МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра архитектуры

Е.В.ЛИХНЕНКО

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственным образовательным учреждением высшего профессионального
образования - «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2003

ББК 38.5 38.113я73
Л 65
УДК624.01:621.1(075)

Рецензент

доктор технических наук, профессор А.Ф. Колиниченко

Лихненко Е.В.

Л 65 **Теплотехнический расчет ограждающих конструкций гражданских зданий: Методические указания. –Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003 – 26 с.**

Методические указания посвящены правилам и порядку подбора ограждающих конструкций гражданских зданий по теплотехническим показателям. Расчет основан на соблюдении санитарно-гигиенических условий и условий энергосбережения.

Рассмотрены примеры подбора ограждающих конструкций.

Методические указания рекомендуются студентам специальностей 290100; 290200; 290300 очной формы обучения.

ББК 38.5 38.113я73

© Лихненко Е.В. 2003
© ГОУ ОГУ, 2003

Введение

От теплотехнических качества наружных ограждений зданий зависит:

- благоприятный микроклимат зданий, то есть обеспечение температуры и влажности воздуха в помещении не ниже нормативных требований;
- количество тепла, теряемого зданием в зимнее время;
- температура внутренней поверхности ограждения, гарантирующая от образования на ней конденсата;
- влажностный режим ограждения, влияющий на теплозащитные качества ограждения и его долговечность.

Создание микроклимата внутри помещения обеспечивается за счет:

- соответствующей толщины ограждающей конструкции;
- мощности систем отопления, вентиляции или кондиционирования.

Методика теплотехнического расчета основана на том, что оптимальная толщина ограждающей конструкции находится исходя из:

- климатических показателей района строительства;
- санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий и помещений;
- условий энергосбережения.

Методика теплотехнического расчета заключается в определении экономически целесообразного сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции.

При этом сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче.

В методических указаниях рассматривается расчет однородных и многослойных конструкций.

1 Определение конструкции наружного ограждения здания

Согласно задания на курсовое проектирование, зная район строительства принять и обосновать принятую конструкцию ограждения. Разобраться с данным типом ограждающих конструкций по учебнику или пособию (смотри рекомендуемую литературу к курсовому проекту).

В зависимости от района строительства может применяться однородная (однослойная) или многослойная ограждающая конструкция.

Так, в районах с жарким, сухим климатом, с положительной температурой в зимний период по /2/ возможно применение в наружных стеновых конструкциях:

- однородной каменной кладки;
- облегченной (трехслойной) каменной кладки с утеплителем из:

а) керамзитового гравия;

б) шлака;

в) легкого поризованного бетона;

г) шлакоблоков, газопеноблоков.

В панельном домостроении предусмотрено применение одно- или двухслойных панелей. Второй наружный слой железобетонной конструкции выполняется из легкого поризованного бетона. Соединяются отдельные слои конструкции гибкими связями. Наружный теплоизоляционный слой требует обязательной фактурной отделки высококачественной штукатуркой или керамической фасадной плиткой.

В районах с холодным, влажным климатом по /2/ в качестве стеновых ограждений применяются многослойные конструкции с высокоэффективным теплоизоляционным слоем. Располагаться теплоизоляционный слой должен внутри конструкции. Такое расположение материала обеспечивает его максимальную эффективность.

Допускается расположение теплоизоляционного материала снаружи здания (по фасаду) или внутри помещения только при его реконструкции /3/.

В качестве теплоизоляционного материала применяют:

- жесткие и полужесткие минераловатные плиты;
- пенополистирол (литой и плитный);
- пенопласт (литой и плитный);
- пенополиуретан.

Обеспечение санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий означает то, что принятая конструкция ограждений должна обеспечить необходимую температуру и влажность воздуха, согласно СНиП для данного вида зданий.

Условия энергосбережения выполняются в том случае, если принятая конструкция стен и покрытия позволяет при меньших энергозатратах (уменьшение температуры теплоносителя с 90 до 60…70 ^{o}C) обеспечить в здании необходимую (согласно СНиП) температуру и влажность воздуха, т.е. обеспечить оптимальный микроклимат в здании.

2 Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o следует принимать не менее требуемых значений $R_o^{тр}$, определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле (1) и условий энергосбережения по таблице 1.

В таблице 1 приведены минимальные значения сопротивления теплопередаче для зданий, строительство которых предполагается после 1 января 2000 года согласно /1/.

Таблица 1 - Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R_o^{тр}$, $м^2 \cdot °С/Вт$				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
1	2	3	4	5	6	7
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000 4000 6000 8000 10000 12000	2,1 2,8 3,5 4,2 4,9 5,6	3,2 4,2 5,2 6,2 7,2 8,2	2,8 3,7 4,6 5,5 6,4 7,3	0,30 0,45 0,60 0,70 0,75 0,80	0,30 0,35 0,40 0,45 0,50 055
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000 4000 6000 8000 10000 12000	1,6 2,4 3,0 3,6 4,2 4,8	2,4 3,2 4,0 4,8 5,6 6,4	2,0 2,7 3,4 4,1 4,8 5,5	0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80	0,30 0,35 0,40 0,45 0,50 0,55
Производственные с сухим и нормальными режимами	2000 4000 6000 8000 10000 12000	1,4 1,8 2,2 2,6 3,0 3,4	2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5	1,4 1,8 2,2 2,6 3,0 3,4	0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50	0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45
Примечание - Промежуточные значения $R_o^{тр}$ следует определять интерполяцией						

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяем по формуле:

$$R_o^{тр} = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t^н \cdot \alpha_в}, \qquad (1)$$

где n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по таблице 3;

$t_в$ - расчетная температура внутреннего воздуха, ^oC, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_н$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха, ^oC, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, приложение А;

$\Delta t^н$ - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 2;

$\alpha_в$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4.

Примечание - требуемое сопротивление теплопередаче $R_o^{тр}$ дверей и окон должно быть не менее $0,6 \cdot R_o^{тр}$ стен зданий и сооружений, определяемого по формуле (1).

Таблица 2 - Значение нормируемого температурного перепада по /1/

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_н$, ^oC, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1	2	3	4
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2 Общественные, кроме указанных в п.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	$(t_в-t_р)$, но не более 7	$0,8(t_в-t_р)$, но не более 6	2,5

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
4 Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$(t_в-t_р)$	$0,8(t_в-t_р)$	2,5
5 Производственные здания со значительными избытками явного тепла (более 23 Вт/м)	12	12	2,5
Обозначения, принятые в таблице 2: $t_в$- то же, что в формуле (1); $t_р$- температура точки росы, ^oC, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым по ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.05-91 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений			

Таблица 3 - Значение коэффициента n по /1/

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

Таблица 4 - Значение коэффициента теплоотдачи по /1/

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$, Вт/(м$^2 \cdot$ °С)
1	2
1 Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию α между гранями соседних ребер $\frac{h}{2} \leq 0,3$	8,7
2 Потолков с выступающими ребрами при отношении ребер $\frac{h}{2} > 0,3$	7,6
3 Зенитных фонарей	9,9
Примечание - коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$ внутренней поверхности ограждающих конструкций живодноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84	

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

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

где $t_в$ - то же, что в формуле (1);

$t_{от.пер.-}$ - средняя температура отопительного периода, °С;

$z_{от.пер}$ - продолжительность отопительного периода, сут., со среднесуточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по приложению А.

Термическое сопротивление R, (м$^2 \cdot$ °С)/Вт, слоя многослойной конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции определяем по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, с учетом условий эксплуатации ограждающих конструкций, Вт/ (м$^2 \cdot$ °С), принимаемый по приложению Г.

Для определения условий эксплуатации ограждающих конструкций (А и Б) необходимо:

- по приложению Б определить зону влажности района строительства;
- по таблице 5 определить влажностный режим помещений.

Таблица 5 - Определение влажностного режима помещений

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре		
	до 12 °С	св. 12 до 24 °С	св. 24 °С
1	2	3	4
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св.60 до 75	Св.50 до 60	Св.40 до 50
Влажный	Св.75	Св.60 до 75	Св.50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

По приложению В определить условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности.

Сопротивление теплопередаче R_o, (м^2 · °С)/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (4)$$

где $\alpha_в$ - то же, что в формуле (1);

$R_к$ - термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м^2 · °С)/Вт, определяемое:

- для однородной (однослойной) по формуле (3);
- для многослойной по формуле (5).

$\alpha_н$ - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м^2 · °С) принимается по таблице 6.

Таблица 6 - Значение коэффициента теплоотдачи для зимних условий

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\alpha_н$ Вт/(м^2 · °С)
1	2
1 Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне)	23
2 Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	17

Продолжение таблицы 6

1	2
3 Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4 Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Термическое сопротивление $R_к$, ($м^2 \cdot {}^oC$)/Вт, ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями согласно (1) будем определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_к = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n + R_{в.п.}, \qquad (5)$$

где R_1, R_2,…R_n - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, ($м^2 \cdot {}^oC$)/Вт, определяемое по формуле (3);

$R_{в.п}$ - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаем по приложению Д.

Примечания

1 Если в конструкции запроектирована воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом, то слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью ограждения при определении $R_к$.

2 Допускается в курсовом проектировании не учитывать теплопроводные металлические включения в конструкциях стен (арматурные гибкие связи в многослойных конструкциях).

3 Замкнутые воздушные прослойки в наружных стенах допускается предусматривать высотой не более высоты этажа и не более 6м.

3 Пример расчета многослойной ограждающей конструкции здания из мелкоштучных элементов

Требуется определить толщину наружной стены жилого здания.

Исходные данные:

- район строительства - г. Курган;
- ограждающая конструкция - наружная стена из силикатного и керамического облицовочного кирпича с утеплителем из пенополистирола γ = 40 кг/м^3 (вид утеплителя принят в зависимости от района строительства);
- температура внутреннего воздуха $t_в$ + 20 ^oC, (п.6 таблица 8 относительная влажность воздуха - ω =50% СНиП 2.08.01-89 Жилые здания);
- температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 $t_{н5}$= минус 37 ^oC (по приложению А);
- средняя t отопительного периода $t_{от.пер.}$ = минус 8,7 ^oC (по приложению А);
- продолжительность отопительного периода $Z_{от.пер.}$ =217 суток (по приложению А);
- зона влажности - 3 - сухая (по приложению Б);
- влажностный режим помещений - сухой (таблица 5).

Конструкция стены принята в соответствии с рисунком 1.

δ_1 – кладка из керамического пустотного кирпича γ=1000 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе, толщина =120мм;

δ_2 – утеплитель из пенополистирола γ=40 кг/м^3

δ_3 – кладка из силикатного кирпича на цементно-песчанном растворе, толщиной =250 мм

Рисунок 1 - Расчетная схема стены

Примечание- Наличие гибких связей в кладке и их теплопроводность не учитываем.

Величины теплотехнических показателей и коэффициентов:

- n=1 (по таблице 3);
- $t^н$ =4 (по таблице2);

- $\alpha_в$=8,7 (по таблице 4);
- $\alpha_н$=23 (по таблице 6);
- $\lambda_{к.н.}$ =0,47 (по приложению Г) (наружный слой стены);
- $\lambda_{к.в.}$ =0,76 (по приложению Г) (внутренний слой стены) (утеплитель);
- $\lambda_{ут}$ =0,041 (по приложению Г).

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов слоев (λ) определены для условия эксплуатации ограждающих конструкций - А (см. приложение В).

3.1 Определение требуемых сопротивлений теплопередаче ограждающей конструкции

Для определения толщины ограждающей конструкции найдем:

а) требуемое сопротивление теплопередаче $R_о^{тр}$ исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле (1):

$$R_о^{тр} = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{1 \cdot (20 - (-37))}{4 \cdot 8{,}7} = 1{,}64 \ (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

б) требуемое сопротивление теплопередаче $R_о^{пр}$ по условиям энергосбережения по таблице 1:

$$ГСОП = (t_в - t_{от.пер}) \cdot Z_{от.пер} = (20-(-8{,}7)) \cdot 217 = 6228 \ {}^oC \cdot сут$$

Интерполяцией по таблице 1 определяем:

$$R_о^{пр} = 3{,}58 \ (м^2 \cdot {}^oC)/Вт.$$

Далее в расчетах будем применять $R_о^{пр}$ как максимальное из $R_о^{тр}$ и $R_о^{пр}$.

3.2 Определение толщины конструкции стены

Так, как толщины наружной и внутренней кирпичных кладок известны и составляют:

- наружная кладка из керамического кирпича - 0,12 м;
- внутренняя кладка из силикатного кирпича - 0,25 м.

Расчетом необходимо определить требуемую толщину утеплителя.

Толщину утеплителя будем определять по формуле:

$$R_о = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_н} \qquad (4)$$

Примем $R_о = R_о^{пр}$.

Тогда $R_o^{пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_н}$

Отсюда

$$\delta_2 = \lambda_2 \cdot (R_o^{пр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_н}) = 0{,}041 \cdot (3{,}58 - \frac{1}{8{,}7} - \frac{0{,}12}{0{,}47} - \frac{0{,}25}{0{,}76} - \frac{1}{23}) = 0{,}116 м$$

где δ_2 - толщина утеплителя,м.

Округляем толщину утеплителя до 0,12 м (кратно размерам кирпича). Тогда с учетом размеров вертикальных растворных швов равных 10мм общая толщина наружной стены будет равна: 120+20+120+250=510 мм = 0,51 м.

В пояснительную записку теплотехнический расчет оформлен в табличной форме по приложению Е.

4 Пример расчета многослойной ограждающей конструкции панельного жилого здания

Требуется определить конструкцию и толщину наружной стеновой панели жилого здания.

Исходные данные:

- район строительства - г, Курган;
- зона влажности - 3 - сухая (приложение Б);
- влажностный режим помещения - сухой (таблица 5);
- условия эксплуатации ограждающей конструкции - А (приложение В);
- ограждающая конструкция - сборная керамзитобетонная трехслойная стеновая панель со слоем эффективного утеплителя.

В зависимости от района строительства принимаю теплоизоляционный слой из пенопласта плотностью 100. Толщину теплоизоляционного слоя необходимо определить.

Теплотехнический расчет стеновой конструкции выполнен в табличной форме (приложение Е).

δ_1 – керамзитобетон γ =1000 кг/м^3, толщиной 100мм;

δ_2 – утеплитель - пенопласт γ=100 кг/м^3

Рисунок 2 - Расчетная схема стены

Таблица… - Теплотехнический расчет стены

Наименование показателей, единицы измерения	Значения		
	условные обозначе-ния	δ_1	δ_2
1	2	3	4
1 Расчетная температура внутреннего воздуха, ^oC	$t_в$	+20	+20
2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), ^oC	$t_{н5}$	минус 37	
3 Нормируемый температурный перепад, ^oC	$t^н$	4	4
4 Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м$^{2\cdot}$ ^oC)	$\alpha_в$	8,7	8,7
5 Коэффициент для зимних условий, Вт/(м$^{2\cdot}$ ^oC)	$\alpha_н$	23	23
6 Требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий, (м$^{2\cdot}$ ^oC)/Вт	$R_o^{тр}$	1,64	1,64
7 Градусо-сутки отопительного периода, $^oC\cdot$ сут ГСОП= $(t_в - t_{от.пер})\cdot Z_{от.пер}$	ГСОП	6228	
8 Средняя t отопительного периода, ^oC	$t_{от.пер.}$	минус 8,7	
9 Продолжительность отопительного периода, сут.	$Z_{от.пер.}$	217	217
10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения	$R_o^{пр}$	3,58	3,58
11 Толщина слоя, м	δ	0,20	X
12 Расчетный коэффициент теплопроводности материала при условии эксплуатации А, Вт/(м$^{2\cdot}$ ^oC)	λ	0,33	0,05
13 Толщина утеплителя, м так как $R_o^{пр} > R_o^{тр}$, то $\delta_2 = \lambda_2 \cdot \left(R_o^{пр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{1}{\alpha_н} \right)$	δ_2	-	0,14

Вывод: толщина утеплителя принимается равной 150 мм, тогда общая толщина панели - 350 мм.

Список использованных источников

1 СНиП II-3-79* Строительная теплотехника. - М.: Минстрой России, 1995.-29с.

2 СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика. -М.: Стройиздат,1983.-56с.

3 СНиП 2.08.01-90 Жилые здания. -М.: Госстрой СССР, 1990. - 35с.

4 Маклакова Т.Г. Конструкции гражданских зданий: Учебник для ВУЗов / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова. - М.: Изд-во АСВ, 2002. - 272с.

5 Маклакова Т.Г. Проектирование жилых и общественных зданий: Учебное пособие для ВУЗов. - М.: ВШ, 1998.- 400с.

Приложение А
(справочное)

Данные для теплотехнического расчета по /2/

Таблица А.1

Город	температура холодной пятидневки TBS	температура отопительной периода ton	Продолжи - тельность отопительного периода Zon	Город	температура холодной пятидневки TRW	температура отопительной периода Топ	Продолжи- тельность отопительного периода Zon
1	2	3	4	5	6	7	8
Барнаул	-39	-8,3	219	Краснодар	-19	1,5	152
Бийск	-38	-8,7	222	Новороссийск	-13	4,4	134
Астрахань	-23	-1,6	172	Сочи	-3	6,4	90
Уфа	-35	-6,6	214	Красноярск	-39	-7,2	235
Белгород	-23	-2,2	196	Куйбышев	-30	-6,1	206
Брянск	-26	-2,6	206	Курган	-37	-8,7	217
Владимир	-28	-4,4	217	Курск	-26	-3	198
Волгоград	-25	-3,4	182	Ленинград	-26	-2,2	219
Вологда	-31	-4,8	228	Липецк	-27	-3,9	199
Череповец	-31	-4,3	225	Магадан	-29	-9,6	278
Воронеж	-26	-3,4	199	Йошкар-Ола	-34	-6,1	220
Горький	-30	-4,7	218	Саранск	-30	-4,9	210
Иваново	-29	-4,4	217	Москва	-26	-3,6	213
Братск	-43	-10,3	245	Мурманск	-27	-3,3	281
Иркутск	-37	-8,9	241	Новгород	-27	-2,6	220
Тайшет	-40	-8,5	244	Новосибирск	-39	-9,1	227
Нальчик	-18	-0,4	170	Омск	-37	-9,5	220
Калининград	-18	-0,6	195	Бузулук	-32	-6,5	204
Калинин	-29	-3,7	219	Оренбург	-31	-8,1	201
Калуга	-27	-3,5	214	Шарлык	-33	-7,1	213
Петропавловск-Камчатский	-20	-2,1	259	Орел	-26	-3,3	207
Петрозаводск	-29	-3,3	242	Пенза	-29	-5,1	206
Ухта	-31	-4,4	258	Пермь	-35	-6,4	226
Кемерово	-39	-8,8	232	Арсеньев	-30	-8,6	200

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8
Киров	-33	-5,8	231	Владивосток	-24	-4,8	201
Кострома	-31	-4,5	224	Псков	-26	-2	212
Ростов-на-Дону	-22	-1,1	175	Киев	-22	-1,1	187
Рязань	-27	-4,2	212	Ялта	-6	5,2	126
Саратов	-27	-5	193	Одесса	-18	1	165
Нижний Тагил	-36	-6,6	238	Харьков	-23	-2,1	189
Екатеринбург	-35	-6,4	228	Чернигов	-23	-1,7	191
Смоленск	-26	-2,7	210	Брест	-20	-0,4	186
Кисловодск	-16	-0,4	179	Минск	-25	-1,2	203
Ставрополь	-19	-0,3	169	Ташкент	-15	2,4	130
Тамбов	-28	-4,2	202	Актюбинск	-31	-7,3	203
Казань	-32	-5,7	218	Эмба	-30	-6,9	197
Томск	-40	-8,8	234	Караганда	-32	-7,5	212
Тула	-27	-3,8	207	Кустанай	-35	-8,7	213
Сургут	-43	-9,7	257	Барнаул	-33	-6,4	208
Тюмень	-37	-7,5	220	Уральск	-31	-6,5	199
Уренгой	-46	-13	284	Целиноград	-35	-8,7	215
Ижевск	-34	-6	223	Тбилиси	-8	4,2	152
Ульяновск	-31	-5,7	213	Гагра	-2	7,5	124
Николаевск-на-Амуре	-35	-11,2	221	Сухуми	-3	7	122
Хабаровск	-31	-10,1	205	Батуми	-1	7,6	121
Магнитогорск	-34	-7,9	218	Баку	-4	5,1	119
Челябинск	-34	-7,3	218	Вильнюс	-23	-0,9	194
Чебоксары	-32	-5,4	217	Кишинев	-16	0,6	166
Ярославль	-31	-1,5	222	Рига	-20	-0,4	199
Ворошиловград	-25	-1,6	180	Таллин	-22	-0,8	221
Днепропетровск	-23	-1	175	Архангельск	-31	-4,7	251
Донецк	-23	-1,8	183	Элиста	-23	- 1,8	176
Самарканд	-13	2,8	132	Майкоп	-19	1,7	154
Алма-ата	-25	-2,1	166	Грозный	-18	0,4	164

Приложение В
(справочное)

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности по /1/

Таблица В.1

Влажностный режим помещений (по табл. 1)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по прил. Б)		
	сухой	нормальный	влажный
1	2	3	4
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Приложение Г
(справочное)

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций по /1/

Таблица Г.1

Материал	Плотность γ_n кг/м^3	Расчетные коэффициенты (при условии эксплуатации по прил.3)			
		теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		теплоусвоения S, Вт/(м·°С)	
		А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6
I Бетоны и растворы					
1 Железобетон	2500	1,92	2,04	17,98	18,95
2 Туфобетон	1200	0,41	0,47	6,38	7,20
3 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1200	0,44	0,52	6,36	7,57
4 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1000	0,33	0,41	5,03	6.13
5 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	800	0,24	0,31	3,83	4,77
6 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,52	0,58	6,77	7,72

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
7 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1000	0,41	0,47	5,49	6,35
8 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	800	0,29	0,35	4,13	4,90
9 Газо- и пенобетон	1000	0,41	0,47	6,13	7,09
10 Газо- и пенозолобетон	1000	0,44	0,50	6,86	8,01
11 Цементо-песчаный раствор	1800	0,76	0,93	9,60	11,09
12 Сложный раствор (песок, известь, цемент)	1700	0,70	0,87	8,95	10,42
13 Известково-песчаный раствор	1600	0,7	0,81	8,69	9,76

II Кирпичные кладки					
14 Кирпичная кладка из сплошного глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,7	0,81	9,20	10,12
15 Кирпичная кладка из сплошного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87	9,77	10,90
16 Кирпичная кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1300 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе	1400	0,52	0,58	7,01	7,56
III Теплоизоляционные материалы					
17 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих	350	0,09	0,11	1,46	1,72
18 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих	300	0,087	0,09	1,32	1,44
19 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-	200	0,076	0,08	1,01	1,11

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
ватные на синтетическом и битумном связующих					
20 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих	100	0,06	0,07	0,64	0,73
21 Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минерало-ватные на синтетическом и битумном связующих	50	0,052	0,06	0,42	0,48
22 Минераловатная плита "Бетон элемент БАТТС"	90	0,042	0,045	-	-
23 Минераловатная плита "Кавити БАТТС" для	45	0,047	0,044	-	-

кирпичных кладок					
24 Пенополистирол	150	0,052	0,06	0,89	0,99
25 Пенополистирол	100	0,041	0,052	0,65	0,82
26 Пенопласт ПХВ-1	125	0,06	0,064	0,86	0,99
27 Пенопласт ПХВ-1	100	0,05	0,052	0,68	0,70
28 Пенополиуретан	80	0,05	0,05	0,67	0,70
29 Пенополиуретан	40	0,04	0,04	0,40	0,42
30 Гравий керамзитовый	800	0,21	0,23	3,36	3,60
31 Гравий керамзитовый	400	0,13	0,14	1,87	1,99
32 Перлитопластобетон	200	0,052	0,06	0,93	1,01
33 Перлитопластобетон	100	0,041	0,05	0,58	0,66
IV материалы кровельные, гидроизоляционные					
34 Рубероид	600	0,17	0,17	3,53	3,53
Бикрост					
Бутиза					
Стеклоизол					
V Металлы					
35 Сталь листовая (профлист) ГОСТ 10884-81	7850	58	58	126,5	126,5

Приложение Д
(справочное)

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек по /1/

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $R_{в\ II}$, ($м^2 \cdot {}^oC$)/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
1	2	3	4	5
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0.16	0,16	0,21
0,05	0,14	0.17	0,17	0,22
0,1	0,15	0.18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание - При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Пример оформления теплотехнического расчета в табличной форме

Таблица …

Наименование показателей, единицы измерения	Значения			
	условные обозначения	δ_1	δ_2	δ_n
1	2	3	4	5
1 Расчетная температура внутреннего воздуха, ^oC	$t_в$			
2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), ^oC	$t_{н5}$			
3 Нормируемый температурный перепад, ^oC	$t^н$			
4 Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м$^{2\cdot}$ ^oC)	$\alpha_в$			
5 Коэффициент для зимних условий, Вт/(м$^{2\cdot}$ ^oC)	$\alpha_н$			
6 Требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий, (м$^{2\cdot}$ ^oC)/Вт	$R_o^{тр}$			
7 Градусо-сутки отопительного периода, $^oC\cdot$ сут ГСОП= $(t_в - t_{от.пер})\cdot Z_{от.пер}$	ГСОП			
8 Средняя t отопительного периода, ^oC	$t_{от.пер.}$			
9 Продолжительность отопительного периода, сут.	$Z_{от.пер.}$			
10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения	$R_o^{пр}$			
11 Толщина слоя, м	δ			
12 Расчетный коэффициент теплопроводности материала при условии эксплуатации А, Вт/(м$^{2\cdot}$ ^oC)	λ			
13 Толщина утеплителя, м так как $R_o^{пр} > R_o^{тр}$, то $\delta_2 = \lambda_2 \cdot \left(R_o^{пр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \ldots - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_н} \right)$	δ_2			