

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Градостроительство и проектирование зданий»

**ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ**

Методические указания
к курсовой работе по дисциплине
«Физика среды и ограждающих конструкций»

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2020

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	2
1.	СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	3
2.	ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	4
3.	ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ, ИСХОДЯ ИЗ ЗИМНИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ	5
4	ВЫБОР ОКОН С ЗАДАННЫМИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ	9
	ЛИТЕРАТУРА	10
	ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	11
	ПРИЛОЖЕНИЯ	12

ВВЕДЕНИЕ

В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [1] установлены три обязательных взаимно увязанных требования:

а) сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций здания должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания не должна превышать нормируемое значение (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Проектирование зданий и сооружений должно осуществляться с учетом требований к ограждающим конструкциям, в целях обеспечения:

- заданных показателей микроклимата, необходимых для жизнедеятельности людей и нормального протекания технологических процессов;

- тепловой защиты зданий;

- защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;

- экономии тепловой энергии на отопление и вентиляцию;

- продолжительного срока эксплуатации ограждающих конструкций.

Примечание. Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания, принимается в зависимости от отапливаемого объема здания, расчетное значение определяется с учетом площадей отдельных ограждающих конструкций здания. Геометрические параметры конкретного здания и его теплозащитной оболочки в данной

курсовой работе не рассматриваются, *расчет удельной теплозащитной характеристики здания не проводится.*

Цель работы – освоить методы расчета теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций здания.

Задачи работы:

- обеспечить требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции;
- проверить выполнение санитарно-гигиенического требования;
- выбрать конструкцию окна с заданными теплозащитными свойствами.

1. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Содержание курсовой работы

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, исходя из зимних условий эксплуатации
2. Выбор светопрозрачных ограждающих конструкций здания

Содержание пояснительной записки:

Титульный лист.

Задание на выполнение курсовой работы.

Содержание.

Исходные данные для теплотехнического расчета.

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, исходя из зимних условий эксплуатации
 - 1.1. Определение требуемого сопротивления теплопередаче
 - 1.2. Определение необходимой толщины слоя утеплителя
 - 1.3. Определение термического сопротивления слоя утеплителя и сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции
 - 1.4. Проверка выполнения санитарно-гигиенического требования
2. Выбор окон с заданными теплозащитными свойствами

Форма титульного листа для курсовой работы дана в Приложении 1.

Примерный объем пояснительной записки 7 – 10 страниц. В тексте записки приводятся основные формулы, пояснения, расчеты и таблицы. Следует указать размерности рассчитываемых величин. В конце каждой части курсовой работы необходимо сделать выводы о соответствии рассчитанных показателей нормативным требованиям.

2. ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

2.1. **Задание** для курсовой работы содержит следующие сведения:

- место строительства (город);
- назначение здания с указанием коэффициента остекленности фасада;
- конструктивное решение многослойной ограждающей конструкции.

По шифру (номеру зачетной книжки студента) определяется вариант задания. **Номер варианта – две последние цифры.** Последняя цифра определяет город. Предпоследняя цифра соответствует варианту конструкции наружной стены, назначению здания, коэффициенту остекленности фасада. Варианты городов и варианты ограждающих конструкций даны в табл. П-2.1 и П-2.2 Приложения 2.

Выбранный вариант задания приводится в курсовой работе: название города и фрагмент таблицы П-2.2 Приложения 2.

Например: Вариант 27.

г. Санкт-Петербург

№ варианта	Тип здания	Схема ограждающей конструкции	№ слоя	Материал	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэф. остекленности, %
2	Офисное здание		1	Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,02	30
			2	Железобетон	2500	0,10	
			3	Пенополистирол	150	?	
			4	Железобетон	2500	0,06	

2.2. Определение **исходных данных для расчета** по заданию на курсовую работу.

Перед выполнением расчета следует заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Теплофизические характеристики материала слоев
наружной ограждающей конструкции

№ слоя	Материал	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэф-т теплопроводности λ , Вт/(м·°С)

Для заполнения таблицы 1 и выбора теплофизических характеристик материалов необходимо определить следующие параметры.

1) По таблице П-3 Приложения 3 определить и выписать расчетные значения температуры и относительной влажности внутреннего воздуха помещений данного здания: t_v и ϕ_v , соответственно.

2) По таблице П-4 Приложения 4 установить и выписать влажностный режим помещения.

3) По Приложению 5 – карте зон влажности [2] определить и выписать зону влажности места строительства.

4) По таблице П-6 Приложения 6 определить и выписать условия эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б).

5) По таблице П-7 Приложения 7 определить и занести в таблицу 1 коэффициенты теплопроводности материалов слоев данной конструкции.

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ, ИСХОДЯ ИЗ ЗИМНИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Расчет проводится с целью:

- определить необходимую толщину теплоизоляционного слоя,
- определить сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,
- проверить выполнение санитарно-гигиенического требования (отсутствие конденсата на внутренней поверхности ограждения).

3.1. Определение требуемого сопротивления теплопередаче

Требуемое сопротивление теплопередаче R_o^{TP} определяется в зависимости от градусо-суток отопительного периода в районе строительства ГСОП, $^{\circ}C \cdot \text{сут}$.

Градусо-сутки ГСОП рассчитываются по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_v - t_{от}) \cdot z_{от}, \quad (1)$$

где t_v – расчетная температура внутреннего воздуха здания, найденная в предыдущем разделе;

$t_{от}$, $z_{от}$ – средняя температура наружного воздуха и продолжительность в сутках отопительного периода. Принимаются для периода с температурой наружного воздуха не более $10^{\circ}C$ – при проектировании лечебно-профилактических и детских учреждений, и не более $8^{\circ}C$ – в остальных случаях (табл. П-8.1 Приложения 8).

Значение R_o^{TP} рассчитывают по формуле

$$R_o^{TP} = a \cdot \Gamma \text{СОП} + b, \quad (2)$$

где a и b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы П-9.1 Приложения 9 для соответствующих групп зданий и вида ограждающих конструкций.

Требуемое сопротивление теплопередаче определяем с точностью до $0,01 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

3.2. Определение необходимой толщины слоя утеплителя

Согласно нормам тепловой защиты зданий [1], должно выполняться условие

$$R_o \geq R_o^{TP} \quad (3)$$

Для определения необходимой (минимально допустимой) толщины теплоизоляционного слоя потребуем равенства сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции требуемому значению:

$$R_o = R_o^{TP}. \quad (4)$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, состоящей из n слоев, определяется по формуле

$$R_o = \frac{1}{\alpha_v} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (5)$$

где δ_i – толщина слоя i , м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала слоя i , Вт/(м·°C) (таблица 1);

отношение $\frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – это термическое сопротивление i –го слоя ограждения

(обозначается R_i), $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

α_v – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности конструкции, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$), принимается по табл.П-10.1 Приложения 10;

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$), (таблица П-10.2 Приложения 10);

$\frac{1}{\alpha_v}$ и $\frac{1}{\alpha_n}$ – термические сопротивления слоев воздуха у внутренней и наружной поверхностей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Неизвестная толщина слоя теплоизоляции находится из выражения (5) с использованием формулы (4).

Например, для трехслойной стены сопротивление теплопередаче определяется по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}.$$

Приравнивая это сопротивление теплопередаче значению $R_0^{тр}$, выразим толщину слоя утеплителя δ_2 по формуле

$$\delta_2 = \lambda_2 \cdot (R_0^{тр} - \frac{1}{\alpha_v} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_n}).$$

Рекомендуется термические сопротивления всех слоев стены и воздушных слоев рассчитать отдельно и выписать. Их определяем с точностью до $0,01 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Найденную толщину слоя округляем в **большую сторону** с точностью до $0,01 \text{ м}$.

3.3. Определение термического сопротивления слоя утеплителя и сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции

После определения толщины вычисляем термическое сопротивление слоя утеплителя (в примере с трехслойной стеной оно равно δ_2 / λ_2).

Толщины и термические сопротивления всех слоев сводим в таблицу 2 (толщины воздушных слоев не рассматриваем). Сумма термических сопротивлений равна сопротивлению теплопередаче R_0 (как и в формуле (5)).

Проверяем выполнение требования (3). Делаем вывод о том, удовлетворяет ли данная ограждающая конструкция нормам.

Таблица 2

Толщины и термические сопротивления слоев ограждающей конструкции

Наименование слоя	Толщина δ_i , м	Термическое сопротивление R_i , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
Слой воздуха у внутренней поверхности	-	
1-ый слой		
2-ой слой		
.....		
Слой воздуха у наружной поверхности	-	
Σ		

3.4. Проверка выполнения санитарно-гигиенического требования

В холодный период года температура внутренней поверхности ограждения t_v несколько ниже, чем температура воздуха помещения t_b . Воздух,

соприкасаясь с холодной поверхностью, также будет охлаждаться. Если температура поверхности достаточно низкая, водяной пар, содержащийся в воздухе, будет конденсироваться на ней в виде мелких капель.

Конденсация влаги из воздуха будет происходить, если температура внутренней поверхности ограждения окажется ниже точки росы внутреннего воздуха. Образовавшийся конденсат приводит к отсыреванию поверхности, появлению на ней плесени и т.д., что вредно сказывается на здоровье людей. Поэтому практически для всех помещений устанавливается **санитарно-гигиеническое требование**, согласно которому должно быть исключено выпадение конденсата на всех участках внутренней поверхности наружных ограждений (кроме окон). Следовательно, должно выполняться условие

$$\tau_{\text{в}} > t_{\text{р}} , \quad (6)$$

где $t_{\text{р}}$ – точка росы внутреннего воздуха.

Определение точки росы

1) Парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе помещения, $e_{\text{в}}$, Па, рассчитывается по формуле:

$$e_{\text{в}} = \frac{\varphi_{\text{в}} \cdot E}{100} \quad (7)$$

Температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$ и относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{\text{в}}$ определены ранее в соответствии с заданием.

Парциальное давление насыщенного водяного пара E принимается при данной температуре внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$ по таблице П-11.1 Приложения 11.

2) Определим точку росы $t_{\text{р}}$. Это температура, при которой данное парциальное давление водяного пара $e_{\text{в}}$ будет являться давлением насыщенного водяного пара. Находим в табл. П-11.1 Приложения 11 значение парциального давления водяного пара, ближайшее к рассчитанному значению $e_{\text{в}}$. По таблице определяем температуру, соответствующую этому значению. Это и будет точка росы воздуха помещения $t_{\text{р}}$.

Парциальное давление рассчитывается с точностью до целых, Па, температура – с точностью до 0,1, °С.

Определение температуры внутренней поверхности ограждения

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции $\tau_{\text{в}}$ рассчитывается по формуле

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \Delta t, \quad (8)$$

где Δt – температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности, рассчитывается по формуле

$$\Delta t = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_0 \alpha_{\text{в}}} \quad (9)$$

В этой формуле $t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, по табл. П-8.1 Приложения 8.

Следует сделать вывод о выполнении санитарно-гигиенического требования.

4. ВЫБОР ОКОН С ЗАДАНЫМИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

В ходе расчета проводят:

- выбор окон по требуемому сопротивлению теплопередаче,
- проверку обеспечения минимальной температуры на внутренней поверхности остекления.

Для светопрозрачных ограждающих конструкций здания, как и для всех частей теплозащитной оболочки здания, должно выполняться требование:

$$R_0 \geq R_0^{\text{тр}}.$$

Согласно [3], требуемое сопротивление теплопередаче таких конструкций зависит не только от района строительства, вида конструкции, назначения здания, но и от площади остекления фасадов. Характеристикой площади остекления является коэффициент остекленности фасада f .

f – это выраженное в процентах отношение площадей окон к суммарной площади наружных стен, включающей светопроемы, все продольные и торцевые стены.

Порядок выбора конструкции окна следующий.

1) По заданию принимается коэффициент остекленности фасада f .

2) Рассматриваются два возможных варианта определения $R_0^{\text{тр}}$:

- если коэффициент остекленности фасада f не превышает 18% - для жилых зданий и 25% - для общественных зданий, то $R_0^{\text{тр}}$ определяется по формуле (3) с использованием данных таблицы П-9.1 Приложения 9;

- если коэффициент остекленности фасада f более 18% - для жилых зданий и более 25% - для общественных зданий, требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{тр}}$ определяется по значению **ГСОП**, найденному в п.3.1.

$R_0^{TP} = 0,51, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, если $\text{ГСОП} \leq 3500, ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$;

$R_0^{TP} = 0,56, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, если $3500 < \text{ГСОП} \leq 5200, ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$;

$R_0^{TP} = 0,65, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, если $5200 < \text{ГСОП} \leq 7000, ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

3) Сопротивления теплопередаче стандартных светопрозрачных конструкций R_0 даны в таблице П-12 Приложения 12. Выбираем конструкцию окна с $R_0 \geq R_0^{TP}$.

Проверка обеспечения минимальной температуры на внутренней поверхности остекления

Температура внутренней поверхности остекления окон зданий (кроме производственных) t_v должна быть не ниже $+ 3^\circ\text{C}$, для производственных зданий - не ниже 0°C .

По формуле (9) рассчитывается разность температур Δt между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности остекления. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности окон α_v принимается по табл. П-10.1 Приложения 10. По формуле (8) определяется t_v .

Если в результате расчета окажется, что t_v меньше минимально допустимого значения, то следует выбрать другое конструктивное решение заполнения окон с целью обеспечения выполнения этого требования.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Утв. Минрегион РФ: Введ. в действие 01.01.2012. – Изд. офиц. – М., 2012. – 100 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Утв. Минрегион РФ: Введ. в действие 01.01.2013. – Изд. офиц. – М., 2012. – 113 с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России. 2004. – 31 с.

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Наименование	Обозначение	Единицы измерения
Толщина	δ	м
Плотность материала	ρ	кг/м ³
Коэффициент теплопроводности	λ	Вт/(м·°C)
Температура внутреннего воздуха	t_v	°C
Температура наружного воздуха	t_n	
Средняя температура наружного воздуха отопительного периода	$t_{от}$	
Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции	τ_v	
Температура точки росы	t_p	
Температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности	Δt	
Относительная влажность внутреннего воздуха	ϕ_v	%
Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут
Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C·сут
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности	α_v	Вт/(м ² ·°C)
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	α_n	
Термическое сопротивление	R	м ² ·°C/ Вт
Сопротивление теплопередаче	R_о	
Требуемое сопротивление теплопередаче	R_о^{тр}	
Коэффициенты для расчета требуемого сопротивления теплопередаче	a, b	
Коэффициент остекленности фасада	f	%
Парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха	e_v	Па
Парциальное давление водяного пара наружного воздуха	e_n	
Парциальное давление насыщенного водяного пара	E	

Приложение 1

Образец оформления титульного листа



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет Школа архитектуры дизайна и искусств
(наименование факультета)
Кафедра Градостроительство и проектирование зданий
(наименование кафедры)

Зав. кафедрой « ГипЗ »
_____ А.М.Воробьева _____
(подпись) (И.О.Ф.)
« » _____ 2020 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту (работе) по дисциплине (модулю)

Физика среды и ограждающих конструкций
(наименование учебной дисциплины (модуля))

на тему: Теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания

Автор проекта (работы) _____
подпись И.О.Ф.

Направление/специальность, профиль/специализация:
08.03.01 «Строительство»
код направления наименование направления (специальности)
«Проектирование зданий и сооружений»
наименование профиля (специализации)

Обозначение курсового проекта (работы) ФСОК.XX0000.000 КР Группа АШЗПЗ1

Руководитель проекта _____
подпись (должность, И.О.Ф.)

Проект (работа) защищен (а) _____
дата оценка подпись

Ростов-на-Дону

2020

Приложение 2

Индивидуальные задания для расчета

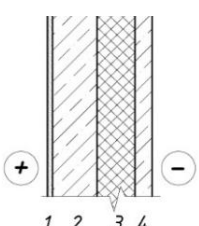
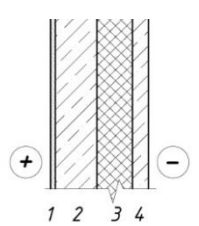
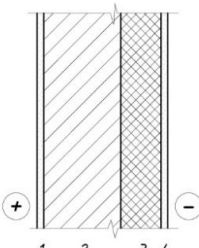
Таблица П-2.1

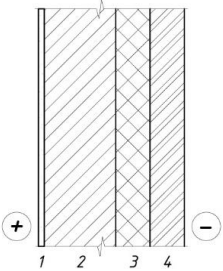
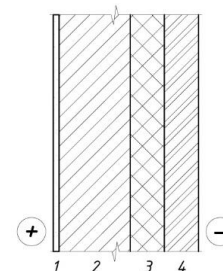
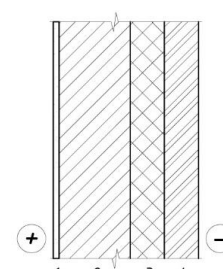
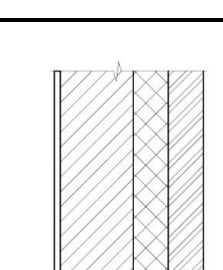
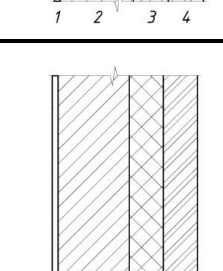
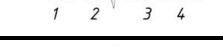
Варианты городов

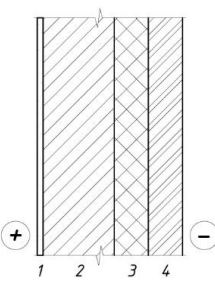
Последняя цифра номера зачетной книжки	Город
1	Ростов-на-Дону
2	Волгоград
3	Уфа
4	Воронеж
5	Ставрополь
6	Нижний Новгород
7	Санкт-Петербург
8	Москва
9	Новосибирск
0	Владивосток

Таблица П-2.2

Варианты конструкций наружных стен

№ варианта	Тип здания	Схема ограждающей конструкции	№ слоя	Материал	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэф. остеклен- ности, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Жилое здание		1	Штукатурка, цементно-песчаный раствор	1800	0,02	18
			2	Железобетон	2500	0,16	
			3	Плиты минераловатные	200	?	
			4	Железобетон	2500	0,06	
2	Офисное здание		1	Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,02	30
			2	Железобетон	2500	0,10	
			3	Пенополистирол	150	?	
			4	Железобетон	2500	0,06	
3	Жилое здание		1	Штукатурка, цементно-песчаный раствор	1800	0,02	20
			2	Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,38	
			3	Плиты минераловатные	200	?	
			4	Штукатурка, цементно-песчаный раствор	1800	0,02	

				песчаный раствор			
4	Жилое здание		1	Штукатурка, известково-песчаный раствор	1600	0,02	17
			2	Газобетон	1000	0,30	
			3	Плиты минераловатные	100	?	
			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1600	0,12	
5	Административное здание		1	Штукатурка сухая, листы гипсовые обшивочные	800	0,02	27
			2	Железобетон	2500	0,25	
			3	Плиты из стекловолокна «URSA»	85	?	
			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1400	0,12	
6	Детское дошкольное учреждение		1	Штукатурка, известково-песчаный раствор	1600	0,02	18
			2	Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,25	
			3	Плиты минераловатные	200	?	
			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1200	0,12	
7	Лечебно-профилактическое учреждение		1	Штукатурка, цементно-песчаный раствор	1800	0,02	20
			2	Железобетон	2500	0,20	
			3	Плиты из стекловолокна «URSA»	85	?	
			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1600	0,12	
8	Офисное здание		1	Штукатурка сухая, листы гипсовые обшивочные	800	0,02	28
			2	Железобетон	2500	0,25	
			3	Плиты минераловатные	150		
			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1400	0,12	
9	Жилое здание		1	Штукатурка, цементно-песчаный раствор	1800	0,02	18
			2	Керамзитобетон на керамзитовом песке	1800	0,38	
			3	Плиты минераловатные	100	?	

			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1200	0,12	
0	Детское дошкольное учреждение		1	Штукатурка, цементно-песчаный раствор	1800	0,02	20
			2	Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,38	
			3	Плиты минераловатные	150	?	
			4	Облицовка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1200	0,12	

Приложение 3

Таблица П-3

Расчетные значения температуры и относительной влажности внутреннего воздуха помещений

Здания и помещения	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_{в}$, %
1. Жилые здания, школы и др. общественные здания, кроме перечисленных в п.2 и 3	20	55
2. Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	21	55
3. Дошкольные учреждения	22	55

Приложение 4

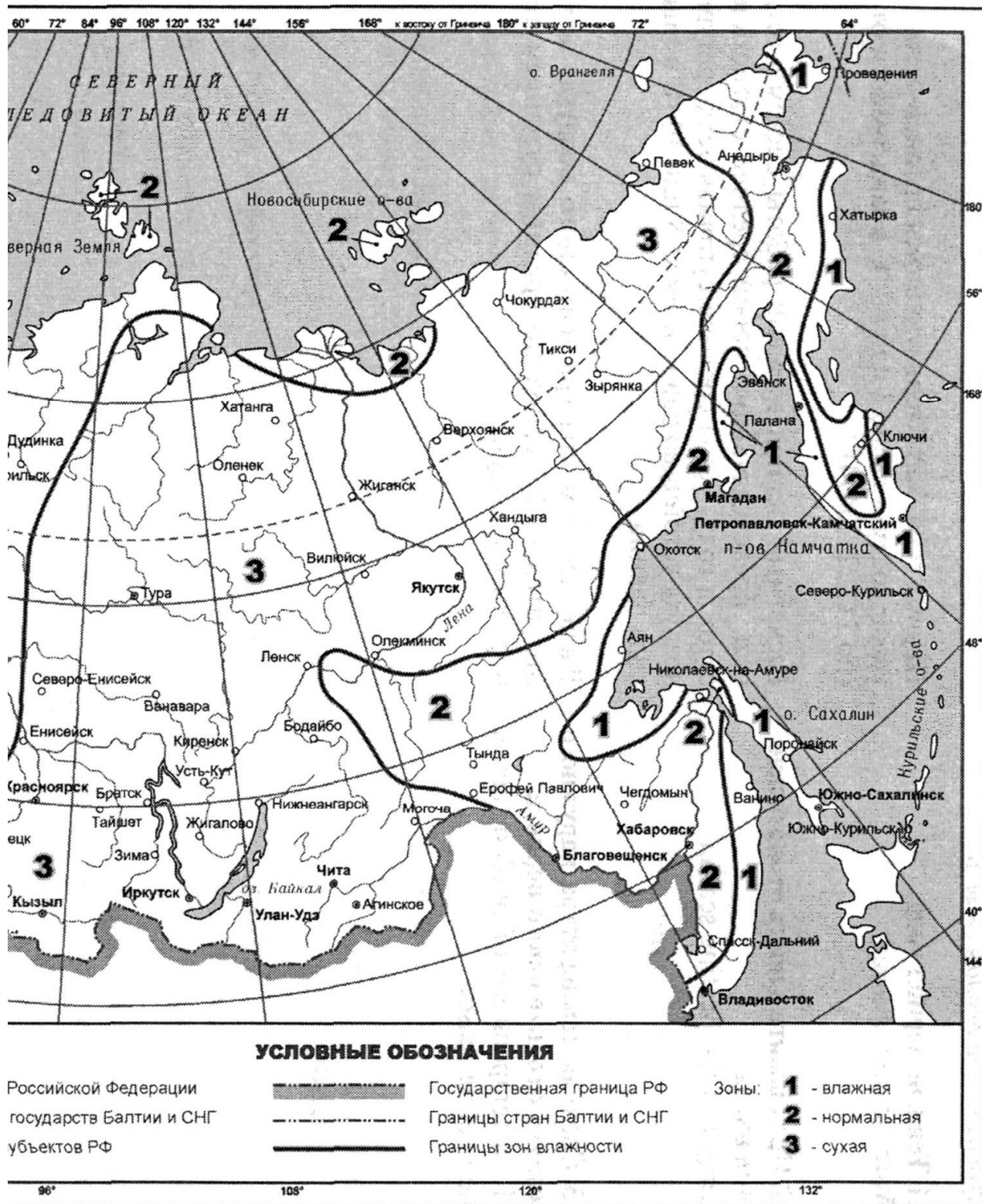
Таблица П-4

Влажностный режим помещений

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12	12 - 24	свыше 24
Сухой	до 60	до 50	до 40
Нормальный	60 - 75	50 - 60	40 - 50
Влажный	свыше 75	60 - 75	50 - 60
Мокрый	-	свыше 75	свыше 60

Карта зон влажности Российской Федерации





Приложение 6

Таблица П-6

Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений зданий	Условия эксплуатации в зоне влажности		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Приложение 7

Таблица П-7

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов

№ п.п.	Материал	Плотность, кг/м ³	Расчетные коэффициенты		
			теплопроводности, Вт/(м°С)		паропрониц., мг/(м·ч Па)
			А	Б	А, Б
Теплоизоляционные материалы					
1	Пенополистирол	150	0,052	0,06	0,05
2	То же	100	0,041	0,052	0,05
3	Пенополистирол Стиропор	30	0,036	0,040	0,03
4	Пенопласт	125	0,06	0,064	0,23
5	То же	100 и менее	0,05	0,052	0,23
6	Пенополиуретан	80	0,05	0,05	0,05
7	То же	40	0,04	0,04	0,05
8	Перлитопластбетон	200	0,052	0,06	0,008
9	То же	100	0,041	0,05	0,008
10	Маты минераловатные	100	0,061	0,067	0,49
11	Плиты минераловатные	200	0,076	0,08	0,49
12	То же	150	0,068	0,073	0,49
13	То же	100	0,06	0,065	0,56
14	То же	75	0,056	0,063	0,60
15	Плиты из стекловолокна «URSA»	85	0,046	0,05	0,50
16	То же	60	0,04	0,045	0,51
17	То же	30	0,042	0,046	0,52
18	Плиты фибролитовые	400	0,13	0,16	0,26
19	Плиты камышитовые	200	0,07	0,09	0,49
20	Пеностекло	400	0,12	0,14	0,02
21	Гравий керамзитовый	600	0,17	0,19	0,23
22	То же	300	0,12	0,13	0,25
Строительные растворы					
23	Цементно-шлаковый	1400	0,52	0,64	0,11
24	Цементно-перлитовый	1000	0,26	0,30	0,15
25	То же	800	0,21	0,26	0,16

26	Поризованный гипсоперлитовый	500	0,15	0,19	0,43
27	Цементно-песчаный	1800	0,76	0,93	0,09
28	Известково-песчаный	1600	0,7	0,81	0,12
<i>Сухая штукатурка</i>					
29	Листы гипсовые обшивочные	1050	0,34	0,36	0,075
30	То же	800	0,19	0,21	0,075
Конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные материалы					
31	Туфобетон	1800	0,87	0,99	0,09
32	То же	1400	0,52	0,58	0,11
33	Пемзобетон	1600	0,62	0,68	0,075
34	То же	1200	0,40	0,43	0,098
35	Керамзитобетон на керамзитовом песке	1800	0,80	0,92	0,09
36	То же	1400	0,56	0,65	0,098
37	То же	1200	0,44	0,52	0,11
38	То же	800	0,24	0,31	0,19
39	То же	500	0,17	0,23	0,30
40	Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,35	0,41	0,15
41	Перлитобетон	1200	0,44	0,50	0,15
42	То же	800	0,27	0,33	0,26
43	Шлакопемзобетон	1400	0,44	0,52	0,098
44	То же	1000	0,31	0,37	0,11
45	Газо- и пенобетон	1000	0,41	0,47	0,11
46	То же	800	0,33	0,37	0,14
47	То же	600	0,22	0,26	0,17
48	То же	400	0,14	0,15	0,23
49	То же	300	0,11	0,13	0,26
Кирпичная кладка из кирпича					
50	Глиняного обыкн. на цементно-песчаном р-ре	1800	0,7	0,81	0,11
51	Глиняного обыкн. на цементно-перлитовом растворе	1600	0,58	0,70	0,15
52	Силикатного на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87	0,11
53	Керамического пустотного на цементно песчаном р-ре	1600	0,58	0,64	0,14
54	То же	1400	0,52	0,58	0,16
55	То же	1200	0,47	0,52	0,17
Конструкционные материалы					
56	Железобетон	2500	1,92	2,04	0,03
57	Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	1,74	1,86	0,03
Облицовка природным камнем					
58	Мрамор	2800	2,91	2,91	0,008

59	Известняк	1800	0,93	1,05	0,075
60	То же	1400	0,56	0,58	0,11
61	Туф	1400	0,43	0,52	0,098
Материалы гидроизоляционные					
62	Рубероид на мастике	1100	0,22	0,22	0,0025
Металлы и стекло					
63	Сталь стержневая арматурная	7850	58	58	0
64	Алюминий	7200	50	50	0
65	Медь	8500	407	407	0
66	Стекло оконное	2500	0,76	0,76	0

Приложение 8

Таблица П-8.1

Климатические данные холодного периода года

Город	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспечен- ностью 0,92, °С	Продолжительность, сут, и средняя температура, °С, периода со среднесуточной температурой воздуха					
		≤ 0 °С		≤ 8 °С		≤ 10 °С	
		Прод- ть	Темп- ра	Прод- ть	Темп- ра	Прод- ть	Темп- ра
Ростов-на-Дону	-19	97	-2,8	166	-0,1	182	0,7
Волгоград	-22	122	-5,1	176	-2,3	190	-1,5
Уфа	-33	155	-9,5	209	-6,0	224	-5,0
Воронеж	-24	130	-5,5	190	-2,5	206	-1,6
Ставрополь	-18	91	-2,2	168	0,5	185	1,3
Нижний Новгород	-31	151	-7,5	215	-4,1	231	-3,2
Санкт-Петербург	-24	131	-4,6	213	-1,3	232	-0,4
Москва	-25	135	-5,5	205	-2,2	223	-1,3
Новосибирск	-37	169	-11,8	221	-8,1	238	-6,9
Владивосток	-23	136	-8,2	198	-4,3	220	-3,0

Приложение 9

Таблица П-9.1

Значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо-сутки отопит. периода ГСОП, °С·сут	Значения требуемого сопротивления теплопередаче R_0^{TP} , м²·°С/Вт, ограждающих конструкций			
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачн., над неотапливаемыми подвалами	Окон, балконных дверей, витрин и витражей
1	2	3	4	5	6
1. Жилые, лечеб.-профил. и детские учреждения, школы, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7
	a	0,00035	0,0005	0,00045	0,000075
	b	1,4	2,2	1,9	0,15
2. Общественные, кроме п.1, административн., производ. здания с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6
	a	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005
	b	1,2	1,6	1,3	0,2
3. Производств. с сухим и нормальным режимом	2000	1,4	2,0	1,4	0,25
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4
	a	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025
	b	1,0	1,5	1,0	0,2

Приложение 10

Таблица П-10.1

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_v , Вт/(м²·°С)
Стен, полов, гладких потолков	8,7
Окон	8,0
Зенитных фонарей	9,9

Таблица П-10.2

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей
конструкции для холодного периода

Наружная поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_n , Вт/(м ² ·°С)
Наружных стен, покрытий	23
Наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12

Приложение 11

Таблица П-11.1

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

t , °С	0,0	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	1285	1287	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 П-11.2

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	500	-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

Приложение 12

Таблица П-12

Сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

№ п.п.	Заполнение светового проема	Светопрзрачные конструкции	
		в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
		$R_0, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_0, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
1	Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах	0,40	—
2	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в спаренных переплетах	0,55	—
3	Двойное остекление из обычного стекла в отдельных переплетах	0,44	0,34
4	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в отдельных переплетах	0,57	0,45
5	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	—
6	Тройное остекление из обычного стекла в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
7	Тройное остекление с твердым селективным покрытием в отдельно-спаренных переплетах	0,60	0,50
8	Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	 0,35 0,51 0,56	 0,34 0,43 0,47
9	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	 0,50 0,58 0,68 0,65	 0,43 0,48 0,52 0,53
10	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	 0,56 0,65 0,72 0,69	 0,50 0,56 0,60 0,60
12	Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и заполн. аргоном	 0,65 0,72 0,80 0,82	 — — — —
13	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	—
14	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,75	—