

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Н.А. СТАРЦЕВА, С.А. ЯРЕМЕНКО

# ***Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений***

*Рекомендовано в качестве учебного пособия редакционно-издательским советом Воронежского государственного архитектурно-строительного университета для студентов 3-4-го курсов, обучающихся по специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция» направления подготовки дипломированного специалиста 270100 «Строительство» всех форм обучения*

Воронеж 2010

УДК 697.9 (07)

ББК 38.113я7

С774

**Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений** / учеб.-метод. пособие // Н.А. Старцева, С.А. Яременко; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 51 с.

Учебное пособие по теплотехническому расчету наружных ограждающих конструкций здания определяет состав, объем и последовательность выполнения расчетной и графической частей курсовой работы.

Приводятся обобщенные данные, необходимые при выполнении работы, рассматриваются конструктивные решения наружных стен, покрытий, перекрытий верхнего этажа и полов первого этажа, даются рекомендации по оформлению расчетно-пояснительной записки и графического материала.

Предназначено для студентов специальности 290700 «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения.

Ил. 3. Табл. 9. Библиогр.: 4 назв.

**УДК 697.9 (07)**

**ББК 38.113я7**

**Рецензенты:**

Кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности  
ГОУВПО Воронежский государственный технический университет  
О.В. Крюков, к.п.н., зам. начальника Воронежского института ГПС  
МЧС России

ISBN 978-5-89040-311-7

© Старцева Н.А., Яременко С.А., 2010

© Воронежский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Состав работы.....	4
1. Исходные данные.....	5
1.1. Задание.....	5
1.2. Климатологическая характеристика района строительства.....	5
1.3. Теплофизические свойства материалов.....	6
2. Расчет теплозащитных характеристик наружных ограждений....	7
3. Анализ теплового режима наружных ограждений.....	11
4. Проверка наружных ограждений на паропроницаемость.....	15
5. Проверка наружных ограждений на теплоустойчивость.....	19
6. Проверка наружных ограждений на воздухопроницаемость.....	20
Заключение.....	21
Библиографический список .....	21
Приложение А. Задание на выполнение курсовой работы.....	22
Приложение Б. Варианты районов строительства.....	24
Приложение В. Климатологическая характеристика городов.....	25
Приложение Г. Варианты конструкции наружных стен .....	31
Приложение Д. Варианты конструкции чердачных покрытий.....	33
Приложение Е. Варианты конструкций перекрытий над подвалами (полов первого этажа).....	35
Приложение Ж. Расчетные теплотехнические показатели строитель- ных материалов и изделий.....	37

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы написано в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция» направления подготовки дипломированного специалиста 270100 «Строительство».

Целью курсовой работы является углубление и обобщение теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины «Строительная теплофизика», освоение методики и приобретение практических навыков при выполнении теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий.

Учебное пособие устанавливает объем, последовательность и методику выполнения курсовой работы, дает необходимые указания и сведения для расчета и проектирования наружных ограждений зданий.

Пособие состоит из шести разделов, в которых описываются методики определения климатологической характеристики района строительства и определения теплофизических свойств материалов; описываются принципы расчета теплозащитных характеристик наружных ограждений; дается алгоритм анализа теплового режима ограждений, описываются способы их проверки на паропроницаемость, теплоустойчивость и воздухопроницаемость. Все необходимые для выполнения работ справочные и нормативные сведения представлены в приложениях.

Пособие предназначено для студентов третьего - четвертого курсов специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения.

## **СОСТАВ РАБОТЫ**

Курсовая работа по «Строительной теплофизике» выполняется согласно заданию (прил. А) и состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 25-30 страниц текстового материала и 3-6-ти листов чертежей формата А4.

Расчеты рекомендуется проводить в следующей последовательности.

1. Выбор исходных данных.
2. Расчет теплозащитных характеристик наружных ограждений.
3. Анализ теплового режима наружных ограждений.
4. Проверка наружных ограждений на паропроницаемость.
5. Проверка наружных ограждений на теплоустойчивость.
6. Проверка наружных ограждений на воздухопроницаемость.

Чертежи содержат графики распределения температур по сечению ограждающих конструкций с построением зоны возможного промерзания и графики по определению положения плоскости и зоны возможной конденсации.

## 1. Исходные данные

### 1.1. Задание

Район строительства, вариант ограждающих конструкций, назначение здания, ориентация здания по сторонам света, расчетные параметры внутреннего воздуха, режим эксплуатации здания и тема для спецзадания принимаются по прил. А, выданной преподавателем.

### 1.2. Климатологическая характеристика района строительства

Название города определяем по варианту в прил.Б. Климатологическую характеристику района строительства определяем по СНиП 23-01-99 [1] или по прил. Б и данные вносим в табл. 1.

Таблица 1

Климатологическая характеристика района строительства

Наименование величин	Обозначение	Размерность	Численное значение	Примечание
1. Средняя температура наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92)	$t_{x5}$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
2. Средняя температура наиболее холодного месяца	$t_{xm}$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
3. Средняя относительная влажность наружного воздуха при $t_{xm}$	$\varphi_{xm}$	%		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
4. Средняя температура за отопительный период	$t_{om}$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
5. Продолжительность отопительного периода	$z_{om}$	сут/год		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
6. Средняя температура периода с отрицательными среднесуточными температурами	$t_o$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
7. Продолжительность периода с отрицательными среднесуточными температурами	$z_o$	сут/год		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]

Наименование величин	Обозначение	Размерность	Численное значение	Примечание
8. Средняя температура самого жаркого месяца	$t_{mm}$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 2]
9. Максимальная амплитуда температурных колебаний в июле	$A_{mm}$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 2]
10. Максимальная скорость из средних скоростей ветра по румбам в январе	$v_{xм}$	$м/с$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
11. Минимальная скорость из средних скоростей ветра по румбам в июле	$V_{mm}$	$м/с$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 2]
12. Суммарная солнечная радиация: -на горизонтальную поверхность -на вертикальную поверхность	$I_z^{max}, I_z^{cp}$ $I_{\epsilon}^{max}, I_{\epsilon}^{cp}$	$Вт/м^2$ $Вт/м^2$		СП 23-101-2004 [3, прил.Г]; СП 23-101-2004 [3, прил.Г]
13. Средняя температура наружного воздуха по месяцам	$t_1$ $t_2$ $t_3$ $t_4$ $t_5$ $t_6$ $t_7$ $t_8$ $t_9$ $t_{10}$ $t_{11}$ $t_{12}$	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 3]

### 1.3. Теплофизические свойства материалов

По [2, прил. В] определяем зону влажности района строительства, затем по [2, табл. 2] определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций.

По прил. 4, 5, 6 определяем конструкции ограждений по заданному варианту (см. п. 1.1.). Характеристики строительных материалов выбранных наружных ограждений определяем по [3, прил. Д] и сводим в табл. 2.

## Теплофизические свойства материалов

Номер слоя	Наименование материала	№ материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя, $\delta_i$ , м	Плотность материала, $\rho_i$ , кг/м <sup>3</sup>	Расчетные характеристики в условиях эксплуатации			
					Расчетное массовое отношение влаги, $w_i$ , %	коэффициент теплопроводности $\lambda_i$ , Вт/(м °С)	коэффициент теплоусвоения $s_i$ , Вт/(м <sup>2</sup> °С)	коэффициент паропроницаемости $\mu_i$ , кг/(м ч Па)
Наружная стена (вариант № __)								
1								
2								
3								
4								
Чердачное перекрытие (вариант № __)								
1								
2								
3								
4								
Пол первого этажа (вариант № __)								
1								
2								
3								
4								

## 2. Расчет теплозащитных характеристик наружных ограждений

Целью расчета является определение толщины теплоизоляционного слоя в заданной типовой конструкции наружного ограждения для конкретного района строительства.

Расчет теплозащитных характеристик производим для наружной стены, чердачного покрытия и перекрытия над подвалом (пол первого этажа) по следующему алгоритму:

1. Определяем сопротивление теплопередачи наружного ограждения, требуемое из условий энергосбережения по [2, табл. 4] или табл.3

Таблица 3

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче  
ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты а и в	ГСОП $D_d$ , $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередачи $R_0^{mp}$ , $\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$ , ограждающих конструкций				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей с вертикальным остеклением
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, 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
а	-	0.00035	0.0005	0.00045	-	0.000025
в	-	1.4	2.2	1.9	-	0.25
2. Общественные, 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	0.23
	4000	2.4	3.2	2.7	0.4	0.28
	6000	3.0	4.0	3.4	0.5	0.33
	8000	3.6	4.8	4.1	0.6	0.38
	10000	4.2	5.6	4.8	0.7	0.43
	12000	4.8	6.4	5.5	0.8	0.48
а	-	0.0003	0.0004	0.00035	0.00005	0.000025
в	-	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
а	-	0.0002	0.00025	0.0002	0.000025	0.000025
в	-	1.0	1.5	1.0	0.2	0.15



Примечания:

1. Значения  $R_0^{mp}$  для величин  $D_d$ , отличающихся от табличных, следует определять по формуле:

$$R_0^{mp} = aD_d + b, \quad (1)$$

где  $D_d$  – градусо-сутки отопительного периода для конкретного пункта,  $^{\circ}\text{C}$  сут;  $a$ ,  $b$  – 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  $^{\circ}\text{C}$  сут:  $a=0.000075$ ,  $b=0.15$ ; для интервала 6000-8000  $^{\circ}\text{C}$  сут:  $a=0.00005$ ,  $b=0.3$ ; для интервала 8000  $^{\circ}\text{C}$ ·сут и более:  $a= 0.000025$ ,  $b=0.5$ .

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.

2. Градусо-сутки отопительного периода следует определять:

$$D_d = (t_b - t_{on}) z_{on}, \quad (2)$$

где  $t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{on}$  – средняя температура за отопительный период,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $z_{on}$  – продолжительность отопительного периода, сут/год.

3. Определяем расчетный температурный перепад:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_b - t_n)}{R_0^{mp} \alpha_b}, \quad (3)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяем по [3, табл. 6];  $t_n$  – расчетная температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\alpha_b$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/( $\text{м}^2$ · $^{\circ}\text{C}$ ), принимаем по [2, табл. 7].

Сравниваем полученное значение с нормируемым температурным перепадом между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции по [2, табл. 5].

4. Определяем термическое сопротивление материальных слоев конструкции многослойного ограждения без теплоизоляционного слоя:

$$R_0 = R_g + \sum_{i=1}^n R_{mi} + R_n, \quad (4)$$

где  $R_g$  – сопротивление конвективному теплообмену между воздухом помещения и внутренней поверхностью ограждения,  $\text{м}^2$   $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , определяемое по формуле:

$$R_{\epsilon} = \frac{1}{\alpha_{\epsilon}}, \quad (5)$$

где  $R_{mi}$  - термическое сопротивление  $i$  – го материального слоя в конструкции многослойного ограждения,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ , определяемое по формуле:

$$R_{mi} = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

$R_n$  - сопротивление конвективному теплообмену между поверхностью наружного ограждения и наружным воздухом,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ , определяемое как

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n}, \quad (7)$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ , определяем по [3, табл. 8].

5. Определяем требуемое термическое сопротивление утеплителя в наружном ограждении:

$$R_{ym}^{mp} = R_0^{mp} - R_0. \quad (8)$$

6. Определяем требуемую толщину теплоизоляционного слоя:

$$\delta_{ym}^{mp} = R_{ym}^{mp} \cdot \lambda_{ym}, \quad (9)$$

где  $\lambda_{ym}$  - коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала,  $\text{Вт}/(\text{м}^0\text{C})$ .

Округляем требуемую толщину теплоизоляционного слоя до строительной величины, кратной 5, так чтобы выполнялось следующее условие:

$$\delta_{ym} \geq \delta_{ym}^{mp}.$$

7. Определяем фактическое термическое сопротивление теплоизоляционного слоя:

$$R_{ym}^{\phi} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}. \quad (10)$$

8. Определяем фактическое сопротивление теплопередачи наружного ограждения:

$$R_0^{\phi} = R_0 + R_{ym}^{\phi}, \quad (11)$$

при этом должно выполняться следующее условие:  $R_0^{\phi} \geq R_0^{mp}$ .

9. Определяем толщину ограждения:

$$\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i . \quad (12)$$

Если толщина наружной стены превышает 1 м, а толщины чердачного покрытия и перекрытия над подвалом 1.5 м, то необходимо для заданного района строительства принять другой утеплитель с меньшим коэффициентом теплопроводности.

### 3. Анализ теплового режима наружного ограждения

Целью расчета является определение температур на внутренней поверхности наружных ограждений, в толще ограждающих конструкций на стыке материальных слоев, а также построение графиков распределения температур по сечению ограждающих конструкций в координатах  $(t_{x_i}, x_i), (t_{x_i}, R_{mx_i})$  для определения плоскости (ПВК) и зоны возможного промерзания (ЗВП), т.е. области, где температура ниже или равна нулю (рис. 1,2).

Анализ теплового режима производим для наружной стены, чердачного покрытия и перекрытия первого этажа по следующему алгоритму.

1. Определяем сопротивление теплопередачи,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , для части ограждения от внутреннего воздуха до сечения наружного ограждения с координатой  $x_i$ , м:  $x_1 = \delta_1, x_2 = x_1 + \delta_2, x_i = x_{i-1} + \delta_i$ .

$$R_{mx_i} = R_g + R_{m1} + \dots + R_{m_i} . \quad (13)$$

2. Определяем плотность теплового потока через ограждение при расчетной температуре наружного воздуха,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ :

$$q = \frac{(t_g - t_n)n}{R_0^\phi} . \quad (14)$$

3. Определяем расчетную температуру на внутренней поверхности наружного ограждения,  $^\circ\text{C}$ :

$$t_{en} = t_g - q \cdot R_g . \quad (15)$$

4. Определяем расчетные температуры на наружной поверхности  $i$ -го слоя сечения наружного ограждения с координатой  $x_i$ ,  $^\circ\text{C}$ :

$$t_{x_i} = t_g - q \cdot R_{mx_i} . \quad (16)$$

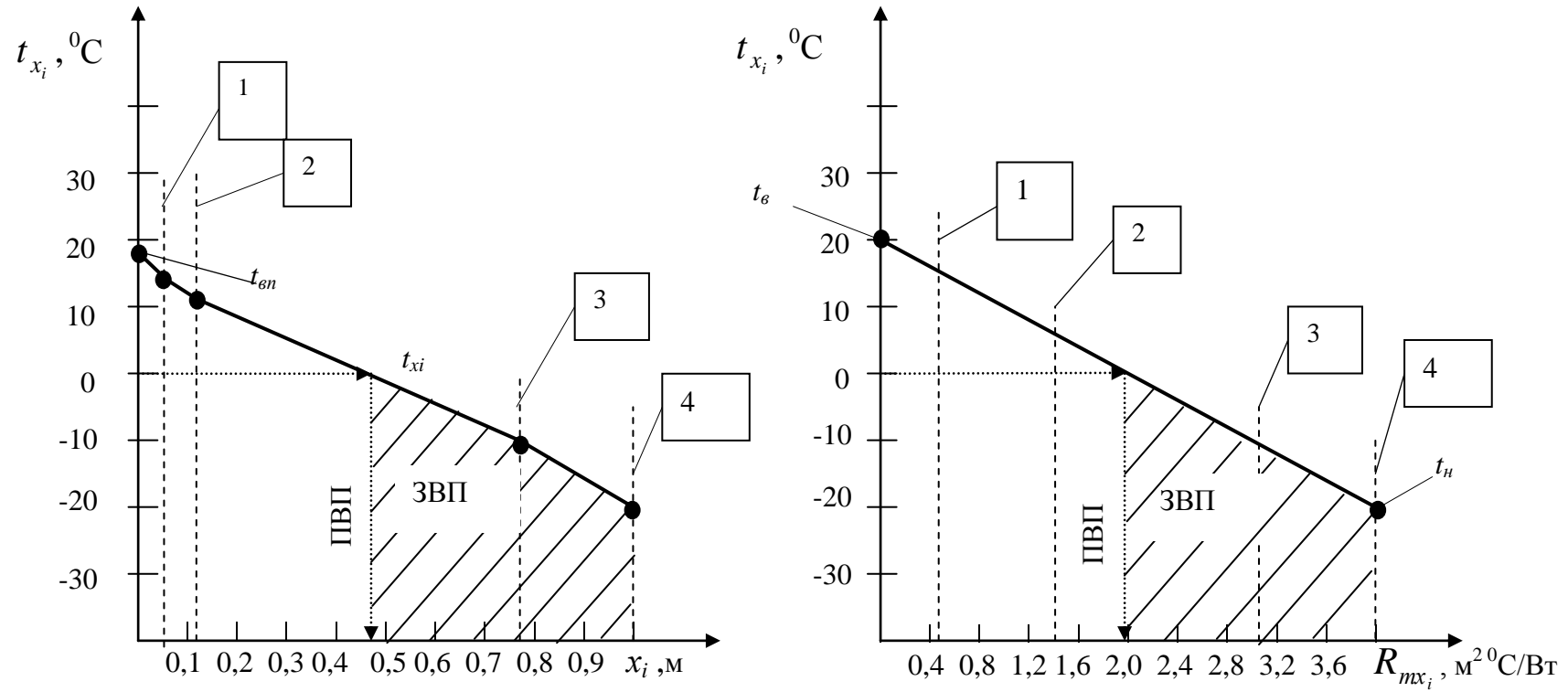


Рис.1. Графики распределения температуры по сечению перекрытия над подвалом



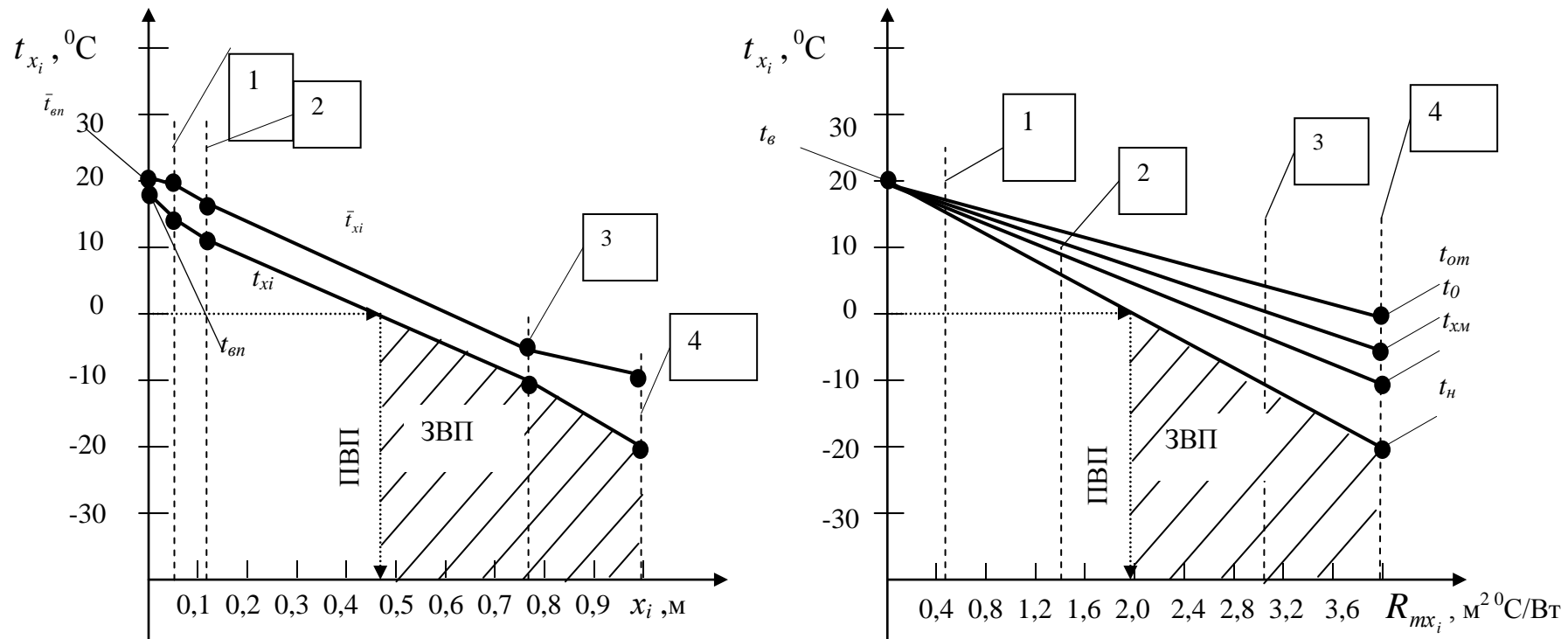


Рис.2. Графики распределения температур по сечению наружной стены (чердачного покрытия)



5. Определяем температуру в наружном углу помещения, °С:

$$t_y = t_{en} - (0,18 - 0,042 \cdot R_0^\phi) \cdot (t_e - t_n). \quad (17)$$

6. Определяем температуру точки росы внутреннего воздуха с параметрами  $(t_e, \varphi_e)$ , °С:

$$t_p = \frac{236 \cdot \ln(e_e) - 1513,89}{23,59 - \ln(e_e)}, \quad (18)$$

где  $e_e$  - фактическая упругость водяного пара, содержащегося во внутреннем воздухе с параметрами  $(t_e, \varphi_e)$ , Па, определяется как

$$e_e = \frac{E_e \cdot \varphi_e}{100\%}, \quad (19)$$

где  $E_e$  - упругость насыщенного водяного пара при температуре воздуха внутри помещения, Па, определяется как

$$E_e = \exp \left\{ \frac{1513,89 + 23,59 \cdot t_e}{236 + t_e} \right\}. \quad (20)$$

Для всех наружных ограждений должно выполняться следующее условие:

$$\begin{cases} t_{en} \geq t_p \\ t_y \geq t_p \end{cases}. \quad (21)$$

После расчета строим графики (рис. 1,2) распределения температур по сечению ограждающих конструкций в координатах  $(t_{x_i}, x_i), (t_{x_i}, R_{mx_i})$ . По оси абсцисс откладываем координаты  $x$ , м, по оси ординат температуру, °С. Цифрами обозначаем стыки материальных слоев (1,2,3,4) с координатой  $x_i$ . На пересечении материальных слоев и значений температур ставим точки, соединяем их между собой. Определяем плоскость, где температура равна нулю (ПВП) и ЗВП, делаем вывод о расположении этой зоны по отношению к расположению стыков материальных слоев.



#### 4. Проверка наружных ограждений на паропроницаемость

Целью расчета является определение диффузионного потока пара через многослойную конструкцию, а также степень насыщения пара в толще ограждения, в результате чего находят плоскость (ПВК) и зону возможной конденсации (ЗВК) и делают соответствующий вывод.

Проверку на паропроницаемость производим для наружной стены и чердачного покрытия по следующему алгоритму.

1. Определяем сопротивление паропроницанию для части ограждения от внутреннего воздуха до сечения с координатой  $x_i$ , Па/(мг/(м<sup>2</sup>ч)):

$$R_{nx_i} = R_{nv} + R_{n1} + \dots + R_{ni}, \quad (22)$$

где  $R_{nv}$  - сопротивление массообмену на внутренней поверхности наружного ограждения,  $R_{nv} = 0,0267$  Па/(мг/(м<sup>2</sup>ч));  $R_{ni}$  - сопротивление паропроницанию  $i$ -го слоя Па/(мг/(м<sup>2</sup>ч)), определяется как

$$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}. \quad (23)$$

2. Определяем сопротивление диффузионному паропроницанию наружного ограждения, Па/(мг/(м<sup>2</sup>ч)):

$$R_{no} = R_{nv} + \sum_{i=1}^m R_{ni} + R_{nn}, \quad (24)$$

где  $R_{nn}$  - сопротивление массообмену на наружной поверхности ограждения,  $R_{nn} = 0,0052$  Па/(мг/(м<sup>2</sup>ч)).

3. Определяем среднюю плотность потока пара, мг/(м<sup>2</sup>ч):

$$q_n = \frac{e_v - e_n}{R_{no}}, \quad (25)$$

где  $e_n$  - упругость пара в наружном воздухе, Па, определяем как

$$e_n = \frac{E_{xm} \cdot \varphi_{xm}}{100}, \quad (26)$$

где  $E_{xm}$  - упругость насыщенного пара при температуре  $t_{xm}$ , Па, если  $t_{xm} \geq 0$ , то  $E_{xm}$  определяем по формуле (20); если  $t_{xm} < 0$ , то

$$E_{x_m} = \exp \left\{ \frac{1752 + 29,027 t_{x_m}}{273 + t_{x_m}} \right\}. \quad (27)$$

4. Определяем упругость пара, диффундирующего через наружное ограждение в сечениях многослойной конструкции с координатой  $x_i$ , Па:

$$e_i = e_e - q_n \cdot R_{nx_i}. \quad (28)$$

5. Определяем среднюю плотность теплового потока при среднемесячной температуре наиболее холодного месяца, Вт/м<sup>2</sup>:

$$q_{x_m} = \frac{(t_e - t_{x_m})n}{R_0^{\phi}}. \quad (29)$$

6. Определяем температурное поле на стыках материальных слоев в сечениях с координатой  $x_i$ , °С:

$$\bar{t}_{x_i} = t_e - q_{x_m} R_{mx_i}. \quad (30)$$

Значение температуры  $\bar{t}_{x_i}$  откладываем на графиках (см. рис. 2).

7. Определяем упругость насыщенного пара в сечениях ограждающей конструкции при соответствующем значении  $\bar{t}_{x_i}$ , если  $\bar{t}_{x_i} \geq 0$  то  $E_i$  определяем по формуле (20), если  $\bar{t}_{x_i} < 0$ , то по формуле (27).

По полученным значениям строим графики для определения положения плоскости (ПВК) и зоны возможной конденсации (ЗВК) (рис. 3). По координате  $x_{ПВК}$  строим плоскость возможной конденсации для наружной стены и чердачного покрытия на графиках распределения температур по сечению ограждающих конструкций.

8. При теплотехническом расчете необходимо выполнить требования: сопротивление парапроницаемости части ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации должно быть не менее наибольшего из двух сопротивлений паропроницанию:

а) из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации

$$R_{n,вк} \geq R_{n1}^{mp} = \frac{(e_e - E) \cdot R_{n,кн}}{E - e_n}, \quad (31)$$

где  $E$  - упругость насыщенного пара в ПВК, Па, определяемая как

$$E = \frac{1}{12}(E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3), \quad (32)$$

где  $E_1, E_2, E_3$  - упругости насыщенного водяного пара, Па, принимаемые по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;  $z_1, z_2, z_3$  - продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая согласно [1] с учетом следующих условий:

1) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;

2) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5 °С;

3) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С;

б) из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха

$$R_{n,вк} \geq R_{n2}^{mp} = \frac{0,0024 \cdot z_0 (e_s - E_0)}{\rho_\omega \delta_\omega \Delta \omega_{cp} 10^4 + \eta}, \quad (33)$$

где  $E_0$  - упругость насыщенного пара в ПВК определяемое при средней температуре периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами по формуле (27), Па;  $\rho_\omega, \delta_\omega$  - плотность и толщина материала увлажняемого слоя соответственно, кг/м<sup>3</sup> и м;  $\Delta \omega_{cp}$  - предельно допустимое приращение расчетного влагосодержания увлажняемого материала, % определяем по [2, табл. 12];  $\eta$  - коэффициент, определяем как

$$\eta = \frac{0,0024(E_o - e_0)z_o}{R_{n,кн}}, \quad (34)$$

где  $e_0$  - средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемая согласно [1].

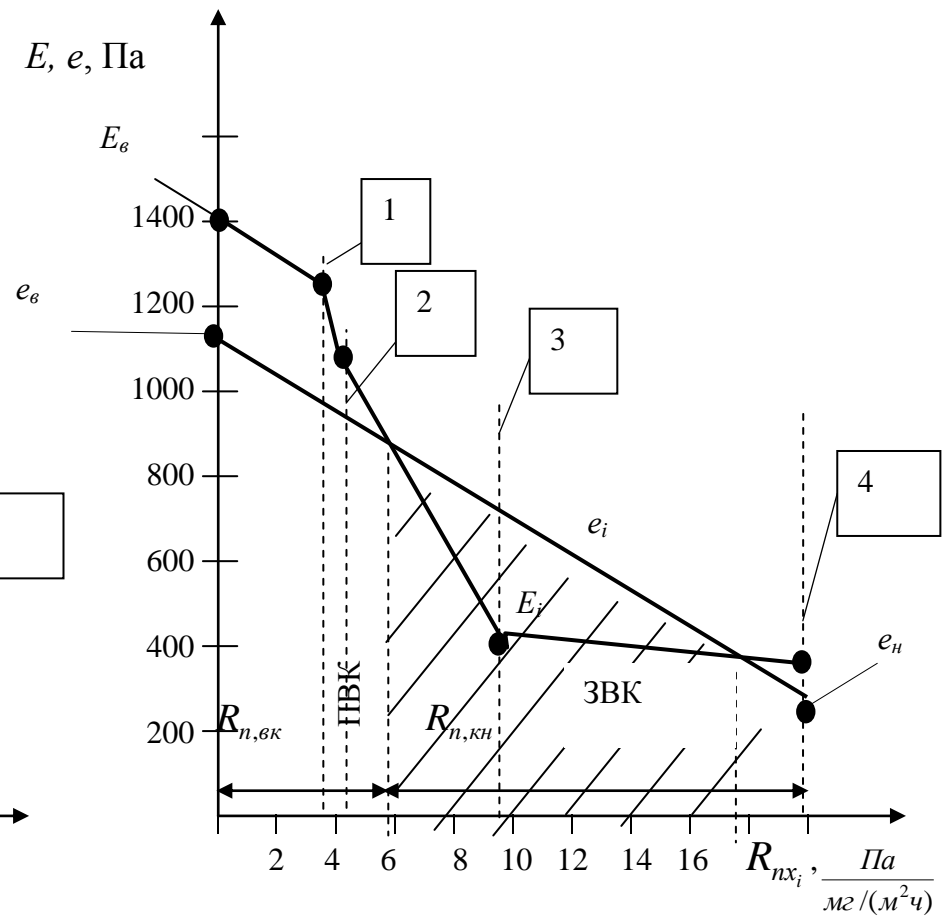
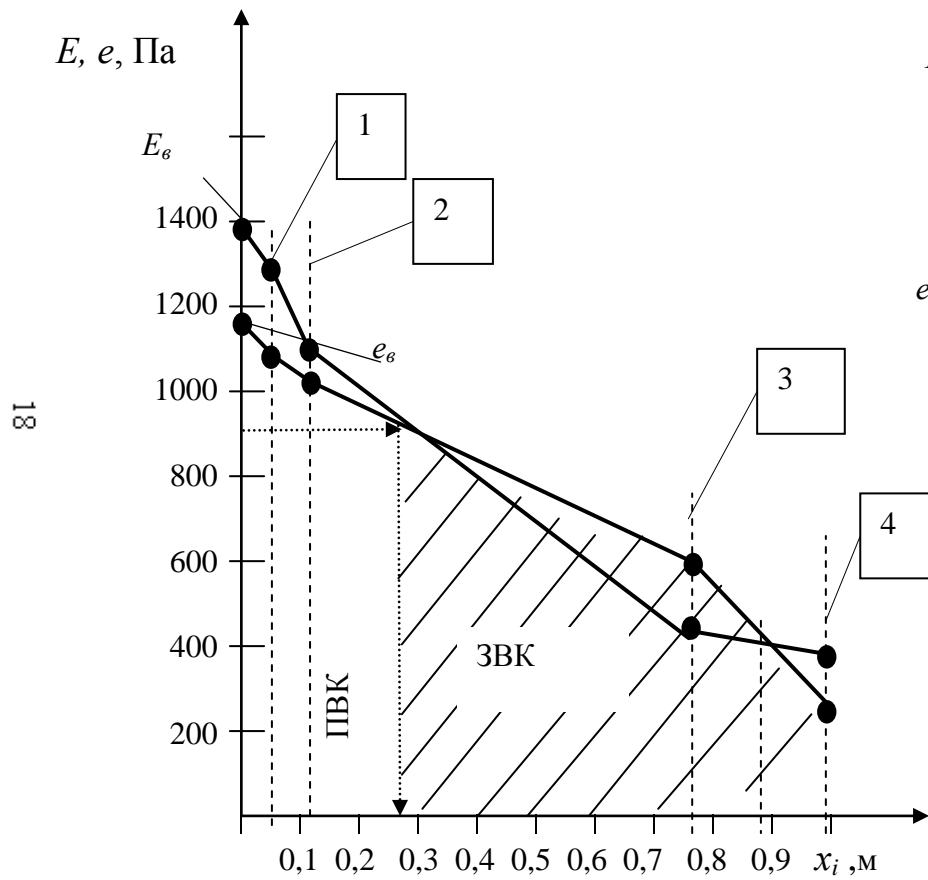


Рис. 3. Определение положения плоскости и зоны возможной конденсации

## 5. Проверка наружных ограждений на теплоустойчивость

Теплоустойчивость - это свойство ограждения сохранять относительное постоянство температуры на его внутренней поверхности при изменении тепловых воздействий снаружи.

Проверку на теплоустойчивость проводим для наружной стены и чердачного покрытия по следующему алгоритму.

1. Определяем показатель тепловой инерции  $i$ -го слоя наружного ограждения

$$D_i = S_i \cdot R_{mi}. \quad (35)$$

2. Определяем показатель тепловой инерции ограждения:

$$D_0 = \sum_{i=1}^n D_i. \quad (36)$$

3. Определяем коэффициент теплоусвоения наружной поверхности  $i$ -го слоя наружного ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>°С):

$$\text{при } D_i \geq 1 \quad y_i = S_i, \quad (37)$$

$$\text{при } D_i < 1, \quad y_i = \frac{S_i D_i + y_{i-1}}{1 + R_{mi} \cdot y_{i-1}}, \quad (38)$$

где  $y_i, y_{i-1}$  - коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно  $i$ -го и  $(i-1)$ -го слоев ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>°С); для первого слоя  $y_{i-1} = \alpha_{\text{в}}$ .

4. Определяем коэффициент затухания температурных колебаний в  $i$ -том слое многослойной конструкции

$$v_i = e^{\frac{D_i}{\sqrt{2}}} \cdot \frac{S_i + y_{i-1}}{S_i + y_i}. \quad (39)$$

5. Определяем расчетный коэффициент сквозного затухания температурных колебаний наружного ограждения:

$$v_0 = 0,9v_1 \cdot \dots \cdot v_n \cdot \{1 + y_n \cdot R_{nm}\}. \quad (40)$$

где  $R_{nm}$  - термическое сопротивление конвективному теплообмену ограждения с наружным воздухом, м<sup>2</sup>°С/Вт, определяем как

$$R_{nm} = \frac{1}{\alpha_{nm}}, \quad (41)$$

где  $\alpha_{нт}$  - коэффициент теплообмена наружной поверхности ограждения с наружным воздухом в летних условиях, Вт/(м<sup>2</sup>°C), определяем как

$$\alpha_{нт} = 5,8 + 11,6\sqrt{v_{тм}}. \quad (42)$$

6. Определяем расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха в июле, °C:

$$A_{тн}^p = 0,5A_{тн} + \frac{\rho_{ср}(I_{\max} - I_{ср})}{\alpha_{нт}}, \quad (43)$$

где  $\rho_{ср}$  - коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью ограждения, определяем по [3, табл. 14];  $I_{\max}, I_{ср}$  - соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/м<sup>2</sup>.

7. Определяем допустимую амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности наружного ограждения, °C:

$$A_{твн}^{mp} = 2,5 - 0,1(t_{тм} - 21). \quad (44)$$

8. Определяем расчетную амплитуду температурных колебаний внутренней поверхности наружного ограждения, °C:

$$A_{твн} = \frac{A_{тн}^p}{v_0}. \quad (45)$$

При этом должно выполняться условие  $A_{твн} \leq A_{твн}^{mp}$ .

## 6. Проверка наружных ограждений на воздухопроницаемость

Расчет производим для наружной стены и окна по следующему алгоритму:

1. Определяем разность давлений, действующих на наружную и внутреннюю поверхности ограждения, Па:

$$\Delta P = 0,55H(\gamma_n - \gamma_e) + 0,33\gamma_n v_{xm}^2, \quad (46)$$

где  $H$  – высота здания, м;  $\gamma_n, \gamma_e$  - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>, определяем по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}. \quad (47)$$

2. Определяем требуемое сопротивление воздухопроницанию,  $\text{м}^2\text{чПа/кг}$ :

$$\text{для наружной стены } R_u^{mp} = \frac{\Delta P}{G_g^H}, \quad (48)$$

$$\text{для окон } R_u^{mp} = \frac{(\Delta P/10)^{0,67}}{G^H}, \quad (49)$$

где  $G_g^H, G^H$  - нормативная воздухопроницаемость наружной стены и окна соответственно,  $\text{кг}/(\text{м}^2\text{ч})$ , принимаем по [2, табл. 11].

3. Определяем фактическое сопротивление воздухопроницанию ограждения,  $\text{м}^2\text{чПа/кг}$ :

$$R_u = \sum_{i=1}^n R_{ui}, \quad (50)$$

где  $R_{ui}$  - сопротивление воздухопроницанию  $i$ -го слоя ограждающей конструкции,  $\text{м}^2\text{чПа/кг}$ , принимаем для наружной стены по [2, табл. 17]. При этом должно выполняться следующее условие:  $R_u \geq R_u^{mp}$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы «Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений» устанавливает объем, последовательность выполнения работы, описывает методику расчета, дает необходимые указания и сведения.

Это поможет вам успешно выполнить и правильно оформить курсовую работу, и в дальнейшем полученные знания по теории теплообмена и теплопередачи, по термодинамике воздуха, климатологии и другим наукам, которые лежат в основе современных методик расчета, будут способствовать принятию обоснованного решения по теплотехнической оценке наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000 г.
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003 г.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004 г.
4. Богословский В.Н. Строительная теплофизика.- М.: Стройиздат, 2006г.

## Задание на выполнение курсовой работы

### “Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий” по дисциплине “Строительная теплофизика”

студенту \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

#### 1. Цель курсовой работы

В курсовой работе необходимо выполнить комплексный теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций отапливаемого здания. Целью расчета является определение теплозащитных и конструктивных характеристик наружных ограждений с обоснованием проектного решения и последующей проверкой его на соответствие установленным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям.

#### 2. Исходные данные для выполнения курсовой работы

2.1 Район строительства город \_\_\_\_\_ вариант № \_\_\_\_\_

Параметры наружного климата следует принимать по [1].

2.2 Варианты ограждающих конструкций:

- наружная стена – вариант № \_\_\_\_\_
- покрытие – вариант № \_\_\_\_\_
- пол первого этажа – вариант № \_\_\_\_\_

2.3 Назначение - жилое, общественное, производственное.

2.4 Ориентация здания по сторонам света – см. план здания;

2.5 Расчетные параметры внутреннего воздуха:

- температура  $t_{в} = \text{___} \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность  $\varphi_{в} = \text{___} \%$ .

2.6 Режим эксплуатации здания: сухой, нормальный, влажный.

2.7 Тема для спецзадания: \_\_\_\_\_

2.8 Курсовая работа должна содержать следующие разделы:

Введение.

2.8.1 Проектное задание и исходную справочно-нормативную информацию (климатологическую характеристику района строительства, теплофизические характеристики строительных материалов для предложенных вариантов конструкций наружных ограждений и пр.).

2.8.2 Расчет теплозащитных и конструктивных характеристик основных наружных ограждений отапливаемого здания (наружных стен, полов первого этажа, чердачных перекрытий или покрытий верхнего этажа, а также окон и балконных дверей) для заданных условий.

2.8.3 Расчет теплового и влажностного режима ограждений в расчетных условиях.

2.8.4 Проверка наружных стен и покрытий на паропроницаемость.

2.8.5 Проверка наружных стен и покрытий на теплоустойчивость.

2.8.6 Проверка наружных стен и окон на воздухопроницаемость.



2.8.7 Проверка на теплоусвоение.

2.8.8 Заключение о целесообразности применения рассчитанных конструкций наружных ограждений для строительства жилых зданий в условиях заданного района строительства.

После выполнения курсовой работы в таблицу необходимо записать основные результаты теплотехнического расчета ограждающих конструкций, которые будут необходимы для выполнения курсовой работы «Расчет тепловой мощности отопления и воздухообмена жилого дома».

Таблица

Наименование и размерность	Результаты расчета				
Фактическое термическое сопротивление наружной стены, $R_{ст}, (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
То же, пола первого этажа, $R_{пол}, (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
То же, перекрытия верхнего этажа, $R_{пт}, (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
То же, окна и балконной двери, $R_{ок}, (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
То же, наружной двери, $R_{н.д.}, (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, $R_{и}, (м^2 \cdot ч) / кг$					
Толщина наружной стены, $\delta_{н.с.}, м$					
То же, пола первого этажа, $\delta_{пол.}, м$					
То же, перекрытия потолка верхнего этажа, $\delta_{пт.}, м$					

## Варианты районов строительства

Номер варианта	Город	Номер варианта	Город
1	Архангельск	31	Москва
2	Астрахань	32	Минск
3	Барнаул	33	Мурманск
4	Белгород	34	Нижний Новгород
5	Благовещенск	35	Новгород
6	Брянск	36	Новосибирск
7	Вологда	37	Николаев-на-Амуре
8	Волгоград	38	Омск
9	Воронеж	39	Орел
10	Владивосток	40	Рязань
11	Владимир	41	Оренбург
12	Екатеринбург	42	Пермь
13	Иваново	43	Петрозаводск
14	Йошкар-Ола	44	Ротов-на-Дону
15	Иркутск	45	Самара
16	Калуга	46	Саратов
17	Казань	47	Смоленск
18	Кемерово	48	Ставрополь
19	Калининград	49	Сыктывкар
20	Киров	50	Тамбов
21	Кострома	51	Тверь
22	Комсомольск	52	Томск
23	Краснодар	53	Тобольск
24	Красноярск	54	Тюмень
25	Курск	55	Ульяновск
26	Курган	56	Уфа
27	Санкт-Петербург	57	Улан-Уде
28	Липецк	58	Хабаровск
29	Магадан	59	Челябинск
30	Махачкала	60	Элиста

Климатологическая характеристика городов по данным СНиП [1]

Наименование города	$t_{x5}, ^\circ\text{C}$	$t_{xm}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{xm}, \%$	$t_{оп}, ^\circ\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{ТМ}, ^\circ\text{C}$	$A_{ТМ}, ^\circ\text{C}$	$\frac{V_{xm}, \text{M}}{V_{mm}, \text{C}}$	$\frac{I_2^{max}}{I_2^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$\frac{I_6^{max}}{I_6^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$t_7, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_9, ^\circ\text{C}$	$t_{10}, ^\circ\text{C}$	$t_{11}, ^\circ\text{C}$	$t_{12}, ^\circ\text{C}$
Архангельск	-31	-12.9	86	-4.4	253	-8.0	177	15.6	10.9	5.9 4.0	628 319	614 200	-12.9	-12.5	-8.0	-0.9	6.0	12.4	15.6	13.6	7.9	1.5	-4.1	-9.5
Астрахань	-23	-6.7	84	-1.2	167	-4.2	106	25.3	11.1	4.8 3.6	733 328	590 184	-6.7	-5.6	0.4	9.9	18.0	22.8	25.3	23.6	17.3	9.6	2.4	-3.2
Барнаул	-39	-17.5	79	-7.7	221	-11.4	168	19.8	12.3	5.9 0	719 329	607 194	-17.5	-16.1	-9.1	2.1	11.4	17.7	19.8	16.9	10.8	2.5	-7.9	-15.0
Белгород	-23	-8.5	84	-1.9	191	-5.0	126	19.9	11.4	5.9 4.1	719 329	607 194	-8.5	-6.4	-2.5	7.5	14.6	17.9	19.9	18.7	12.9	6.4	0.3	-4.5
Благовещенск	-34	-24.1	72	-10.6	218	-14.8	170	21.4	10.6	3.4 0	726 328	601 187	-24.1	-18.7	-9.1	2.7	11.1	17.9	21.4	19.1	12.2	2.2	-11.5	-21.8
Брянск	-26	-9.1	85	-2.3	205	-5.6	134	18.1	9.7	6.3 0	719 329	607 194	-9.1	-8.4	-3.2	5.9	12.8	16.7	18.1	16.9	11.5	5.0	-0.4	-5.2
Вологда	-32	-12.6	85	-4.1	231	-7.7	160	16.8	11.0	6.0 0	663 319	632 206	-12.6	-11.6	-5.9	2.3	9.6	14.9	16.8	15.0	9.1	2.5	-3.5	-8.9
Волгоград	-32	-9.1	85	-2.2	178	-5.4	117	23.4	11.6	8.1 5.2	733 328	590 184	-9.1	-7.6	-1.4	10.0	17.0	21.0	23.4	22.0	16.2	7.5	1.4	-4.2
Воронеж	-26	-9.8	83	-3.1	196	-6.3	134	19.9	11.5	5.1 3.3	719 329	607 194	-9.8	-9.6	-3.7	6.6	14.6	17.9	19.9	18.6	13.0	5.9	-0.6	-6.2

Продолжение прил. В

Наименование города	$t_{х5}, ^\circ\text{C}$	$t_{хм}, ^\circ\text{C}$	$\Phi_{хм}, \%$	$t_{оп}, ^\circ\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{тм}, ^\circ\text{C}$	$A_{тм}, ^\circ\text{C}$	$\frac{V_{хм}}{V_{тм}}, \frac{M}{c}$	$\frac{I_2^{max}}{I_2^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$\frac{I_6^{max}}{I_6^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$t_{1r}, ^\circ\text{C}$	$t_{2r}, ^\circ\text{C}$	$t_{3r}, ^\circ\text{C}$	$t_{4r}, ^\circ\text{C}$	$t_{5r}, ^\circ\text{C}$	$t_{6r}, ^\circ\text{C}$	$t_{7r}, ^\circ\text{C}$	$t_{8r}, ^\circ\text{C}$	$t_{9r}, ^\circ\text{C}$	$t_{10r}, ^\circ\text{C}$	$t_{11r}, ^\circ\text{C}$	$t_{12r}, ^\circ\text{C}$
Владивосток	-24	-13.1	61	-3.9	196	-7.7	132	21.0	6.5	9.0 4.7	761 331	579 180	-13.1	-9.8	-2.4	4.8	9.9	13.8	18.5	21.0	16.8	9.7	-0.3	-9.2
Владимир	-28	-11.1	84	-3.5	213	-6.9	148	17.9	9.8	4.5 3.3	691 327	621 201	-11.1	-10.0	-4.3	4.9	12.2	16.6	17.9	16.4	10.7	3.7	-2.7	-7.5
Екатеринбург	-35	-15.5	79	-6.0	230	-9.7	168	17.2	10.6	5.0 4.0	691 327	621 201	-15.5	-13.6	-6.9	2.7	10.0	15.1	17.2	14.9	9.2	1.2	-6.8	-13.1
Иваново	-30	-11.9	85	-3.9	219	-7.4	152	17.6	11.1	4.9 2.8	691 327	621 201	-11.9	-10.9	-5.1	4.1	11.4	15.8	17.6	15.8	10.1	3.5	-3.1	-8.1
Йошкар-Ола	-34	-14.0	83	-5.1	220	-8.6	159	18.0	11.6	6.2 0	719 329	607 194	-14.0	-12.9	-6.4	-3.6	11.6	16.2	18.0	16.2	10.2	2.7	-4.3	-9.8
Иркутск	-36	-20.6	80	-8.5	240	-13.0	177	17.6	13.4	2.9 2.2	719 329	607 194	-20.6	-18.1	-9.4	1.0	8.5	14.8	17.6	15.0	8.2	0.5	-10.4	-18.4
Калуга	-27	-10.1	83	-2.9	210	-6.2	142	18.0	10.7	4.9 0	691 327	621 201	-10.1	-8.9	-3.9	4.8	12.3	16.2	18.0	16.5	11.0	4.7	-1.5	-6.5
Казань	-32	-13.5	83	-5.2	215	-8.7	156	19.1	10.8	5.7 3.8	691 327	621 201	-13.5	-13.1	-6.5	3.7	12.4	17.0	19.1	17.5	11.2	3.4	-3.8	-10.4
Кемерово	-39	-18.8	82	-8.3	231	-12.2	175	18.8	12.9	6.8 0	691 327	621 201	-18.8	-16.9	-9.8	1.0	9.7	16.3	18.8	15.4	9.5	1.3	-9.6	-16.9
Калининград	-19	-3.1	85	1.1	193	-1.9	92	17.3	9.3	5.9 4.3	691 327	621 201	-3.1	-2.5	0.6	6.2	11.6	15.2	17.3	16.7	13.0	7.8	2.9	-0.9

Продолжение прил. В

Наименование города	$t_{x5},$ °C	$t_{xm},$ °C	$\Phi_{xm},$ %	$t_{оп},$ °C	$Z_{оп},$ сут/ год	$t_0,$ °C	$Z_0,$ сут/ год	$t_{TM},$ °C	$A_{TM},$ °C	$\frac{V_{xm},}{V_{m.m}}, \frac{M}{c}$	$\frac{I_z^{max}}{I_z^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$\frac{I_6^{max}}{I_8^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$t_1,$ °C	$t_2,$ °C	$t_3,$ °C	$t_4,$ °C	$t_5,$ °C	$t_6,$ °C	$t_7,$ °C	$t_8,$ °C	$t_9,$ °C	$t_{10},$ °C	$t_{11},$ °C	$t_{12},$ °C
Киров	-33	-14.4	86	-5.4	231	-9.0	168	17.9	10.1	5.3 4.0	663 319	632 206	-14.4	-12.9	-6.7	2.2	10.0	15.4	17.9	15.3	9.0	1.5	-5.7	-11.8
Кострома	-31	-11.8	85	-3.9	222	-7.4	154	17.8	9.9	5.8 4.2	691 327	621 201	-11.8	-11.1	-5.3	3.2	10.9	15.5	17.8	16.1	10.0	3.2	-2.9	-8.7
Комсомольск-на - Амуре	-35	-25.6	79	-10.8	223	-15.4	171	19.9	9.9	5.7 0	719 329	607 194	-25.6	-20.3	-10.1	1.3	8.7	15.6	19.9	18.7	12.6	3.0	-10.7	-22.0
Краснодар	-19	-1.6	83	2.0	149	-1.2	49	23.3	13.2	3.2 0	761 331	579 180	-1.6	-0.6	4.3	11.3	17.0	20.7	23.3	22.7	17.6	11.4	5.6	1.1
Красноярск	-40	-18.2	71	-7.1	234	-11.1	172	19.1	11.1	6.2 0	691 319	632 206	-18.2	-16.8	-7.8	2.6	9.4	16.6	19.1	15.7	9.4	1.5	-8.8	-16.3
Курск	-26	-9.3	86	-2.4	198	-5.6	132	18.7	10	5.3 3.5	719 329	607 194	-9.3	-7.8	-3.0	6.6	13.9	17.2	18.7	17.6	12.2	5.6	-0.4	-5.2
Курган	-37	-17.7	79	-7.7	216	-11.4	164	19.1	11.9	4.4 0	691 327	621 201	-17.7	-16.6	-8.6	4.1	12.6	17.2	19.1	16.3	10.9	2.4	-7.2	-14.3
Санкт-Петербург	-26	-7.8	86	-1.8	220	-5.1	139	17.8	8.2	4.2 0	663 319	632 206	-7.8	-7.8	-3.9	3.1	9.8	15.0	17.8	16.0	10.9	4.9	-0.3	-5.0
Липецк	-27	-10.3	85	-3.4	202	-6.6	141	20.2	11.6	5.9 4.1	719 329	607 194	-10.3	-9.5	-4.4	5.5	13.8	18.0	20.2	18.5	12.5	5.5	-1.5	-7.1
Магадан	-29	-17.0	63	-7.1	288	-11.1	214	11.5	6.0	7.3 4.3	663 319	632 206	-17.0	-16.0	-12.6	-5.7	1.3	6.6	11.2	11.5	7.1	-2.4	-11.4	-15.0

Продолжение прил. В

Наименование города	$t_{0.5}^{\circ}\text{C}$	$t_{0.1\text{M}}^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{\text{ХМ}}, \%$	$t_{0.0\text{п}}^{\circ}\text{C}$	$Z_{\text{оп}}, \text{сут/год}$	$t_0^{\circ}\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{0.1\text{M}}^{\circ}\text{C}$	$A_{0.1\text{M}}^{\circ}\text{C}$	$\frac{V_{\text{ХМ}}, \text{M}}{V_{\text{М.М}}}$	$\frac{I_z^{\text{max}} Bm}{I_z^{\text{cp}}, \text{M}^2}$	$\frac{I_6^{\text{max}} Bm}{I_8^{\text{cp}}, \text{M}^2}$	$t_1^{\circ}\text{C}$	$t_2^{\circ}\text{C}$	$t_3^{\circ}\text{C}$	$t_4^{\circ}\text{C}$	$t_5^{\circ}\text{C}$	$t_6^{\circ}\text{C}$	$t_7^{\circ}\text{C}$	$t_8^{\circ}\text{C}$	$t_9^{\circ}\text{C}$	$t_{10}^{\circ}\text{C}$	$t_{11}^{\circ}\text{C}$	$t_{12}^{\circ}\text{C}$
Махачкала	-14	-0.5	83	2.7	148	-0.4	37	24.6	7.8	8.5 4.9	761 331	579 180	-0.5	0.2	3.5	9.4	16.3	21.5	24.6	24.1	19.4	13.4	7.2	2.6
Москва	-28	-10.2	84	-3.1	214	-6.5	145	18.1	10.5	4.9 0	691 327	621 201	-10.2	-9.2	-4.3	4.4	11.9	16.0	18.1	16.3	10.7	4.3	-1.9	-7.3
Минск	-24	-6.9	86	-1.6	202	-4.6	131	17.7	10.3	3.7 2.0	719 329	607 194	-6.9	-6.2	-2.0	5.5	12.7	16.0	17.7	16.3	11.6	5.8	0.2	-4.3
Мурманск	-27	-10.8	84	-3.2	275	-6.6	187	12.6	8.8	7.5 3.8	607 332	669 239	-10.5	-10.8	-6.9	-1.6	3.4	9.3	12.6	11.3	6.6	0.7	-4.2	-7.8
Ниж. Новгород	-31	-11.8	84	-4.1	215	-7.5	151	18.4	9.3	5.1 0	691 327	621 201	-11.8	-11.1	-5.0	4.2	12.0	16.4	18.4	16.9	11.0	3.6	-2.8	-8.9
Новгород	-27	-8.7	85	-2.3	221	-5.7	143	17.3	11.0	6.6 4.0	663 319	632 206	-8.7	-8.7	-4.3	3.3	10.4	15.2	17.3	15.4	10.3	4.2	-0.9	-5.9
Новосибирск	-39	-18.8	80	-8.7	230	-12.4	178	19.0	11.4	5.7 0	691 327	621 201	-18.8	-17.3	-10.1	1.5	10.3	16.7	19.0	15.8	10.1	1.9	-9.2	-16.5
Николаевск-на-Амуре	-35	-23.9	78	-9.6	249	-13.9	189	16.5	9.5	4.5 3.4	719 329	607 194	-23.9	-20.0	-12.7	-2.9	3.7	11.5	16.5	16.2	11.1	2.0	-9.9	-19.8
Омск	-37	-19.0	80	-8.4	221	-12.3	169	18.9	8.0	5.1 3.7	691 327	621 201	-19.0	-17.6	-10.1	2.8	11.4	17.1	18.9	15.8	10.6	1.9	-8.5	-16.0
Орел	-26	-9.7	86	-2.7	205	-6.0	138	18.5	11.1	6.5 3.9	719 329	607 194	-9.7	-8.8	-4.0	5.6	13.0	16.9	18.5	17.1	11.7	5.1	-0.9	-5.6

Продолжение прил. В

Наименование города	$t_{x5},$ °C	$t_{0xM},$ °C	$\Phi_{xM},$ %	$t_{оп},$ °C	$Z_{оп},$ сут/ год	$t_0,$ °C	$Z_0,$ сут/ год	$t_{TM},$ °C	$A_{TM},$ °C	$\frac{V_{xM},}{V_{mM}}, \frac{M}{c}$	$\frac{I_z^{max}}{I_z^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$\frac{I_6^{max}}{I_8^{cp}}, \frac{Bm}{M^2}$	$t_1,$ °C	$t_2,$ °C	$t_3,$ °C	$t_4,$ °C	$t_5,$ °C	$t_6,$ °C	$t_7,$ °C	$t_8,$ °C	$t_9,$ °C	$t_{10},$ °C	$t_{11},$ °C	$t_{12},$ °C
Рязань	-27	-11.0	83	-3.5	208	-6.8	145	18.5	10.5	7.3 4.1	691 327	621 201	-11.0	-10.0	-4.7	5.2	12.9	17.3	18.5	17.2	11.6	4.4	-2.2	-7.0
Оренбург	-31	-14.8	80	-6.3	202	-9.6	153	21.9	13.1	5.5 3.9	719 329	607 194	-14.8	-14.2	-7.3	5.2	15.0	19.7	21.9	20.0	13.4	4.5	-4.0	-11.2
Пермь	-35	-15.3	81	-5.9	229	-9.5	168	18.0	10.9	5.2 0	691 327	621 201	-15.3	-13.4	-6.9	2.6	10.2	15.7	18.0	15.4	9.3	1.4	-6.3	-12.7
Петрозаводск	-29	-11.1	86	-3.1	240	-6.7	160	15.7	9.0	5.9 3.2	663 319	632 206	-11.1	-10.4	-5.4	1.3	7.6	13.6	15.7	14.1	8.9	2.9	-2.6	-7.2
Ростов-на-Дону	-22	-5.7	85	-0.6	171	-3.6	102	23.0	12.2	6.5 3.6	733 328	590 184	-5.7	-4.8	0.6	9.4	16.2	20.2	23.0	22.1	16.3	9.2	2.5	-2.6
Самара	-30	-13.5	84	-5.2	203	-8.5	149	20.4	12.8	5.4 3.2	719 329	607 194	-13.5	-12.6	-5.8	5.8	14.3	18.6	20.4	19.0	12.8	4.2	-3.4	-9.6
Саратов	-27	-11.4	82	-4.3	196	-7.5	142	21.4	11.5	5.6 4.3	719 329	607 194	-11.0	-11.4	-4.8	6.6	15.0	19.4	21.4	19.9	14.0	5.4	-2.0	-8.3
Смоленск	-26	-9.4	86	-2.4	215	-6.1	145	17.1	10.2	6.8 3.2	691 327	621 201	-9.4	-8.4	-4.0	4.4	11.6	15.7	17.1	15.9	10.4	4.5	-1.0	-5.8
Ставрополь	-19	-3.2	82	0.9	168	-2	83	21.9	9.8	7.4 0	761 331	579 180	-3.2	-2.3	1.3	9.3	15.3	19.3	21.9	21.2	16.1	9.6	4.1	-0.5
Сыктывкар	-36	-15.6	83	-5.8	245	-9.6	177	16.7	10.9	5.5 3.8	663 319	632 206	-15.6	-14.1	-7.7	1.0	7.6	14.0	16.7	14.0	7.8	0.3	-6.7	-12.9

Наименование города	$t_{x5}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{ХМ}}, ^\circ\text{C}$	$\Phi_{\text{ХМ}}, \%$	$t_{\text{оп}}, ^\circ\text{C}$	$Z_{\text{оп}}, \text{сут/год}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{\text{ТМ}}, ^\circ\text{C}$	$A_{\text{ТМ}}, ^\circ\text{C}$	$\frac{V_{\text{ХМ}}, \text{М}}{V_{\text{ТМ}}}, \frac{\text{М}}{\text{С}}$	$\frac{I_2^{\text{max}} Bm}{I_2^{\text{cp}}}, \frac{\text{М}}{\text{М}^2}$	$\frac{I_6^{\text{max}} Bm}{I_6^{\text{cp}}}, \frac{\text{М}}{\text{М}^2}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$t_7, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_9, ^\circ\text{C}$	$t_{10}, ^\circ\text{C}$	$t_{11}, ^\circ\text{C}$	$t_{12}, ^\circ\text{C}$
Тамбов	-28	-10.9	84	-3.7	201	-7.0	140	19.8	11.2	4.7 2.8	719 329	607 194	-10.9	-10.3	-4.6	6.0	14.1	18.1	19.8	18.6	12.5	5.2	-1.4	-7.3
Тверь	-29	-10.5	85	-3	218	-6.4	146	17.3	11.1	6.2 0	691 327	621 201	-10.5	-9.4	-4.6	4.1	11.2	15.7	17.3	15.8	10.2	4.0	-1.8	-6.6
Томск	-40	-19.1	80	-8.4	236	-12.4	179	18.3	11.0	5.6 0	691 327	621 201	-19.1	-16.9	-9.9	0.0	8.7	15.4	18.3	15.1	9.3	0.8	-10.1	-17.3
Тобольск	-39	-19.7	82	-8.1	232	-11.8	177	18.3	10.3	6.3 4.1	663 319	632 206	-19.7	-17.5	-9.1	1.6	9.6	15.2	18.3	14.6	9.3	0.0	-8.4	-15.6
Тюмень	-38	-17.4	81	-7.2	225	-10.9	169	18.2	11.3	3.9 0	691 327	621 201	-17.4	-16.1	-7.7	3.2	11.0	15.7	18.2	14.8	9.7	1.0	-7.9	-13.7
Ульяновск	-31	-13.8	82	-5.4	212	-8.9	155	19.6	11.8	0 0	691 327	621 201	-13.8	-13.2	-6.8	4.1	12.6	17.6	19.6	17.6	11.4	3.8	-4.1	-10.4
Уфа	-35	-14.9	81	-5.9	213	-9.4	159	18.9	10.7	5.5 0	691 327	621 201	-14.9	-13.7	-6.7	4.4	13.3	17.3	18.9	16.8	11.1	2.8	-5.1	-11.2
Улан-Уде	-37	-24.8	74	-10.4	237	-15.0	179	19.3	13.2	2.8 0	719 329	607 194	-24.8	-21.0	-10.2	1.1	8.7	16.0	19.3	16.4	8.7	-0.2	-12.4	-21.4
Хабаровск	-31	-22.3	75	-9.3	211	-13.4	162	21.1	8.6	5.9 4.6	733 328	590 184	-22.3	-17.2	-8.5	3.1	11.1	17.4	21.1	20.0	13.9	4.7	-8.1	-18.5
Челябинск	-34	-15.8	78	-6.5	218	-10.1	162	18.4	10.7	4.5 3.2	691 327	621 201	-15.8	-14.3	-7.4	3.9	11.9	16.8	18.4	16.2	10.7	2.4	-6.2	-12.9
Ярославль	-31	-11.9	83	-4	221	-7.8	152	17.6	10.8	5.5 3.9	691 327	621 201	-11.9	-10.7	-5.1	3.7	10.9	15.7	17.6	16.0	10.0	3.4	-2.7	-8.1



## Варианты конструкции наружных стен

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя $\delta$ , мм
1	1	Цементно-шлаковый раствор	125	10
	2	Кирпичная кладка глиняная	206	510/640
	3	Пенополистирол	1	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	206	250/120
2	1	Плиты из гипса	89	15
	2	Вермикулитобетон	188	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	206	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	125	15
3	1	Цементно-шлаковый раствор	126	10
	2	Кирпичная кладка глиняная	206	510/640
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	206	250/120
4	1	Листы гипсовые обшивочные	91	15
	2	Газо-и пенобетон (газопеносиликат)	198	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	207	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	74	20
5	1	Цементно-шлаковый раствор	126	20
	2	Кирпичная кладка глиняная	207	510/640
	3	Пенополиуретан	22	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	207	250/120
6	1	Цементно-шлаковый раствор	126	10
	2	Перлитобетон	162	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	207	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	125	15
7	1	Цементно-шлаковый раствор	126	10
	2	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	208	250/120
8	1	Поризованный гипсоперлитовый раствор	130	10
	2	Керамзитопенобетон	146	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	126	20
9	1	Цементно-шлаковый раствор	126	15
	2	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	3	Пенополистирол	2	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	208	250/120
10	1	Плиты из гипса	90	10
	2	Пенополиуретан	22	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	4	Цементно-перлитовый раствор	127	20

## Окончание прил. Г

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [4, прил. 3]	Толщина слоя $\delta$ , мм
11	1	Цементно-перлитовый раствор	127	20
	2	Кирпичная кладка силикатная	209	510/640
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	x
	4	Кирпичная кладка силикатная	209	250/120
12	1	Плиты из гипса	89	10
	2	Пенополистирол	3	x
	3	Кирпичная кладка силикатная	209	510/640
	4	Цементно-перлитовый раствор	127	20
13	1	Плиты из гипса	90	10
	2	Кирпичная кладка силикатная	209	510/640
	3	Перлитопластобетон	28	x
	4	Кирпичная кладка силикатная	209	250/120
14	1	Цементно-перлитовый раствор	128	10
	2	Туфобетон	132	40
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	x
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	510/640
15	1	Цементно-перлитовый раствор	128	10
	2	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	510/640
	3	Вермикулитобетон	188	x
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	250/120
16	1	Цементно-перлитовый раствор	128	10
	2	Бетон на доменных гранулированных шлаках	176	100
	3	Газо-и пенобетон (газопеносиликат)	198	x
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	510/640
17	1	Плиты из гипса	89	10
	2	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	211	510/640
	3	Пенополистирол	4	x
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	250/120
18	1	Плиты из гипса	90	10
	2	Пемзобетон	136	100
	3	Вермикулитобетон	188	X
		Керамзитопенобетон	146	300
19	1	Плиты из гипса	89	10
	2	Кирпичная кладка шлаковая	212	510/640
	3	Пенополистирол	5	x
	4	Кирпичная кладка шлаковая	212	250/120

## Варианты конструкции чердачных покрытий

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя $\delta$ , мм
1	1	Железобетон	225	220
	2	Перлитобетон	162	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
2	1	Железобетон	225	220
	2	Известковопесчаный раствор	229	20
	3	Гравий керамзитовый	97	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	40
3	1	Железобетон	225	220
	2	Шлакопемзобетон	166	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
4	1	Железобетон	225	220
	2	Сложный раствор	228	30
	3	Гравий шунзитовый	104	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	40
5	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на керамзитовом песке	146	х
	3	Цементно-песчаный раствор	227	30
	4	Рубероид	248	10
6	1	Железобетон	225	220
	2	Цементно-песчаный раствор	227	20
	3	Щебень из доменного шлака	109	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	40
7	1	Железобетон	225	220
	2	Бетон на вулканическом шлаке	141	х
	3	Цементно-песчаный раствор	227	30
	4	Рубероид	248	10
8	1	Железобетон	225	220
	2	Известковопесчаный раствор	229	30
	3	Щебень и песок из перлита вспученного	117	х
9	1	Железобетон	225	220
	2	Аглопоритобетон	180	х
	3	Вспученный перлит на битуме	28	40
	4	Рубероид	248	10
10	1	Железобетон	225	220
	2	Сложный раствор	228	30
	3	Вермикулит вспученный	121	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	30
11	1	Железобетон	225	220
	2	Аглопоритобетон	180	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10

## Окончание прил. Д

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя $\delta$ , мм
12	1	Железобетон	225	220
	2	Газобетон	198	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
13	1	Железобетон	225	220
	2	Шлакопемзобетон	166	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
14	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на перлитовом песке	157	х
	3	Асфальтобетон	247	30
	4	Рубероид	248	10
15	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на кв.песке с поризацией	154	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	12
16	1	Железобетон	225	220
	2	Шунгзитобетон	159	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
17	1	Железобетон	225	220
	2	Бетон на зольном гравии	185	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
18	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на кв.песке с поризацией	154	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
19	1	Железобетон	225	220
	2	Вермикулит вспученный	121	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10

Варианты конструкции перекрытий над подвалами  
(полов первого этажа)

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [4, прил. 3]	Толщина слоя $\delta$ , мм
1	1	Доски еловые	218	30
	2	Воздушная прослойка	-	70
	3	Щебень и песок из перлита вспученного	117	х
	4	Железобетон	225	220
2	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-шлаковый раствор	125	40
	3	Гравий керамзитовый	98	х
	4	Железобетон	225	220
3	1	Паркет шитовой из дуба	221	25
	2	Цементно-шлаковый раствор	125	30
	3	Шунгизитобетон	159	х
	4	Железобетон	225	220
4	1	Линолеум	249	8
	2	Известково-песчаный раствор	229	30
	3	Пензобетон	136	х
	4	Железобетон	225	220
5	1	Доски сосновые	218	30
	2	Воздушная прослойка	-	80
	3	Гравий керамзитовый	98	х
	4	Железобетон	225	220
6	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-шлаковый раствор	125	30
	3	Щебень из доменного шлака	109	х
	4	Железобетон	225	220
7	1	Паркет обыкновенный	221	20
	2	Битум строительный нефтяной	244	8
	3	Перлитобетон	163	х
	4	Железобетон	225	220
8	1	Линолеум поливинилхлоридный на ткани	251	8
	2	Линолеум	249	30
	3	Бетон на вулканическом шлаке	142	х
	4	Железобетон	225	220
9	1	Доски еловые	218	40
	2	Воздушная прослойка	-	90
	3	Гравий шунгизитовый	105	х
	4	Железобетон	225	220
10	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-перлитовый раствор	128	40
	3	Гравий керамзитовый	98	х
	4	Железобетон	225	220
11	1	Доски сосновые	218	50
	2	Битум строительный нефтяной	244	8

## Окончание прил. Е

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [4, прил. 3]	Толщина слоя $\delta$ , мм
	3	Вермикулитобетон	189	х
	4	Железобетон	225	220
12	1	Линолеум поливинилхлоридный на ткани	251	8
	2	Известково-песчаный раствор	229	30
	3	Керамзитобетон	148	х
	4	Железобетон	225	220
13	1	Доски сосновые	218	40
	2	Воздушная прослойка	-	80
	3	Щебень из доменного шлака	109	х
	4	Железобетон	225	220
14	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-перлитовый раствор	128	50
	3	Вермикулит вспученный	189	х
	4	Железобетон	225	220
15	1	Доски дубовые	220	50
	2	Битум строительный нефтяной	244	8
	3	Аглопоритобетон на топливных шлаках	183	х
	4	Железобетон	225	220
16	1	Линолеум на тканевой основе	251	6
	2	Известково-песчаный раствор	229	40
	3	Шунгизитобетон	159	х
	4	Железобетон	225	220
17	1	Доски еловые	218	40
	2	Воздушная прослойка	-	80
	3	Щебень и песок из перлита вспученного	117	х
	4	Железобетон	225	220
18	1	Паркет обыкновенный	221	20
	2	Шлакопемзобетон	172	х
	3	Щебень из доменного шлака	109	100
	4	Железобетон	225	220
19	1	Линолеум поливинилхлоридный на ткани	251	8
	2	Известково-песчаный раствор	229	40
	3	Бетон на вулканическом шлаке	142	х
	4	Железобетон	225	220

Приложение Ж

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале, %		теплопроводности, Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		паропроницаемости, мг/(мч·Па)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	Теплоизоляционные материалы (ГОСТ 16381)											
A	Полимерные											
1	пенополистирол	150	1.34	0.05	1	5	0.052	0.06	0.89	0.99	0.05	
2	пенополистирол	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 Радо-слав»)	18	1.34	0.042	2	10	0.042	0.043	0.28	0.32	0.02	
5	пенополистирол (ОАО «СП Радо-слав»)	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	экструдированный пенополистирол Стиродур 2800С	28	1.34	0.029	2	10	0.031	0.031	0.30	0.33	0.013	
8	экструдированный пенополистирол Стиродур 3035С	33	1.34	0.029	2	10	0.031	0.031	0.32	0.36	0.013	
9	экструдированный пенополистирол Стиродур 4000С	35	1.34	0.030	2	10	0.031	0.031	0.34	0.37	0.005	
10	экструдированный пенополистирол Стиродур 5000С	45	1.34	0.030	2	10	0.031	0.031	0.38	0.42	0.005	
11	пенополистирол Стиропол PS15	15	1.34	0.039	2	10	0.040	0.044	0.25	0.29	0.035	
12	пенополистирол Стиропол PS20	20	1.34	0.0037	2	10	0.038	0.042	0.28	0.33	0.030	
13	пенополистирол Стиропол 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	экструдированный пенополистирол «Руфмат»	32	1.45	0.028	2	10	0.029	0.029	0.32	0.36	0.006	

Продолжение прил. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	экструдированный пенополистирол «Руфмат А»	32	1.45	0.030	2	10	0.032	0.032	0.34	0.37	0.006
16а	экструдированный пенополистирол «Флурмат 500»	38	1.45	0.027	2	10	0.028	0.028	0.34	0.38	0.006
17	экструдированный пенополистирол «Флурмат 500 А»	38	1.45	0.030	2	10	0.032	0.032	0.37	0.41	0.006
18	экструдированный пенополистирол «Флурмат 200»	25	1.45	0.028	2	10	0.029	0.029	0.28	0.31	0.006
19	экструдированный пенополистирол «Флурмат 200А»	25	1.45	0.029	2	10	0.031	0.031	0.29	0.32	0.006
20	Пенопласт ПВХ-1 и ПВ 1	125	1.26	0.052	2	10	0.06	0.064	0.86	0.99	0.23
21	Пенопласт ПВХ-1 и ПВ 1	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	пенополиуретан	60	1.47	0.035	2	5	0.041	0.041	0.53	0.55	0.05
24	пенополиуретан	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	плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	80	1.68	0.044	5	20	0.051	0.071	0.75	1.02	0.23
27	плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	50	1.68	0.041	5	20	0.045	0.064	0.56	0.77	0.23
28	перлитопластобетон	200	1.05	0.041	2	3	0.052	0.06	0.93	1.01	0.008
29	перлитопластобетон	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	перлитофосфогелевые изделия	200	1.05	0.064	3	12	0.07	0.09	1.1	1.43	0.23
32	теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэро-флекс»	80	1.806	0.034	5	15	0.04	0.054	0.65	0.71	0.003
33	теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «К флекс»:										
	ЕС	60-80	1.806	0.039	0	0	0.039	0.039	0.6	0.6	0.010
	ST	60-80	1.806	0.039	0	0	0.039	0.039	0.6	0.6	0.009
	ECO	60-95	1.806	0.041	0	0	0.041	0.041	0.65	0.65	0.010



Продолжение прил. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34	экструзионный пенополистирол «Пеноплекс», тип 35	35	1.65	0.028	2	3	0.029	0.030	0.36	0.37	0.018
35	экструзионный пенополистирол «Пеноплекс», тип 45	45	1.53	0.030	2	3	0.031	0.032	0.40	0.42	0.015
Б	Минераловатные (ГОСТ 4640), стекловолокнистые, пеностекло, газостекло										
36	маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	125	0.84	0.044	2	5	0.064	0.07	0.73	0.82	0.3
37	маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	100	0.84	0.044	2	5	0.061	0.067	0.64	0.72	0.49
38	маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	75	0.84	0.046	2	5	0.058	0.064	0.54	0.61	0.49
39	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	225	0.84	0.054	2	5	0.072	0.082	1.04	1.19	0.49
40	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	175	0.84	0.052	2	5	0.066	0.076	0.88	1.01	0.49
41	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	125	0.84	0.049	2	5	0.064	0.07	0.73	0.82	0.49
42	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	75	0.84	0.047	2	5	0.058	0.064	0.54	0.61	0.53
43	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	250	0.84	0.058	2	5	0.082	0.085	1.17	1.28	0.41
43	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	225	0.84	0.058	2	5	0.079	0.084	1.09	1.20	0.41
45	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140)	200	0.84	0.056	2	5	0.076	0.08	1.01	1.11	0.49

Продолжение табл. Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
46	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	150	0.84	0.050	2	5	0.068	0.073	0.83	0.92	0.49
47	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	125	0.84	0.049	2	5	0.064	0.069	0.73	0.81	0.49
48	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	100	0.84	0.044	2	5	0.06	0.065	0.64	0.71	0.56
49	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	75	0.84	0.046	2	5	0.056	0.063	0.53	0.6	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	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	140 - 175	0.84	0.037	2	5	0.043	0.046	0.68	0.75	0.31
52	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	80- 125	0.84	0.036	2	5	0.042	0.045	0.53	0.59	0.32
53	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	40- 60	0.84	0.035	2	5	0.041	0.044	0.37	0.41	0.35
54	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	25- 50	0.84	0.036	2	5	0.042	0.045	0.31	0.35	0.37
55	плиты минераловатные повышенной жесткости на органическом 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	плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	125	0.84	0.056	2	5	0.06	0.064	0.70	0.78	0.38

Продолжение табл. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
58	плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом вязующем (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	маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	17	0/84	0/044	2	5	0.046	0.053	0.23	0.26	0.66
62	маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	15	0.84	0.046	2	5	0.048	0.053	0.22	0.25	0.68
63	маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	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	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	75	0.84	0.04	2	5	0.042	0.047	0.46	0.52	0.5
66	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	60	0.84	0.038	2	5	0.04	0.045	0.4	0.45	0.51
67	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	45	0.84	0.039	2	5	0.041	0.045	0.35	0.39	0.51
68	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	35	0.84	0.039	2	5	0.041	0.046	0.31	0.35	0.52
69	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	30	0.84	0.04	2	5	0.042	0.046	0.29	0.32	0.52
70	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	20	0.84	0.04	2	5	0.043	0.048	0.24	0.27	0.53
71	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	17	0.84	0.044	2	5	0.047	0.053	0.23	0.26	0.54
72	плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	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	пеностекло или газостекло	300	0.84	0.09	1	2	0.11	0.12	1.46	1.56	0.02
75	пеностекло или газостекло	200	0.84	0.07	1	2	0.08	0.09	1.01	1.1	0.03
В	Плиты из природных органических и неорганических материалов										
76	плиты древесноволокнистые 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

## Продолжение прил. Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
77	плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	800	2.3	0.13	10	12	0.19	0.23	5.49	6.13	0.12
78	плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	600	2.3	0.11	10	12	0.13	0.16	3.93	4.43	0.13
79	плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	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	плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	450	2.3	0.09	10	15	0.135	0.17	3.47	4.04	0.11
83	плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	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	плиты камышитовые	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	плиты торфяные теплоизоляционные	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	плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1100	0.84	0.23	4	6	0.35	0.41	5.32	5.99	0.11
91	листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	1050	0.84	0.15	4	6	0.34	0.36	5.12	5.48	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	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	250	1.68	0.082	1	2	0.085	0.099	1.53	1.64	0.04

Продолжение прил. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
95	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	225	1.68	0.079	1	2	0.082	0.094	1.39	1.47	0.04
96	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	200	1.68	0.076	1	2	0.078	0.09	1.23	1.32	0.04
Г	Засыпки										
97	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0.84	0.14	2	3	0.17	0.19	2.62	2.83	0.23
98	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	500	0.84	0.14	2	3	0.15	0.165	2.25	2.41	0.23
99	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	450	0.84	0.13	2	3	0.14	0.155	2.06	2.22	0.235
100	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	400	0.84	0.12	2	3	0.13	0.145	1.87	2.02	0.24
101	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	350	0.84	0.115	2	3	0.125	0.14	1.72	1.86	0.245
102	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	300	0.84	0.108	2	3	0.12	0.13	1.56	1.66	0.25
103	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	250	0.84	0.099	2	3	0.11	0.12	1.22	1.3	0.26
104	гравий шунгузитовый (ГОСТ 9757)	700	0.84	0.16	2	4	0.18	0.21	2.91	3.29	0.21
105	гравий шунгузитовый (ГОСТ 9757)	600	0.84	0.13	2	4	0.16	0.19	2.54	2.89	0.22
106	гравий шунгузитовый (ГОСТ 9757)	500	0.84	0.12	2	4	0.15	0.175	2.25	2.54	0.22
107	гравий шунгузитовый (ГОСТ 9757)	450	0.84	0.11	2	4	0.14	0.16	2.06	2.30	0.22
108	гравий шунгузитовый (ГОСТ 9757)	400	0.84	0.11	2	4	0.13	0.15	1.87	2.10	0.23
109	щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578)	1000	0.84	0.21	2	3	0.24	0.31	4.02	4.67	0.21
110	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	900	0.84	0.19	2	3	0.23	0.3	3.73	4.36	0.21
111	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	800	0.84	0.18	2	3	0.21	0.26	3.36	3.83	0.21
112	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	700	0.84	0.16	2	3	0.19	0.23	2.99	3.37	0.22
113	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	600	0.84	0.15	2	3	0.18	0.21	2.7	2.98	0.23
114	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	500	0.84	0.14	2	3	0.16	0.19	2.32	2.59	0.23
115	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	450	0.84	0.13	2	3	0.15	0.17	2.13	2.32	0.24
116	щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	400	0.84	0.122	2	3	0.14	0.16	1.94	2.12	0.24

## Продолжение прил.Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
117	щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	500	0.84	0.09	1	2	0.1	0.11	1.79	1.92	0.26
118	щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	400	0.84	0.076	1	2	0.087	0.095	1.5	1.6	0.3
119	щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	350	0.84	0.07	1	2	0.081	0.085	1.35	1.45	0.3
120	щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	300	0.84	0.064	1	2	0.076	0.08	0.99	1.04	0.34
121	вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0.84	0.065	1	3	0.08	0.095	1.01	1.16	0.23
122	вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	150	0.84	0.060	1	3	0.074	0.098	0.84	1.02	0.26
123	вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	100	0.84	0.055	1	3	0.076	0.08	0.66	0.75	0.3
124	песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0.84	0.35	1	2	0.47	0.58	6.95	7.91	0.17
Д	Строительные растворы (ГОСТ 28013)										
125	цементно-шлаковый	1400	0.84	0.41	2	4	0.52	0.64	7.0	8.11	0.11
126	цементно-шлаковый	1200	0.84	0.35	2	4	0.47	0.58	6.16	7.15	0.14
127	цементно-перлитовый	1000	0.84	0.21	7	12	0.26	0.3	4.64	5.42	0.15
128	цементно-перлитовый	800	0.84	0.16	7	12	0.21	0.26	3.73	4.51	0.16
129	гипсоперлитовый	600	0.84	0.14	10	15	0.19	0.23	3.24	3.84	0.17
130	поризованный гипсоперлитовый	500	0.84	0.12	6	10	0.15	0.19	2.44	2.95	0.43
131	поризованный гипсоперлитовый	400	0.84	0.09	6	10	0.13	0.15	2.03	2.35	0.53
II	Конструкционно-теплоизоляционные материалы										
A	Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 22263)										
132	туфобетон	1800	0.84	0.64	7	10	0.87	0.99	11.38	12.79	0.09
133	туфобетон	1600	0.84	0.52	7	10	0.7	0.81	9.62	1.91	0.11
134	туфобетон	1400	0.84	0.41	7	10	0.52	0.58	7.76	8.63	0.11
135	туфобетон	1200	0.84	0.29	7	10	0.41	0.47	6.38	7.2	0.12
136	пемзобетон	1600	0.84	0.52	4	6	0.62	0.68	8.54	9.3	0.075
137	пемзобетон	1400	0.84	0.42	4	6	0.49	0.54	7.1	7.76	0.083
138	пемзобетон	1200	0.84	0.34	4	6	0.4	0.43	5.94	6.41	0.098
139	пемзобетон	1000	0.84	0.26	4	6	0.3	0.34	4.69	5.2	0.11
140	пемзобетон	800	0.84	0.19	4	6	0.22	0.26	3.6	4.07	0.12
141	бетон на вулканическом шлаке	1600	0.84	0.52	7	10	0.64	0.7	9.2	10.14	0.075
142	бетон на вулканическом шлаке	1400	0.84	0.41	7	10	0.52	0.58	7.76	8.63	0.083
143	бетон на вулканическом шлаке	1200	0.84	0.33	7	10	0.41	0.47	6.38	7.2	0.09
144	бетон на вулканическом шлаке	1000	0.84	0.24	7	10	0.29	0.35	4.9	5.67	0.098
145	бетон на вулканическом шлаке	800	0.84	0.20	7	10	0.23	0.29	3.9	4.61	0.11

Продолжение прил. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Б	Бетоны на искусственных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 9757)										
146	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0.84	0.66	5	10	0.8	0.92	10.5	12.33	0.09
147	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1600	0.84	0.58	5	10	0.67	0.79	9.06	10.77	0.09
148	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1400	0.84	0.47	5	10	0.56	0.65	7.75	9.14	0.098
149	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1200	0.84	0.36	5	10	0.44	0.52	6.36	7.57	0.11
150	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1000	0.84	0.27	5	10	0.33	0.41	5.03	6.13	0.14
151	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	800	0.84	0.21	5	10	0.24	0.31	33.83	4.77	0.19
152	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	600	0.84	0.16	5	10	0.2	0.26	3.03	3.78	0.26
153	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	500	0.84	0.14	5	10	0.17	0.23	2.55	3.25	0.3
154	керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0.84	0.41	4	8	0.52	0.58	6.77	7.72	0.075
155	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1000	0.84	0.33	4	8	0.41	0.47	5.49	6.35	0.075
156	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	800	0.84	0.23	4	8	0.29	0.35	4.13	4.9	0.075
157	керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0.84	0.28	9	13	0.35	0.41	5.57	6.43	0.15
158	керамзитобетон на перлитовом песке	800	0.84	0.22	9	13	0.29	0.35	4.54	5.32	0.17
159	шунгизитобетон	1400	0.84	0.49	4	7	0.56	0.64	7.59	8.6	0.098
160	шунгизитобетон	1200	0.84	0.36	4	7	0.44	0.5	6.23	7.04	0.11
161	шунгизитобетон	1000	0.84	0.27	4	7	0.33	0.38	4.92	5.6	0.14
162	перлитобетон	1200	0.84	0.29	10	15	0.44	0.5	6.96	8.01	0.15
163	перлитобетон	1000	0.84	0.22	10	15	0.33	0.38	5.5	6.38	0.19
164	перлитобетон	800	0.84	0.16	10	15	0.27	0.33	4.45	5.32	0.26
165	перлитобетон	600	0.84	0.12	10	15	0.19	0.23	3.24	3.84	0.3
166	шлакопензобетон (термозитобетон)	1800	0.84	0.52	5	8	0.63	0.76	9.32	10.83	0.075
167	шлакопензобетон (термозитобетон)	1600	0.84	0.41	5	8	0.52	0.63	7.98	9.29	0.09

## Продолжение прил. Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
168	шлакопензобетон (термозитобетон)	1400	0.84	0.35	5	8	0.44	0.52	6.87	7.9	0.098
169	шлакопензобетон (термозитобетон)	1200	0.84	0.29	5	8	0.37	0.44	5.83	6.73	0.11
170	шлакопензобетон (термозитобетон)	1000	0.84	0.23	5	8	0.31	0.37	4.87	5.63	0.11
171	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1600	0.84	0.47	8	11	0.63	0.7	9.29	10.31	0.09
172	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1400	0.84	0.35	8	11	0.52	0.58	7.9	8.78	0.098
173	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1200	0.84	0.29	8	11	0.41	0.47	6.49	7.31	0.11
174	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1000	0.84	0.23	8	11	0.35	0.41	5.48	6.24	0.11
175	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	800	0.84	0.17	8	11	0.29	0.35	4.46	5.15	0.13
176	бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0.84	0.58	5	8	0.7	0.81	9.82	11.18	0.083
177	бетон на доменных гранулированных шлаках	1600	0.84	0.47	5	8	0.58	0.64	8.43	9.37	0.09
178	бетон на доменных гранулированных шлаках	1400	0.84	0.41	5	8	0.52	0.58	7.46	8.34	0.098
179	бетон на доменных гранулированных шлаках	1200	0.84	0.35	5	8	0.47	0.52	6.57	7.31	0.11
180	аглоперлитобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0.84	0.7	5	8	0.85	0.93	10.82	11.98	0.075
181	аглоперлитобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1600	0.84	0.58	5	8	0.72	0.78	9.39	10.34	0.083
182	аглоперлитобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1400	0.84	0.47	5	8	0.59	0.65	7.92	8.83	0.09
183	аглоперлитобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1200	0.84	0.35	5	8	0.48	0.54	6.64	7.45	0.11
184	аглоперлитобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1000	0.84	0.29	5	8	0.38	0.44	5.39	6.14	0.14
185	бетон на зольном гравии	1400	0.84	0.47	5	8	0.52	0.58	7.46	8.34	0.09
186	бетон на зольном гравии	1200	0.84	0.35	5	8	0.41	0.47	6.14	6.95	0.11
187	бетон на зольном гравии	1000	0.84	0.24	5	8	0.3	0.35	43.79	5.48	0.12



Продолжение прил. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
188	вермикулитобетон	800	0.84	0.21	8	13	0.23	0.26	3.97	4.58	-
189	вермикулитобетон	600	0.84	0.14	8	13	0.16	0.17	2.87	3.21	0.15
190	вермикулитобетон	400	0.84	0.09	8	13	0.11	0.13	1.94	2.29	0.19
191	вермикулитобетон	300	0.84	0.08	8	13	0.09	0.11	1.52	1.83	0.23
В	Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)										
192	полистиролбетон	600	1.06	0.145	4	8	0.175	0.2	3.07	3.49	0.068
193	полистиролбетон	500	1.06	0.125	4	8	0.14	0.16	2.5	2.85	0.075
194	полистиролбетон	400	1.06	0.105	4	8	0.12	0.135	2.07	2.34	0.085
195	полистиролбетон	300	1.06	0.085	4	8	0.09	0.11	1.55	1.83	0.10
196	полистиролбетон	200	1.06	0.065	4	8	0.07	0.08	1.12	1.28	0.12
197	полистиролбетон	150	1.06	0.055	4	8	0.057	0.06	0.87	0.96	0.135
198	газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0.84	0.29	10	15	0.41	0.47	6.13	7.09	0.11
199	газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	800	0.84	0.21	10	15	0.33	0.37	4.92	5.63	0.14
200	газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	600	0.84	0.14	8	12	0.22	0.26	3.36	3.91	0.17
201	газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	400	0.84	0.11	8	12	0.14	0.15	2.19	2.42	0.23
202	газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	300	0.84	0.08	8	12	0.11	0.13	1.68	1.95	0.26
203	газо- и пенозолобе- тон	1200	0.84	0.29	15	22	0.52	0.58	8.17	9.46	0.075
204	газо- и пенозолобе- тон	1000	0.84	0.23	15	22	0.44	0.5	6.86	8.01	0.098
205	газо- и пенозолобе- тон	800	0.84	0.17	15	22	0.35	0.41	5.48	6.49	0.12
Г	Кирпичная кладка из сплошного кирпича										
206	глиняного обыкно- венного (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1800	0.88	0.56	1	2	0.7	0.81	9.2	10.12	0.11
207	глиняного обыкно- венного на цемент- но-шлаковом рас- творе	1700	0.88	0.52	1.5	3	0.64	0.76	8.64	9.7	0.12
208	глиняного обыкно- венного на цемент- но-перлитовом рас- творе	1600	0.88	0.47	2	4	0.58	0.7	8.08	9.23	0.15
209	силикатного (ГОСТ 379) на цементно- песчаном растворе	1800	0.88	0.7	2	4	0.76	0.87	9.77	10.9	0.11
210	трепельного (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1200	0.88	0.35	2	4	0.47	0.52	6.26	6.49	0.19
211	трепельного (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1000	0.88	0.29	2	4	0.41	0.47	5.35	5.96	0.23
212	шлакового на це- ментно-песчаном растворе	1500	0.88	0.52	1.5	3	0.64	0.7	8.12	8.76	0.11
Д	Кирпичная кладка из пустотного кирпича										
213	керамического пу- стотного плотно- стью 1400кг/м <sup>3</sup> (брутто) (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1600	0.88	0.47	1	2	0.58	0.64	7.91	8.48	0.14

## Продолжение прил. Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
214	керамического пустотного плотностью 1300кг/м <sup>3</sup> (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1400	0.88	0.41	1	2	0.52	0.58	7.01	7.56	0.16
215	керамического пустотного плотностью 1000кг/м <sup>3</sup> (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0.88	0.35	1	2	0.47	0.52	6.16	6.62	0.17
216	силикатного одиннадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1500	0.88	0.64	2	4	0.7	0.81	8.59	9.63	0.13
217	силикатного четырнадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1400	0.88	0.52	2	4	0.64	0.76	7.93	9.01	0.14
Е	Дерево и изделия из него										
218	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
219	сосна и ель вдоль волокон	500	2.3	0.18	15	20	0.29	0.35	5.56	6.33	0.32
220	дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	2.3	0.1	10	15	0.18	0.23	5.0	5.86	0.05
221	дуб вдоль волокон	700	2.3	0.23	10	15	0.35	0.41	6.9	7.83	0.3
222	фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	2.3	0.12	10	13	0.15	0.18	4.22	4.73	0.02
223	картон облицовочный (ГОСТ 8740)	1000	2.3	0.18	5	10	0.21	0.23	6.2	6.75	0.06
224	картон строительный многослойный	650	2.3	0.13	6	12	0.15	0.18	4.26	4.89	0.083
III	Конструкционные материалы										
A	Бетоны (ГОСТ 7474, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)										
225	железобетон (ГОСТ 26633)	2500	0.84	1.69	2	3	1.92	2.04	17.98	18.95	0.03
226	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
227	раствор цементно-песчаный	1800	0.84	0.58	2	4	0.76	0.93	9.6	11.09	0.09
228	раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0.84	0.52	2	4	0.7	0.87	8.95	10.42	0.098
229	раствор известково-песчаный	1600	0.84	0.47	2	4	0.7	0.81	8.69	9.76	0.12
Б	Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)										
230	гранит, гнейс и базальт	2800	0.88	3.49	0	0	3.49	3.49	25.04	25.04	0.008
231	мрамор	2800	0.88	2.91	0	0	2.91	2.91	22.86	22.86	0.008
232	известняк	2000	0.88	0.93	2	3	1.16	1.28	12.77	13.7	0.06
233	известняк	1800	0.88	0.7	2	3	0.93	1.05	10.85	11.77	0.075

Продолжение прил. Ж											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
234	известняк	1600	0.88	0.58	2	3	0.73	0.81	9.06	9.75	0.09
235	известняк	1400	0.88	0.49	2	3	0.56	0.58	7.42	7.72	0.11
236	туф	2000	0.88	0.76	3	5	0.93	1.05	11.68	12.92	0.075
237	туф	1800	0.88	0.56	3	5	0.7	0.81	9.61	10.76	0.083
238	туф	1600	0.88	0.41	3	5	0.52	0.64	7.81	9.02	0.09
239	туф	1400	0.88	0.33	3	5	0.43	0.52	6.64	7.6	0.098
240	туф	1200	0.88	0.27	3	5	0.35	0.41	5.55	6.25	0.11
241	туф	1000	0.88	0.21	3	5	0.24	0.29	4.2	4.8	0.11
В	Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов (ГОСТ 30547)										
242	листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0.84	0.35	2	3	0.47	0.52	7.55	8.12	0.03
243	листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1600	0.84	0.23	2	3	0.35	0.41	6.14	6.8	0.03
244	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
245	битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1200	1.68	0.22	0	0	0.22	0.22	5.69	5.69	0.008
246	битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1000	1.68	0.17	0	0	0.17	0.17	4.56	4.56	0.008
247	асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1.68	1.05	0	0	1.05	1.05	16.43	16.43	0.008
248	рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь	600	1.68	0.17	0	0	0.17	0.17	3.53	3.53	-
249	линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1800	1.47	0.38	0	0	0.38	0.38	8.56	8.56	0.002
250	линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1600	1.47	0.33	0	0	0.33	0.33	7.52	7.52	0.002
251	линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1800	1.47	0.35	0	0	0.35	0.35	8.22	8.22	0.002
252	линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1600	1.47	0.29	0	0	0.29	0.29	7.05	7.05	0.002
253	линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1400	1.47	0.23	0	0	0.23	0.23	5.87	5.87	0.002
Г	Металлы и стекло										
254	Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781)	7850	0.482	58	0	0	58	58	126.5	126.5	0

## Окончание прил. Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
255	чугун (ГОСТ 9583)	7200	0.482	50	0	0	50	50	112.5	112.5	0
256	алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767)	2600	0.84	221	0	0	221	221	187.6	187.6	0
257	медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527)	8500	0.42	407	0	0	407	407	326	326	0
258	стекло оконное (ГОСТ 111)	2500	0.84	0.76	0	0	0.76	0.76	10.79	10.79	0

## Примечания:

1. Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале.
2. Значения коэффициента теплопроводности материала в сухом состоянии приняты по действующим нормативным документам.
3. Значения коэффициента теплопроводности материала при условиях эксплуатации А или Б рассчитаны на основании лабораторных испытаний по методике, приведенной в приложении Е [3].

Учебное издание

Наталья Александровна Старцева  
Сергей Анатольевич Яременко

# **ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие  
к выполнению курсовой работы для студентов, обучающихся по  
направлению 270100 «Строительство»

Отпечатано в авторской редакции

Подписано в печать 30.11.2010. Формат 60x84 1/16. Уч.-изд. л. 3,1.  
Усл.-печ. л. 3,2. Бумага писчая. Заказ № \_\_\_\_\_. Тираж 260 экз.

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы и учебно-методических пособий Воронежского государственного архитектурно-строительного университета

394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84