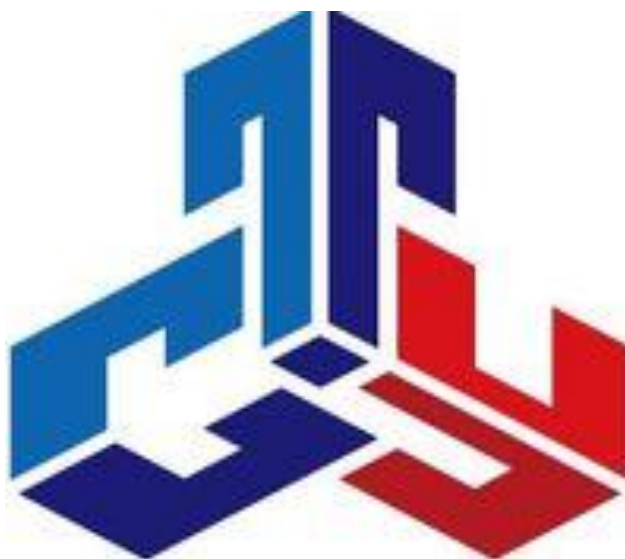


СОВРЕМЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



**ФИЗИКА СРЕДЫ И ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ**

Методические рекомендации
по выполнению теплотехнического расчета ограждающих конструкций
для студентов-бакалавров

Рязань
2018

УДК 72
ББК 38.4
Ф51

Физика среды и ограждающих конструкций. Проектирование тепловой защиты зданий: методические рекомендации по выполнению теплотехнического расчета ограждающих конструкций для студентов направлений «Строительство» и «Архитектура»/ сост. Суворова Н.А., Викулов А.Ф.

Современный технический университет. – Рязань, 2018. – 38с.

Рецензент: к.х.н., доц., нач. ПТО ООО «Экотранс» Никандров Г.А.

Методические рекомендации по выполнению теплотехнического расчета
ограждающих конструкций для студентов-бакалавров

*Печатается по решению Ученого Совета
Современного технического университета.*

УДК 72
ББК 38.4
Ф51

© Н.А. Суворова, А.Ф. Викулов
© Современный технический университет, 2018

Проектирование тепловой защиты здания

В большинстве стран мира требования к повышению тепловой защиты зданий и сооружений, основных потребителей энергии, являются важными объектами государственного регулирования. Эти требования рассматриваются также с точки зрения охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и уменьшения влияния «парникового» эффекта и сокращения выделения двуокиси углерода и других вредных веществ в атмосферу.

От теплотехнических качеств наружных ограждений зданий зависят:

- а) в отапливаемых зданиях – количество тепла, теряемого зданием в зимний период;
- б) в холодильниках – количество холода, теряемого в летнее время, а следовательно, необходимая мощность холодильной установки и стоимость эксплуатации холодильника;
- в) постоянство температуры воздуха в здании во времени при неравномерной отдаче тепла системой отопления;
- г) защита здания от перегрева в летнее время, особенно в южных районах;
- д) температура внутренней поверхности ограждения, гарантирующая от образования на ней конденсата;
- е) влажностный режим ограждения, влияющий на теплозащитные качества ограждения и его долговечность.

Основной показатель теплозащитных свойств ограждения – степень сопротивления прохождению через нее тепла. Этот показатель называется сопротивлением теплопередаче.

Сопротивление ограждения теплопередаче R определяет способность ограждения сопротивляться прохождению через него тепла (сопротивление каждого однородного по материалу слоя, составляющего конструкцию ограждения).

Ниже рассматривается методика, и приводятся примеры теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий, выполненные с учетом требований теплозащиты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ

НАРУЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Расчетную температуру наружного воздуха $t_{\text{вн}}^{\text{р}}$, °С, следует принимать по средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 согласно приложению Б для соответствующего городского или сельского населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного пункта расчетную температуру следует принимать для ближайшего пункта, который указан в приложении Б.

Продолжительность отопительного периода $z_{\text{от}}$, сут, и среднюю температуру наружного воздуха $t_{\text{от}}^{\text{ср}}$, °С, в течение отопительного периода следует принимать согласно приложению Б (графы 13 и 14 - для медицинских и детских учреждений, графы 11 и 12 - в остальных случаях) для соответствующего города или населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного пункта расчетные параметры отопительного периода следует принимать для ближайшего пункта, который указан в приложении Б. Величину градусо-суток $D_{\text{от}}$ в течение отопительного периода следует вычислять по формуле

$$D_{\text{от}} = (t_{\text{вн}}^{\text{р}} - t_{\text{от}}^{\text{ср}}) z_{\text{от}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{вн}}^{\text{р}}$ - расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °С..

ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ

Параметры воздуха внутри жилых и общественных зданий из условия комфортности следует определять согласно таблице 1 - для холодного периода года, и таблице 2 - для теплого периода года. Параметры воздуха внутри зданий производственного назначения следует принимать согласно ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Таблица 1 - Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного времени года

N п.п.	Тип здания	Температура воздуха внутри здания t_{int} , °C	Относительная влажность внутри здания φ_{int} , %, не более
1	Жилые	20-22	55
2	Поликлиники и лечебные учреждения	21-22	55
3	Дошкольные учреждения	22-23	55
<p>Примечания</p> <p>1 Для зданий, не указанных в таблице, температуру воздуха t_{int}, относительную влажность воздуха φ_{int} внутри зданий и соответствующую им температуру точки росы следует принимать согласно ГОСТ 30494 и нормам проектирования соответствующих зданий.</p> <p>2 Параметры микроклимата специальных общеобразовательных школ-интернатов, детских дошкольных и оздоровительных учреждений следует принимать в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами Министерства здравоохранения.</p>			

Таблица 2 - Допустимые температура и относительная влажность воздуха внутри здания для теплого периода года

N п.п.	Тип здания	Температура воздуха внутри здания t_{int} , °C	Относительная влажность внутри здания φ_{int} , %, не более
1	Жилые	24-28	60
2	Поликлиники и лечебные учреждения	24-28	60
3	Дошкольные учреждения	24-28	60

Расчетная относительная влажность воздуха внутри жилых и общественных зданий должна быть не выше значений, приведенных в графе 4 таблиц 1 и 2: внутри зданий производственного назначения - по ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Обеспеченность условий эксплуатации ограждающих конструкций следует устанавливать в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности следующим образом:

- определяют по карте зону влажности (влажная, нормальная, сухая) согласно приложению А; при этом в случае попадания пункта на границу зон влажности следует выбирать более влажную зону;
- определяют влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый) в зависимости от расчетной относительной влажности и температуры внутреннего воздуха в соответствии с таблицей 3
- устанавливают согласно таблице 4 условия эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б) в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности.

Таблица 3- Влажностный режим помещений зданий

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

Таблица 4 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 3)	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению В)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Расчетная температура воздуха внутри жилых и общественных зданий t_{int} для холодного периода года должна быть не ниже минимальных значений оптимальных температур, приведенных в таблице 1 согласно ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002. Для остальных зданий, не указанных в таблице 1, параметры воздуха следует принимать по минимальным значениям оптимальной температуры по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий. Расчетная температура воздуха внутри здания t_{int} для теплого периода года должна быть не выше допустимых значений, приведенных в таблице 2 согласно ГОСТ 30494.

Температура внутренних поверхностей наружных ограждений здания, где имеются теплопроводные включения (диафрагмы, сквозные включения цементно-песчаного раствора или бетона, межпанельные стыки, жесткие соединения и гибкие связи в многослойных панелях, оконные обрамления и т.д.), в углах и на оконных откосах не должна быть ниже, чем температура точки росы воздуха внутри здания t_d (таблица 5) при расчетной относительной влажности φ_{int} и расчетной температуре t_{int} внутреннего воздуха (таблица 1). Для жилых и общественных зданий температура точки росы t_d приведена в таблице 5 при соответствующих минимальных температурах и относительной влажности, приведенных в таблице 1.

Таблица 5 - Температура точки росы воздуха внутри здания для холодного периода года

№ п.п.	Тип здания	Температура точки росы t_d , °С
1	Жилые, школьные и другие общественные здания (кроме приведенных в 2 и 3)	10,7
2	Поликлиники и лечебные учреждения	11,6
3	Дошкольные учреждения	12,6

ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМИРУЕМОГО УРОВНЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

В СНиП 23-02 установлены три обязательных взаимно увязанных нормируемых показателя по тепловой защите здания, основанных на:

«а» - нормируемых значениях сопротивления теплопередаче для отдельных ограждающих конструкций тепловой защиты здания;

«б» - нормируемых величинах температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции и температурой на внутренней поверхности ограждающей конструкции выше температуры точки росы;

«в» - нормируемом удельном показателе расхода тепловой энергии на отопление, позволяющем варьировать величинами теплозащитных свойств ограждающих конструкций с учетом выбора систем поддержания нормируемых параметров микроклимата.

Требования СНиП 23-02 будут выполнены, если при проектировании жилых и общественных зданий будут соблюдены требования показателей групп «а» и «б» либо «б» и «в», и для зданий производственного назначения - показателей групп «а» и «б».

Определить толщину наружной стены из мелкогабаритных элементов для Рязанской области.

Вариант 1 (для жилых и общественных зданий со стенами из глиняного кирпича)

1. Из приложения А определяем зону влажности (влажная, нормальная, сухая), к которой относится район строительства, где расположен строительный объект.

Для Рязанской области зона влажности – нормальная.

2. Параметры воздуха внутри жилых и общественных зданий из условия комфорта определяют по таблице 1 – для холодного периода года

для жилых и общественных зданий

$$t_{int} = 20 - 22 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \varphi_{int} = 55\%;$$

В связи с этим режим помещений принимается нормальный

3. По таблице 4 определяем условия эксплуатации ограждающей конструкции в зависимости от зоны влажности и режима помещений. Для нормальной зоны, где находится Рязанская область и нормального режима помещений, определенного в пункте 2, условия эксплуатации ограждающей конструкции – Б.

4. Выбираем конструкцию стены и толщины в м всех слоев многослойной системы наружного утепления (см. рис. 1):

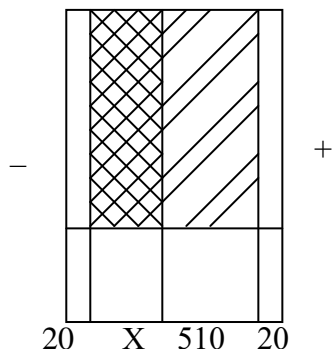


Рис. 1

наружная штукатурка из цементно-песчаного раствора $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,02 \text{ м}$, $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$

теплоизоляционная плита:
экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», тип 35, $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$, $\delta = X \text{ м}$, $\lambda = 0,03 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$

кирпич глиняный обыкновенный на цементно-песчаном растворе $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,51 \text{ м}$, $\lambda = 0,81 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$

внутренняя штукатурка из известково-цементного раствора $\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,02 \text{ м}$, $\lambda = 0,87 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$

5. По приложению В находим значения коэффициентов теплопроводности каждого слоя.
6. Для заданного района по приложению Б устанавливаем температуру наиболее холодной пятидневки t_{ext} , $^\circ\text{С}$, среднюю температуру t_{ht} , $^\circ\text{С}$ и продолжительность z_{ht} , сут, отопительного периода со средней суточной температурой ниже и равной 8° при проектировании жилых и общественных зданий и не более 10° при проектировании детских учреждений.

Для Рязанской области $t_{\text{ext}} = -27^\circ\text{С}$,
для жилых и общественных зданий
 $t_{\text{ht}} = -3,5^\circ\text{С}$, $z_{\text{ht}} = 208 \text{ сут.}$

Градусо – сутки отопительного периода D_d , $^\circ\text{С} \cdot \text{сут}$, определяют по формуле

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) z_{\text{ht}}, \quad (1)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{С}$, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале $20 - 22^\circ\text{С}$), для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале $16 - 21^\circ\text{С}$);

t_{ht} , z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{С}$, и продолжительность отопительного периода, принимаемые по приложению Б для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10°С – при проектировании лечебно – профилактических, детских учреждений и домов – интернатов для престарелых, и не более 8°С – в остальных случаях.

Определяем градусо – сутки отопительного периода для жилых и общественных зданий

$$D_d = (20 - (-3,5)) \cdot 208 = 4888, \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

7. По таблице приложению Д находим нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ в зависимости от градусо – суток района строительства, используя формулу

$$R_{req} = a D_d + b$$

для стен жилых и общественных зданий

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 4888 + 1,4 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений R_{req} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ограждающей конструкции с однородными слоями определяют по формуле

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} \quad (2)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 6 ; для стен $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 7; для стен

$$\alpha_{ext} = 23 \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

Таблица 6- Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций α_{int}

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{int}, \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при соотношении высоты h к расстоянию между гранями соседних ребер $h/a \leq 0.3$	8.7
2. Потолков с выступающими ребрами при соотношении высоты h к расстоянию между гранями соседних ребер $h/a > 0.3$	7.6
3. Окон	8.0
4. Зенитных фонарей	9.9

Таблица 7- Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} для условий холодного периода

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

R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями, м²·°С/Вт.
 Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , м²·°С/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (3)$$

где R_1, R_2, R_n - термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·°С/Вт;

Термическое сопротивление R , м²·°С/Вт, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda \quad (4)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по приложению В

8. Проводим проверочный расчет на выполнение условия $R_0 > R_{req}$ для выбранной конструкции стены

$$R_{req} = R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + X + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} = 3,11$$

$$0,115 + 0,022 + X / 0,03 + 0,63 + 0,017 + 0,023 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$X = 0,069 \text{ м}$$

С учетом размеров слоев назначаем толщину данной конструкции стены $510 + 70 = 580$ мм, добавляя утеплитель до 70 мм

$$R_0 = 1/8.7 + 0.02/0.93 + 0.07/0.03 + 0.51/0.81 + 0.02/0.87 + 1/23 = 3.14$$

$R_0 = 3.14 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{req} = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, условие выполняется.

Санитарно – гигиенический показатель стен

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °С между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °С, установленных в приложении Е, и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n (t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} , \quad (5)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 8 (для наружных стен $n = 1$).

Таблица 8 - Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной климатической зоне	1
2. перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями в Северной строительной климатической зоне	0.9
3. перекрытия над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0.75
4. перекрытия над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли	0.6
5. перекрытия над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0.4
Примечание – Для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них t_c большей t_{ext} , но меньшей t_{int} коэффициент n следует определять по формуле $n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext})$	

Для жилых зданий и детских учреждений $\Delta t_n = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$,
 для общественных зданий $\Delta t_n = 4,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_0 = \frac{1(20 - (-27))}{3.14 \cdot 8,7} = 1,72 \text{ }^\circ\text{C} < 4,0^\circ(4,5)$$

Проверяем возможность выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждения.

Температура внутренней поверхности ограждения τ_{si} , $^\circ\text{C}$ должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

По приложению Г определяем температуру точки росы t_d , $^\circ\text{C}$; при $t_{int} = 20^\circ$ и относительной влажности $\varphi_{int} = 55\%$ $t_d = 10,69^\circ$. Температуру τ_s однородной (без теплопроводных включений) ограждающей конструкции, имеющей сопротивление теплопередаче R_0 , определяем по формуле:

$$\tau_{si} = t_{int} - n(t_{int} - t_{ext}) / R_0 \alpha_{int}, \quad (6)$$

$$\tau_{si} = 20 - 1(20 - (-27)) / 3.14 \cdot 8,7 = 20 - 1,72 = 18,28 \text{ }^\circ\text{C} > 10,69^\circ,$$

следовательно толщина утеплителя выбрана правильно и выпадения конденсата не произойдет.

Вариант 2 (жилые и общественные здания со стенами из силикатного кирпича, высотой до 3-х этажей)

1. Из приложения 1 определяем зону влажности (влажная, нормальная, сухая), к которой относится район строительства, где расположен строительный объект.

Для Рязанской области зона влажности – нормальная.

2. Параметры воздуха внутри жилых и общественных зданий из условия комфортности определяют по таблице 1 – для холодного периода года

для жилых и общественных зданий

$$t_{int} = 20 - 22 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \varphi_{int} = 55\%;$$

В связи с этим режим помещений принимается нормальный (по таблице 3

3. По таблице 4 определяем условия эксплуатации ограждающей конструкции в зависимости от зоны влажности и режима помещений. Для нормальной зоны, где находится Рязанская область и нормального режима помещений, определенного в пункте 2, условия эксплуатации ограждающей конструкции – Б.
4. Выбираем конструкцию стены и толщины в м всех слоев многослойной системы наружного утепления (см. рис. 2):

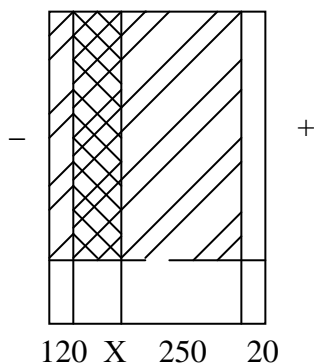


Рис. 2

Облицовка силикатным
кирпичем $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$,
 $\delta = 0,12 \text{ м}$, $\lambda = 0,87 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$

теплоизоляционная плита:
экструзионный пенополистирол
«Пеноплэкс», тип 35, $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$,
 $\delta = X \text{ м}$, $\lambda = 0,03 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$

кирпич силикатный на
цементно-песчаном растворе $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$,
 $\delta = 0,25 \text{ м}$, $\lambda = 0,87 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$

внутренняя штукатурка из известково-
цементного раствора $\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$,
 $\delta = 0,02 \text{ м}$, $\lambda = 0,87 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$

5. По приложению В находим значения коэффициентов теплопроводности каждого слоя.
6. Для заданного района по приложению Б устанавливаем температуру наиболее холодной пятидневки t_{ext} , °С, среднюю температуру t_{ht} , °С и продолжительность z_{ht} , сут, отопительного периода со средней суточной температурой ниже и равной 8° при проектировании жилых и общественных зданий и не более 10° при проектировании детских учреждений.

Для Рязанской области $t_{\text{ext}} = -27 \text{ °С}$,

для жилых и общественных зданий

$t_{\text{ht}} = -3,5 \text{ °С}$, $z_{\text{ht}} = 208 \text{ сут}$.

Градусо – сутки отопительного периода D_d , °С · сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) z_{\text{ht}}, \quad (1)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20 – 22 °С), для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16 – 21 °С);

t_{ht} , z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность отопительного периода, принимаемые по приложению Б для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10° С – при проектировании лечебно – профилактических, детских учреждений и домов – интернатов для престарелых, и не более 8° С – в остальных случаях.

Определяем градусо – сутки отопительного периода для жилых и общественных зданий

$$D_d = (20 - (-3,5)) \cdot 208 = 4888, \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

7. По приложению Д находим нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ в зависимости от градусо – суток района строительства, используя формулу

$$R_{req} = a D_d + b$$

для стен жилых и общественных зданий

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 4888 + 1,4 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений R_{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ограждающей конструкции с однородными слоями определяют по формуле

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (2)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 6 ; для стен

$$\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 7; для стен

$$\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

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

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{al} \quad (3)$$

, где

R_1, R_2, R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

R_{al} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемое по таблице 7 СП 23-101-2004.

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

$$R = \delta / \lambda, \quad (4)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, принимаемый по приложению В

8. Проводим проверочный расчет на выполнение условия $R_0 > R_{req}$ для выбранной конструкции стены

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,87} + \frac{X}{0,03} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} = R_{req} = 3,11$$

$$= 0,115 + 0,138 + X/0,03 + 0,437 + 0,023 + 0,043 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$X = 0,071 \text{ м}$$

Соответственно толщина стены получается $380 + 80 + 120 = 580 \text{ мм}$

$$R_0 = 0.115 + 0.138 + 0.08 / 0.03 + 0.437 + 0.023 + 0.043 = 3.43$$

$$R_0 = 3.43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{req} = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \text{ условие выполняется.}$$

Санитарно – гигиенический показатель стен

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °C между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °C, установленных в приложении Е, и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n (t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}}, \quad (5)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 8 (для наружных стен $n = 1$).

Для жилых зданий и детских учреждений $\Delta t_n = 4,0 \text{ °C}$,

для общественных зданий $\Delta t_n = 4,5 \text{ °C}$.

$$\Delta t_0 = \frac{1 (20 - (-27))}{3.43 \cdot 8,7} = 1,58 \text{ °C} < 4,0 \text{ °C} \quad (4,5)$$

Проверяем возможность выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждения.

Температура внутренней поверхности ограждения τ_{si} , °C должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

По приложению Г определяем температуру точки росы t_d , °C при $t_{int} = 20^\circ$ и относительной влажности $\varphi_{int} = 55\%$: $t_d = 10,69^\circ$. Температуру τ_s однородной (без теплопроводных включений) ограждающей конструкции, имеющей сопротивление теплопередаче R_0 , определяем по формуле:

$$\tau_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / R_0 \alpha_{int}, \quad (6)$$

$$\tau_{si} = 20 - 1(20 - (-27)) / 3.43 \cdot 8,7 = 20 - 1,58 = 18,42 \text{ °C} > 10,69 \text{ °C},$$

следовательно толщина утеплителя выбрана правильно и выпадения конденсата не произойдет.

Вариант3 (для жилых зданий со стенами из крупных трехслойных панелей)

1. Из Приложения 1 определяем зону влажности (влажная, нормальная, сухая), к которой относится район строительства, где расположен строительный объект.

Для Рязанской области зона влажности – нормальная.

Далее аналогично предыдущих примеров

$$R_{req} = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

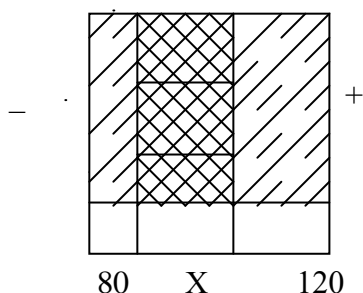


Рис 13

гибкая металлическая связь при диаметре стержня 8 мм, шаг 0,6 м

железобетон $\rho = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$,
 $\delta = 0,08 \text{ м}$, $\lambda = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

теплоизоляционная плита:

минеральная вата ЗАО «Минеральная вата», $\rho = 40-60 \text{ кг}/\text{м}^3$,
 $\delta = X \text{ м}$, $\lambda = 0,044 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

железобетон $\rho = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$,
 $\delta = 0,12 \text{ м}$, $\lambda = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

2. Проводим проверочный расчет на выполнение условия $R_0 > R_{req}$ для выбранной конструкции стены

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{2,04} + \frac{X}{0,044} + \frac{0,12}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$0,115 + 0,039 + X/0,044 + 0,059 + 0,043 = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$X = 0,126$$

Толщина панели выходит $126 + 80 + 120 = 326 \text{ мм}$

Принимаем толщину панели 350 мм, добавляя утеплитель до 150 мм

Определяем новое сопротивление теплопередаче

$$R_0 = 0,115 + 0,039 + 3,409 + 0,059 + 0,043 = 3,67$$

$R_0 = 3,67 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_{req} = 3,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, условие выполняется.

Санитарно – гигиенический показатель стен

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °C между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °C, по приложению Д:

для жилых зданий и детских учреждений $\Delta t_n = 4,0 \text{ °C}$,
 для общественных зданий $\Delta t_n = 4,5 \text{ °C}$.

$$\Delta t_0 = \frac{1(20 - (-27))}{3,67 \cdot 8,7} = 1,47^\circ < 4,0^\circ$$

Проверяем возможность выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждения.

Температура внутренней поверхности ограждения τ_{si} , °С должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

По приложению Г определяем температуру точки росы t_d , °С при $t_{int} = 20^\circ$ и относительной влажности $\varphi_{int} = 55\%$: $t_d = 10,69^\circ$. Температуру τ_s однородной (без теплопроводных включений) ограждающей конструкции, имеющей сопротивление теплопередаче R_0 , определяем по формуле:

$$\tau_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / R_0 \alpha_{int}, \quad (7)$$

$$\tau_{si} = 20 - 1(20 - (-27)) / 3,67 \cdot 8,7 = 20 - 1,47 = 18,53^\circ > 10,69^\circ,$$

следовательно толщина утеплителя выбрана правильно и выпадения конденсата не произойдет.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
**РАСЧЕТНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

Таблица В.1

N п.п.	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность ρ_0 , кг/м ³	удельная теплоемкость c_0 , кДж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале w , %		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) ε , Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·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	«	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05	
3	Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05	
4	Пенополистирол ОАО «СП Радослав»	18	1,34	0,042	2	10	0,042	0,043	0,28	0,32	0,02	
5	То же	24	1,34	0,04	2	10	0,04	0,041	0,32	0,36	0,02	
6	Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,28	0,31	0,013	
7	То же, 2800С	28	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,30	0,33	0,013	
8	То же, 3035С	33	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,32	0,36	0,013	
9	То же, 4000С	35	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,34	0,37	0,005	

10	То же, 5000С	45	1,34	0,030	2	10	0,031	0,031	0,38	0,42	0,005
11	Пенополистирол Стиропор PS15	15	1,34	0,039	2	10	0,040	0,044	0,25	0,29	0,035
12	То же, PS20	20	1,34	0,037	2	10	0,038	0,042	0,28	0,33	0,030
13	То же, PS30	30	1,34	0,035	2	10	0,036	0,040	0,33	0,39	0,030
14	Экструдированный пенополистирол «Стайрофоам»	28	1,45	0,029	2	10	0,030	0,031	0,31	0,34	0,006
15	То же, «Руфмат»	32	1,45	0,028	2	10	0,029	0,029	0,32	0,36	0,006
16	То же, «Руфмат А»	32	1,45	0,030	2	10	0,032	0,032	0,34	0,37	0,006
16	То же, «Флурмат а 500»	38	1,45	0,027	2	10	0,028	0,028	0,34	0,38	0,006
17	То же, «Флурмат 500А»	38	1,45	0,030	2	10	0,032	0,032	0,37	0,41	0,006
18	То же, «Флурмат 200»	25	1,45	0,028	2	10	0,029	0,029	0,28	0,31	0,006
19	То же, «Флурмат 200А»	25	1,45	0,029	2	10	0,031	0,031	0,29	0,32	0,006
20	Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23
21	То же	100 и менее	1,26	0,041	2	10	0,05	0,052	0,68	0,8	0,23
22	Пенополиуретан	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,7	0,05
23	«	60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
24	«	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,4	0,42	0,05
25	Плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	90	1,68	0,045	5	20	0,053	0,073	0,81	1,10	0,15
26	То же	80	1,68	0,044	5	20	0,051	0,071	0,75	1,02	0,23

27	«	50	1,68	0,041	5	20	0,045	0,064	0,56	0,77	0,23
28	Перлитопластбетон	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
29	«	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008
30	Перлитофосфогелевые изделия	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	1,43	2,02	0,2
31	То же	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	1,1	1,43	0,23
32	Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэрофлекс»	80	1,806	0,034	5	15	0,04	0,054	0,65	0,71	0,003
33	То же, «К флекс»:										
	ЕС	60-80	1,806	0,039	0	0	0,039	0,039	0,6	0,6	0,010
	СТ	60-80	1,806	0,039	0	0	0,039	0,039	0,6	0,6	0,009
	ЕСО	60-95	1,806	0,041	0	0	0,041	0,041	0,65	0,65	0,010
34	Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», тип 35	35	1,65	0,028	2	3	0,029	0,030	0,36	0,37	0,018
35	То же, тип 45	45	1,53	0,030	2	3	0,031	0,032	0,40	0,42	0,015
Б	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	0,30
37	То же	100	0,84	0,044	2	5	0,061	0,067	0,64	0,72	0,49
38	«	75	0,84	0,046	2	5	0,058	0,064	0,54	0,61	0,49
39	Маты минераловатные на синтетическом связующем (ГОСТ 9573)	225	0,84	0,054	2	5	0,072	0,082	1,04	1,19	0,49

40	То же	175	0,84	0,052	2	5	0,066	0,076	0,88	1,01	0,49
41	«	125	0,84	0,049	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,49
42	«	75	0,84	0,047	2	5	0,058	0,064	0,54	0,61	0,53
43	Плиты мягкие, 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
44	То же	225	0,84	0,058	2	5	0,079	0,084	1,09	1,20	0,41
45	«	200	0,84	0,056	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
46	«	150	0,84	0,050	2	5	0,068	0,073	0,83	0,92	0,49
47	«	125	0,84	0,049	2	5	0,064	0,069	0,73	0,81	0,49
48	«	100	0,84	0,044	2	5	0,06	0,065	0,64	0,71	0,56
49	«	75	0,84	0,046	2	5	0,056	0,063	0,53	0,60	0,6
50	Плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	180	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
51	То же	140-175	0,84	0,037	2	5	0,043	0,046	0,68	0,75	0,31
52	«	80-125	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,53	0,59	0,32
53	«	40-60	0,84	0,035	2	5	0,041	0,044	0,37	0,41	0,35
54	«	25-50	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,31	0,35	0,37
55	Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45

56	Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
57	То же	125	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,70	0,78	0,38
58	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	45	0,84	0,047	2	5	0,06	0,064	0,44	0,5	0,6
59	Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,8	0,9	0,53
60	Маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	25	0,84	0,04	2	5	0,043	0,05	0,27	0,31	0,61
61	То же	17	0,84	0,044	2	5	0,046	0,053	0,23	0,26	0,66
62	«	15	0,84	0,046	2	5	0,048	0,053	0,22	0,25	0,68
63	«	11	0,84	0,048	2	5	0,05	0,055	0,19	0,22	0,7
64	Плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	85	0,84	0,044	2	5	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
65	То же	75	0,84	0,04	2	5	0,042	0,047	0,46	0,52	0,5
66	«	60	0,84	0,038	2	5	0,04	0,045	0,4	0,45	0,51
67	«	45	0,84	0,039	2	5	0,041	0,045	0,35	0,39	0,51
68	«	35	0,84	0,039	2	5	0,041	0,046	0,31	0,35	0,52
69	«	30	0,84	0,04	2	5	0,042	0,046	0,29	0,32	0,52
70	«	20	0,84	0,04	2	5	0,043	0,048	0,24	0,27	0,53
71	«	17	0,84	0,044	2	5	0,047	0,053	0,23	0,26	0,54

72	«	15	0,84	0,046	2	5	0,049	0,055	0,22	0,25	0,55
73	Пеностекло или газостекло	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
74	То же	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
75	«	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,01	1,1	0,03
В	Плиты из природных органических и неорганических материалов										
76	Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
77	То же	800	2,3	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
78	«	600	2,3	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
79	«	400	2,3	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
80	«	200	2,3	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
81	Плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,86	4,50	0,11
82	То же	450	2,3	0,09	10	15	0,135	0,17	3,47	4,04	0,11
83	«	400	2,3	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
84	Плиты камышитовые	300	2,3	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
85	То же	200	2,3	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
86	Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
87	То же	200	2,3	0,052	15	20	0,06	0,064	1,6	1,71	0,49
88	Пакля	150	2,3	0,05	7	12	0,06	0,07	1,3	1,47	0,49
89	Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,04	7,76	0,098

90	То же	1100	0,84	0,23	4	6	0,35	0,41	5,32	5,99	0,11
91	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075
92	То же	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
93	Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
94	То же	250	1,68	0,082	1	2	0,085	0,099	1,53	1,64	0,04
95	«	225	1,68	0,079	1	2	0,082	0,094	1,39	1,47	0,04
96	«	200	1,68	0,076	1	2	0,078	0,09	1,23	1,32	0,04
Г	Засыпки										
97	Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
98	То же	500	0,84	0,14	2	3	0,15	0,165	2,25	2,41	0,23
99	«	450	0,84	0,13	2	3	0,14	0,155	2,06	2,22	0,235
10 0	«	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,145	1,87	2,02	0,24
10 1	«	350	0,84	0,115	2	3	0,125	0,14	1,72	1,86	0,245
10 2	«	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
10 3	«	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
10 4	Гравий шунгизитовый (ГОСТ 9757)	700	0,84	0,16	2	4	0,18	0,21	2,91	3,29	0,21
10 5	То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,19	2,54	2,89	0,22

10 6	«	500	0,84	0,12	2	4	0,15	0,175	2,25	2,54	0,22
10 7	«	450	0,84	0,11	2	4	0,14	0,16	2,06	2,30	0,22
10 8	«	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,15	1,87	2,10	0,23
10 9	Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578)	1000	0,84	0,21	2	3	0,24	0,31	4,02	4,67	0,21
11 0	Щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	900	0,84	0,19	2	3	0,23	0,3	3,73	4,36	0,21
11 1	То же	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
11 2	«	700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,22
11 3	«	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,7	2,98	0,23
11 4	«	500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,23
11 5	«	450	0,84	0,13	2	3	0,15	0,17	2,13	2,32	0,24
11 6	«	400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
11 7	Щебень и песок из перилита вспученного (ГОСТ 10832)	500	0,84	0,09	1	2	0,1	0,11	1,79	1,92	0,26
11 8	То же	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,095	1,5	1,6	0,3
11 9	«	350	0,84	0,07	1	2	0,081	0,085	1,35	1,42	0,3
12 0	«	300	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34

12 1	Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,095	1,01	1,16	0,23
12 2	То же	150	0,84	0,060	1	3	0,074	0,098	0,84	1,02	0,26
12 3	«	100	0,84	0,055	1	3	0,067	0,08	0,66	0,75	0,3
12 4	Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
Д	Строительные растворы (ГОСТ 28013)										
12 5	Цементно- шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
12 6	То же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
12 7	Цементно- перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,3	4,64	5,42	0,15
12 8	То же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
12 9	Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
13 0	Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
13 1	То же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
II	Конструкционно-теплоизоляционные материалы										
A	Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 22263)										
13 2	Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,3 8	12,79	0,09
13 3	«	1600	0,84	0,52	7	10	0,7	0,81	9,62	10,91	0,11
13 4	«	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11

13 5	«	1200	0,84	0,29	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,12
13 6	Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,3	0,075
13 7	«	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,1	7,76	0,083
13 8	«	1200	0,84	0,34	4	6	0,4	0,43	5,94	6,41	0,098
13 9	«	1000	0,84	0,26	4	6	0,3	0,34	4,69	5,2	0,11
14 0	«	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,6	4,07	0,12
14 1	Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,7	9,2	10,14	0,075
14 2	То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
14 3	«	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,09
14 4	«	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,9	5,67	0,098
14 5	«	800	0,84	0,20	7	10	0,23	0,29	3,9	4,61	0,11
Б	Бетоны на искусственных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 9757)										
14 6	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобет он	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
14 7	То же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
14 8	«	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
14 9	«	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11

15 0	«	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
15 1	«	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
15 2	«	600	0,84	0,16	5	10	0,2	0,26	3,03	3,78	0,26
15 3	«	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3
15 4	Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
15 5	То же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
15 6	«	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
15 7	Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
15 8	То же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
15 9	Шунгзитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
16 0	«	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,5	6,23	7,04	0,11
16 1	«	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,6	0,14
16 2	Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
16 3	«	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
16 4	«	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
16 5	«	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3

16 6	Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
16 7	То же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
16 8	«	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
16 9	«	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
17 0	«	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
17 1	Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобе- тон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,7	9,29	10,31	0,09
17 2	То же	1400	0,84	0,35	8	11	0,52	0,58	7,9	8,78	0,098
17 3	«	1200	0,84	0,29	8	11	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
17 4	«	1000	0,84	0,23	8	11	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
17 5	«	800	0,84	0,17	8	11	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
17 6	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8	0,7	0,81	9,82	11,18	0,083
17 7	То же	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
17 8	«	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
17 9	«	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
18 0	Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,7	5	8	0,85	0,93	10,8 2	11,98	0,075

18 1	То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
18 2	«	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
18 3	«	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
18 4	«	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
18 5	Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
18 6	То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
18 7	«	1000	0,84	0,24	5	8	0,3	0,35	4,79	5,48	0,12
18 8	Вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	-
18 9	«	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
19 0	«	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
19 1	«	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
В	Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)										
19 2	Полистиролбетон	600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,20	3,07	3,49	0,068
19 3	«	500	1,06	0,125	4	8	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075
19 4	«	400	1,06	0,105	4	8	0,12	0,135	2,07	2,34	0,085
19 5	«	300	1,06	0,085	4	8	0,09	0,11	1,55	1,83	0,10
19 6	«	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12
19 7	«	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135

19 8	Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
19 9	То же	800	0,84	0,21	10	15	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
20 0	«	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
20 1	«	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
20 2	«	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
20 3	Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
20 4	То же	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
20 5	«	800	0,84	0,17	15	22	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
Г	Кирпичная кладка из сплошного кирпича										
20 6	Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530) на цементно- песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,1 2	0,11
20 7	Глиняного обыкновенного на цементно- шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
20 8	Глиняного обыкновенного на цементно- перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15
20 9	Силикатного (ГОСТ 379) на цементно- песчаном растворе	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11

21 0	Трепельного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
21 1	То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
21 2	Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,7	8,12	8,76	0,11
Д	Кирпичная кладка из пустотного кирпича										
21 3	Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
21 4	Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
21 5	Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
21 6	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
21 7	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										
21 8	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
21 9	Сосна и ель вдоль волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
22 0	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
22 1	Дуб вдоль волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
22 2	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
22 3	Картон облицовочный (ГОСТ 8740)	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
22 4	Картон строительный многослойный	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
III	Конструкционные материалы										
A	Бетоны (ГОСТ 7473, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)										
22 5	Железобетон (ГОСТ 26633)	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,9 8	18,9 5	0,03
22 6	Бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633)	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,7 7	17,8 8	0,03
22 7	Раствор цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,0 9	0,09
22 8	Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,7	0,87	8,95	10,4 2	0,098
22 9	Раствор известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12

Б	Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)										
23 0	Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,0 4	25,0 4	0,008
23 1	Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,8 6	22,8 6	0,008
23 2	Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,7 7	13,7	0,06
23 3	«	1800	0,88	0,7	2	3	0,93	1,05	10,8 5	11,7 7	0,075
23 4	«	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
23 5	«	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
23 6	Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,6 8	12,9 2	0,075
23 7	«	1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,7 6	0,083
23 8	«	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
23 9	«	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
24 0	«	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
24 1	«	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
В	Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов (ГОСТ 30547)										
24 2	Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
24 3	То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03

24 4	Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
24 5	То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
24 6	«	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
24 7	Асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
24 8	Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	-
24 9	Линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
25 0	То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
25 1	Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
25 2	То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
25 3	«	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
Г	Металлы и стекло										
25 4	Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781)	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
25 5	Чугун (ГОСТ 9583)	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
25 6	Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767)	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0

25 7	Медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527)	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
25 8	Стекло оконное (ГОСТ 111)	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,7 9	10,7 9	0

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ t_d , °C, ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР t_{int} И
ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ φ_{int} , %, ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ**

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

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

32	16,71	18,58	20,27	21,83	23,26	24,59	25,83	27,0	28,11	29,16	30,16	31,19
33	17,6	19,48	21,18	22,76	24,2	25,54	26,78	27,97	29,08	30,14	31,14	32,19
34	18,49	20,38	22,1	23,68	25,14	26,49	27,74	28,94	30,05	31,12	32,12	33,08
35	19,38	21,28	23,02	24,6	26,08	27,64	28,7	29,91	31,02	32,1	33,12	34,08

Приложение Д

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты а и b	Градусосутки отопительного периода D _d , °С-сут.	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R _{req} , м ² °С/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	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно – профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	-	0,00035	0,0005	0,0045	-	0,000025
b	-	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	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25

3 Производственные с сухим и нормальными 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
	a					
b						
	-	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
	-	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Примечание:

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

$$R_{req} = a D_d + b$$

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

a , b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы b для группы зданий в поз. 1, где для интервала до $6000^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$: $a = 0.000075$, $b = 0.15$, для интервала $6000-8000^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$: $a = 0.00005$, $b = 0.3$; для интервала $8000^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ и более: $a = 0.000025$, $b = 0.5$.

2. Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не меньше чем в 1.5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.
3. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от не отапливаемых пространств с температурой t_c ($t_{ext} < t_c < t_{int}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент n , определяемый по примечанию таблицы 8. при этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.
4. допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже установленного в таблице.
5. для группы зданий в поз.1 нормируемые значения сопротивления теплопередаче перекрытий над лестничной клеткой и теплым чердаком, а так же над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа, следует принимать как для группы зданий в поз.2.

Приложение Е

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, для			
	Наружных стен	Покровов и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	Зенитных фонарей
1. Жилые, лечебные, профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4.0	3.0	2.0	$t_{int} - t_d$
1. Общественные, кроме указанных в поз 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4.5	4.0	2.5	$t_{int} - t_d$
3. Производственные с сухим и нормальным режимом	$t_{int} - t_d$ но не более 7	$0.8(t_{int} - t_d)$, но не более 6	2.5	$t_{int} - t_d$
4. Производственные и другие помещения с влажным и мокрым режимом работы	$t_{int} - t_d$	$0.8(t_{int} - t_d)$	2.5	
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м ³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50 %	12	12	2.5	$t_{int} - t_d$
Где t_d – температура точки росы, °С, при расчетной температуре t_{int} , принимаемой согласно нормам проектирования соответствующих зданий				

Подписано в печать 24.03.18. Формат 84x108/32
Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Бумага мелованная. Усл. Печ. л. – 1,98.
Тираж 50 экз.

Издательство Современного технического университета
390008, г. Рязань, ул. Новоселов, 35А.
(4912) 300630, 30 08 30