропускания солнечной радиации k окон, балконных дверей и фонарей .[9] Приложение Л

Таблица Л.1

№ п.п.	Заполнение светового проема	Светопрзрачные конструкции					
		в деревянных или ПВХ переплетах			в алюминиевых переплетах		
		R_o^r , м ² ·°C/Вт	τ	k	R_o^r , м ² ·°C/Вт	τ	k
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах	0,40	0,75	0,62	—	0,70	0,62
2	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в спаренных переплетах	0,55	0,75	0,65	—	0,70	0,65
3	Двойное остекление из обычного стекла в отдельных переплетах	0,44	0,65	0,62	0,34	0,60	0,62
4	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в отдельных переплетах	0,57	0,65	0,60	0,45	0,60	0,60
5	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм: 194 x 194 x 98 2544 x 244 x 98	0,31 0,33	0,90 0,90	0,40 (без переплета) 0,45 (без переплета)			
6	Профильное стекло коробчатого сечения	0,31	0,90	0,50 (без переплета)			
7	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	0,90	0,9	—	0,90	0,90
8	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	0,90	0,83	—	0,90	0,83
9	Тройное остекление из обычного стекла в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,50	0,70	0,46	0,50	0,70
10	Тройное остекление с твердым селективным покрытием в отдельно-спаренных переплетах	0,60	0,50	0,67	0,50	0,50	0,67
11	Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	0,35 0,51 0,56	0,80 0,80 0,80	0,76 0,75 0,54	0,34 0,43 0,47	0,80 0,80 0,80	0,76 0,75 0,54
12	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного (с межстекольным расстоянием 8 мм) обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм) с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и	0,50 0,54 0,58 0,68 0,65	0,80 0,80 0,80 0,80 0,80	0,74 0,74 0,68 0,48 0,68	0,43 0,45 0,48 0,52 0,53	0,80 0,80 0,80 0,80 0,80	0,74 0,74 0,68 0,48 0,68

	заполнением аргоном						
13	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:						
	обычного	0,56	0,60	0,63	0,50	0,60	0,63
	с твердым селективным покрытием	0,65	0,60	0,58	0,56	0,60	0,58
	с мягким селективным покрытием	0,72	0,60	0,51	0,60	0,60	0,58
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69	0,60	0,58	0,60	0,60	0,58
14	Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:						
	обычного	0,65	0,60	0,60	—	0,60	0,60
	с твердым селективным покрытием	0,72	0,60	0,56	—	0,58	0,56
	с мягким селективным покрытием	0,80	0,60	0,36	—	0,58	0,56
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,82	0,60	0,56	—	0,58	0,56
15	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	0,70	0,59	—	0,70	0,59
16	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,75	0,60	0,54	—	0,60	0,54
17	Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах	0,80	0,50	0,59	—	0,50	0,59

Примечания

1 Значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.

2 К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым (К-стекло) — 0,15 и более.

3 Значения приведенного сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.

4 Значения для окон со стеклопакетами приведены:

- для деревянных окон при ширине переплета 78 мм;
- для конструкций окон в ПВХ переплетах шириной 60 мм с тремя воздушными камерами.

При применении ПВХ переплетов шириной 70 мм и с пятью воздушными камерами приведенное сопротивление теплопередаче увеличивается на $0,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

- для алюминиевых окон значения приведены для переплетов с термическими вставками.

Приложение Д

Температуры точки росы t_d , °C, для различных значений температур t_{int} и относительной влажности ϕ_{int} , %, воздуха в помещении. [9, Приложение Р]

t_{int}	t_d , °C, при ϕ_{int} , %											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
-5	-15,3	-14,04	-12,9	-11,84	-10,83	-9,96	-9,11	-8,31	-7,62	-6,89	-6,24	-5,6
-4	-14,4	-13,1	-11,93	-10,84	-9,89	-8,99	-8,11	-7,34	-6,62	-5,89	-5,24	-4,6
-3	-13,42	-12,16	-10,98	-9,91	-8,95	-7,99	-7,16	-6,37	-5,62	-4,9	-4,24	-3,6
-2	-12,58	-11,22	-10,04	-8,98	-7,95	-7,04	-6,21	-5,4	-4,62	-3,9	-3,34	-2,6
-1	-11,61	-10,28	-9,1	-7,98	-7,0	-6,09	-5,21	-4,43	-3,66	-2,94	-2,34	-1,6
0	-10,65	-9,34	-8,16	-7,05	-6,06	-5,14	-4,26	-3,46	-2,7	-1,96	-1,34	-0,62
1	-9,85	-8,52	-7,32	-6,22	-5,21	-4,26	-3,4	-2,58	-1,82	-1,08	-0,41	0,31
2	-9,07	-7,72	-6,52	-5,39	-4,38	-3,44	-2,56	-1,74	-0,97	-0,24	0,52	1,29
3	-8,22	-6,88	-5,66	-4,53	-3,52	-2,57	-1,69	-0,88	-0,08	0,74	1,52	2,29
4	-7,45	-6,07	-4,84	-3,74	-2,7	-1,75	-0,87	-0,01	0,87	1,72	2,5	3,26
5	-6,66	-5,26	-4,03	-2,91	-1,87	-0,92	-0,01	0,94	1,83	2,68	3,49	4,26
6	-5,81	-4,45	-3,22	-2,08	-1,04	-0,08	0,94	1,89	2,8	3,68	4,48	5,25
7	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87	1,9	2,85	3,77	4,66	5,47	6,25
8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	-0,72	1,82	2,86	3,85	4,77	5,64	6,46	7,24
9	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77	3,82	4,81	5,74	6,62	7,45	8,24
10	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,6	3,72	4,78	5,77	6,71	7,6	8,44	9,23
11	-1,83	-0,42	0,98	1,32	3,54	4,68	5,74	6,74	7,68	8,58	9,43	10,23
12	-1,04	0,44	1,9	3,25	4,48	5,63	6,7	7,71	8,65	9,56	10,42	11,22
13	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58	7,66	8,68	9,62	10,54	11,41	12,21
14	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53	8,62	9,64	10,59	11,52	12,4	13,21
15	1,51	3,17	4,68	6,04	7,3	8,48	9,58	10,6	11,59	12,5	13,38	14,21
16	2,41	4,08	5,6	6,97	8,24	9,43	10,54	11,57	12,56	13,48	14,36	15,2
17	3,31	4,99	6,52	7,9	9,18	10,37	11,5	12,54	13,53	14,46	15,36	16,19
18	4,2	5,9	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	13,51	14,5	15,44	16,34	17,19
19	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	14,48	15,47	16,42	17,32	18,19
20	6,0	7,72	9,28	10,69	12,0	13,22	14,38	15,44	16,44	17,4	18,32	19,18
21	6,9	8,62	10,2	11,62	12,94	14,17	15,33	16,4	17,41	18,38	19,3	20,18
22	7,69	9,52	11,12	12,56	13,88	15,12	16,28	17,37	18,38	19,36	20,3	21,6
23	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	18,34	19,38	20,34	21,28	22,15
24	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	19,3	20,35	21,32	22,26	23,15
25	10,46	12,75	13,86	15,34	16,7	17,97	19,15	20,26	21,32	22,3	23,24	24,14
26	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95	20,11	21,22	22,29	23,28	24,22	25,14
27	12,24	14,05	15,7	17,19	18,57	19,87	21,06	22,18	23,26	24,26	25,22	26,13
28	13,13	14,95	16,61	18,11	19,5	20,81	22,01	23,14	24,23	25,24	26,2	27,12
29	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75	22,96	24,11	25,2	26,22	27,2	28,12
30	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69	23,92	25,08	26,17	27,2	28,18	29,11
31	15,82	17,68	19,36	20,9	22,32	23,64	24,88	26,04	27,14	28,08	29,16	30,1
32	16,71	18,58	20,27	21,83	23,26	24,59	25,83	27,0	28,11	29,16	30,16	31,19
33	17,6	19,48	21,18	22,76	24,2	25,54	26,78	27,97	29,08	30,14	31,14	32,19
34	18,49	20,38	22,1	23,68	25,14	26,49	27,74	28,94	30,05	31,12	32,12	33,08
35	19,38	21,28	23,02	24,6	26,08	27,64	28,7	29,91	31,02	32,1	33,12	34,08

Значение парциального давления насыщенного водяного пара E , Па, для различных значений температур при $B = 100,7$ кПа. [9, Приложение С]

Таблица С.1 — Значения парциального давления насыщенного водяного пара E , Па, для температуры t от 0 до минус 41 °С (над льдом)

$t, ^\circ\text{C}$	E	$t, ^\circ\text{C}$	E	$t, ^\circ\text{C}$	E	$t, ^\circ\text{C}$	E	$t, ^\circ\text{C}$	E
0	611	-5,4	388	-10,6	245	-16	151	-23	77
-0,2	601	-5,6	381	-10,8	241	-16,2	148	-23,5	73
-0,4	592	-5,8	375	-11	237	-16,4	145	-24	69
-0,6	581	-6	369	-11,2	233	-16,6	143	-24,5	65
-0,8	573	-6,2	363	-11,4	229	-16,8	140	-25	63
-1	563	-6,4	356	-11,6	225	-17	137	-25,5	60
-1,2	553	-6,6	351	-11,8	221	-17,2	135	-26	57
-1,4	544	-6,8	344	-12	217	-17,4	132	-26,5	53
-1,6	535	-7	338	-12,2	213	-17,6	129	-27	51
-1,8	527	-7,2	332	-12,4	209	-17,8	128	-27,5	48
-2	517	-7,4	327	-12,6	207	-18	125	-28	47
-2,2	509	-7,6	321	-12,8	203	-18,2	123	-28,5	44
-2,4	400	-7,8	315	-13	199	-18,4	120	-29	42
-2,6	492	-8	310	-13,2	195	-18,6	117	-29,5	39
-2,8	484	-8,2	304	-13,4	191	-18,8	116	—	—
-3	476	-8,4	299	-13,6	188	-19	113	-30	38
-3,2	468	-8,6	293	-13,8	184	-19,2	111	-31	34
-3,4	460	-8,8	289	-14	181	-19,4	109	-32	34
-3,6	452	-9	284	-14,2	179	-19,6	107	-33	27
-3,8	445	-9,2	279	-14,4	175	-19,8	105	-34	25
-4	437	-9,4	273	-14,6	172	—	—	-35	22
-4,2	429	-9,6	268	-14,8	168	-20	103	-36	20
-4,4	423	-9,8	264	-15	165	-20,5	99	-37	18
-4,6	415	—	—	-15,2	163	-21	93	-38	16
-4,8	408	-10	260	-15,4	159	-21,5	89	-39	14
-5	402	-10,2	260	-15,4	159	-22	85	-40	12
-5,2	395	-10,4	251	-15,8	153	-22,5	81	-41	11

Таблица С.2 — Значения парциального давления насыщенного водяного пара E , Па, для температуры t от 0 до +30 °С (над водой)

$t, ^\circ\text{C}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	611	615	620	624	629	633	639	643	648	652
1	657	661	667	671	676	681	687	691	696	701
2	705	711	716	721	727	732	737	743	748	753
3	759	764	769	775	780	785	791	796	803	808
4	813	819	825	831	836	843	848	855	860	867
5	872	879	885	891	897	904	909	916	923	929
6	935	941	948	956	961	968	975	981	988	995
7	1001	1009	1016	1023	1029	1037	1044	1051	1059	1065
8	1072	1080	1088	1095	1103	1109	1117	1125	1132	1140
9	1148	1156	1164	1172	1180	1188	1196	1204	1212	1220
10	1228	1236	1244	1253	1261	1269	1279	1287	1285	1304
11	1312	1321	1331	1339	1348	1355	1365	1375	1384	1323

12	1403	1412	1421	1431	1440	1449	1459	1468	1479	1488
13	1497	1508	1517	1527	1537	1547	1557	1568	1577	1588
14	1599	1609	1619	1629	1640	1651	1661	1672	1683	1695
15	1705	1716	1727	1739	1749	1761	1772	1784	1795	1807
16	1817	1829	1841	1853	1865	1877	1889	1901	1913	1925
17	1937	1949	1962	1974	1986	2000	2012	2025	2037	2050
18	2064	2077	2089	2102	2115	2129	2142	2156	2169	2182
19	2197	2210	2225	2238	2252	2266	2281	2294	2309	2324
20	2338	2352	2366	2381	2396	2412	2426	2441	2456	2471
21	2488	2502	2517	2538	2542	2564	2580	2596	2612	2628
22	2644	2660	2676	2691	2709	2725	2742	2758	2776	2792
23	2809	2826	2842	2860	2877	2894	2913	2930	2948	2965
24	2984	3001	3020	3038	3056	3074	3093	3112	3130	3149
25	3168	3186	3205	3224	3244	3262	3282	3301	3321	3341
26	3363	3381	3401	3421	3441	3461	3481	3502	3523	3544
27	3567	3586	3608	3628	3649	3672	3692	3714	3796	3758
28	3782	3801	3824	4846	3869	3890	3913	3937	3960	3982
29	4005	4029	4052	4076	4100	4122	4146	4170	4194	4218
30	4246	4268	4292	4317	4341	4366	4390	4416	4441	4466

Таблица С.3 — Значения парциального давления водяного пара E_p , Па, и относительной влажности воздуха φ_p над насыщенными растворами солей при $B = 100,7$ кПа

Химическая формула соли	Парциальное давление водяного пара E_p , Па, при температуре, °C					Относительная влажность φ_p , %, при $t = 20$ °C
	10	15	20	25	30	
ZnBr ₂	—	—	230,6	286,6	305,3	10
MgCl ₂	—	—	—	—	1400	33
Na ₂ S ₂ O ₃	548	761,3	1051	1451	1895	45
Mg(NO ₃) ₂	—	—	1261	1659	2169	54
Ca(NO ₃) ₂	746,6	954,6	1288	1605	2005	55
NaBr	—	959,9	1400	1787	2240	60
NH ₄ NO ₃	917,3	1193	1566	1992	2524	67
NaNO ₃	950,6	1313	1804	2364	3076	77
NaCl	923,6	1279	1807	2381	3253	77
NH ₄ Cl	969,3	1353	1856	2416	3281	79
Ca(NH ₂) ₂	997,2	1365	1873	2408	3078	80
(NH ₄) ₂ SO ₄	971,9	1355	1896	2600	3362	81
Na ₂ SO ₄	909,3	1333	1927	2748	3633	82
KCl	1055	1445	1968	2636	3733	84
NaSO ₃	1075	1487	2038	2762	3706	87
CdSO ₄	1099	1511	2077	2812	3768	89
Na ₂ CO ₃	—	1601	2090	2704	3465	89
CdBr ₂	—	—	2120	2820	3678	90
ZnSO ₄	1189	1597	2126	2802	3661	91
NH ₄ H ₂ PO ₄	1192	1658	2146	2921	3890	92
KNO ₃	1183	1635	2161	2925	3845	92
CaH ₄ (PO ₄) ₂	1193	1689	2202	3052	3980	94
KH ₂ PO ₄	1195	1683	2251	3034	3946	96
MgSO ₄	—	—	—	—	4000	97
K ₂ SO ₄	1208	1701	2306	3141	4112	98

Список литературы

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – М.: Стройиздат, 1982. – 415 с.
2. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для студентов вузов. – Москва: АСВ, 2002. – 576 с.: ил.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. – М.: Стройиздат, 1973. – 415 с.
4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть I/Под ред. Староверова И.Г. – М.: Стройиздат, 1990. – 343 с.
5. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Отопление. Часть I/Под ред. Щекина Р.В. – Киев: Будивельник, 1976. – 272 с.
6. Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций зданий. – М.: Стройиздат, 1985. – 143 с.
7. . СНиП 23–01–99* Строительная климатология (издание 2003 г. с изменениями). – Москва: Госстрой России, 2003. – 79 с.
8. СНиП 23–02–2003 Тепловая защита зданий. – Москва: Госстрой России, 2003. – 27 с.
9. СП 23–101–2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – Москва: Госстрой России, 2004. – 132 с.
10. СНиП 31.01.-03 Жилые здания. – М.: Стройиздат, 2003. – 45 с.
11. ГОСТ 30494 – 96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Москва: МНТКС, 1999. – 13 с.
12. СанПиН 2.1.2.1002-00 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и сооружениям.
13. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2001. – 423 с.: ил.
14. СНиП 41–01–2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Москва: Госстрой России, 2004. – 58 с.
15. СНиП 2.01.07 – 85* Нагрузки и воздействия (издание 2003 г. с изменениями 1 и 2, разделом 10 и обязательным приложением 5). – Москва: Госстрой России, 2003. – 55 с.
16. Балаева Н.А., Высоцкая Н.В. Строительная теплофизика: Методические указания. – Ухта: УГТУ, 2002. – 43 с.,ил.