



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Методические указания
для выполнения раздела курсового и
дипломного проектирования
«Тепловая защита зданий»

по дисциплинам: «Основы архитектуры и
строительных конструкций», «Конструкции
гражданских и промышленных зданий» (1
часть), «Архитектура зданий», «Архитектура»

Авторы
Лапина А.П., Сайбель А.В.
Халезин С.В.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Методические указания по дисциплинам: «Основы архитектуры и строительных конструкций», «Конструкции гражданских и промышленных зданий» (1 часть), «Архитектура зданий», «Архитектура» для выполнения раздела курсового и дипломного проектирования «Тепловая защита зданий»: для обучающихся по направлениям 08.03.01 «Строительство» профили «Автомобильные дороги», «Автодорожные мосты и тоннели», «Механизация и автоматизация строительства», «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», «Промышленное и гражданское строительство» (академический и прикладной бакалавриат), «Проектирование зданий», «Теплогасоснабжение и вентиляция», «Экспертиза и управление недвижимостью» очной и заочной форм обучения; направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» очной формы обучения; специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений».

Разработаны в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», СП 50.13330.2012 «Здания жилые многоквартирные».

Изложена методика и пример расчета основных показателей тепловой защиты зданий в зимних условиях.

Предназначено в помощь обучающимся при самостоятельном выполнении курсового проекта (работы), подготовке к сдаче экзамена, при выполнении дипломной (выпускной квалификационной) работы.

Авторы

ассистент кафедры «СУЗиС» Лапина А.П.

ассистент кафедры «СУЗиС» Сайбель А.В.

ассистент кафедры «СУЗиС» Халезин С.В.



Оглавление

| | |
|--|-----------|
| Введение..... | 4 |
| 1. Определение показателей тепловой защиты зданий | 5 |
| 2. Определение толщины теплоизоляционного слоя в многослойном наружном ограждении | 6 |
| 3. Проверка санитарно-гигиенического режима ограждения | 8 |
| 4. Варианты состава наружной ограждающей конструкции (стены)..... | 9 |
| Приложение 1 Карта зон влажности Российской Федерации | 13 |
| Приложение 2 Описание теплоизоляционных материалов | 14 |
| Список использованных источников | 22 |

ВВЕДЕНИЕ

От теплотехнических качества наружных ограждений зданий зависит:

1. Благоприятный микроклимат зданий, то есть обеспечение температуры и влажности воздуха в помещении не ниже нормативных требований;
2. Количество тепла, теряемого зданием в зимнее время;
3. Температура внутренней поверхности ограждения, гарантирующая от образования на ней конденсата;
4. Влажностный режим ограждения, влияющий на теплозащитные качества ограждения и его долговечность.
5. 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:

1. Климатических показателей района строительства;
2. Санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий и помещений;
3. 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.

Также должна быть проведена проверка санитарно-гигиенического режима ограждения.

В методических указаниях рассматривается методика расчета многослойных конструкций наружного ограждения (стены).

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

В соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [1] требования тепловой защиты зданий выполняются, если:

а) приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , $[(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}]$ ограждающей конструкции не менее нормируемого значения сопротивления теплопередаче $R_{\text{тр}}$, $[(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}]$ (табл. 1);

б) соблюдается санитарно-гигиенический режим ограждения и исключение конденсата на внутренней поверхности ограждения. Для этого, согласно СП [1], расчетный температурный перепад Δt_0 , $[^\circ\text{C}]$ между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения не должен превышать нормируемой величины Δt_n (табл. 2).

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ В МНОГОСЛОЙНОМ НАРУЖНОМ ОГРАЖДЕНИИ

1. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (1)$$

где $\frac{1}{\alpha_B}$ – сопротивление теплопередаче пограничных слоев внутренней поверхности стены;

$\frac{1}{\alpha_H}$ – сопротивление теплопередаче пограничных слоев наружной поверхности стены;

α_B и α_H – коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностей конструкции, Вт/(м²*°С) (табл. 3 и табл. 4).

δ_i – толщина *i*-го слоя конструкции, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала *i*-го слоя конструкции, Вт/(м*°С) принимается с учетом условий эксплуатации конструкции по табл. 5 и 6.

$$\frac{\delta_i}{\lambda_i} = R_i \quad (2)$$

R_i – термическое сопротивление *i*-го слоя конструкции при порядке отсчета слоев в направлении от внутренней поверхности конструкции к наружной, (м² * °С)/Вт. Краткое описание теплоизоляционных материалов см. Приложение 2.

В уравнение (1) вместо R_0 подставляем требуемое значение сопротивления теплопередаче $R_{тр}$, определяемое по табл. 1 в зависимости от градусо-суток отопительного периода D_{α} , °С*сут.

2. Значение $R_{тр}$ для величины ГСОП определяют по формуле:

$$R_{тр} = a * ГСОП + b, \quad (м^2 * °С)/Вт \quad (3)$$

где a, b – коэффициенты, определяемые по табл. 1.

3. Градусо-сутки отопительного периода определяют по формуле:

$$ГСОП = (t_B - t_{от}) * z_{от} \quad (4)$$

где t_B – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, принимается +20 °С;
 $t_{от}$ – средняя температура отопительного периода, °С, принимается по табл. 6, для заданного района строительства;

$z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, суток, принимается по табл. 7, для заданного района строительства.

4. Определяем толщину теплоизоляционного слоя:

Тепловая защита зданий

$$R_{\text{тр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{23} \quad (5)$$

Откуда следует, что

$$\delta_{\text{ут}} = \left(R_{\text{тр}} - \frac{1}{8,7} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{23} \right) * \lambda_{\text{ут}} \quad (6)$$

5. Проверяем выполнение условия:

$$R_0 \geq R_{\text{тр}} \quad (7)$$

Если условие не выполняется, то необходимо изменить толщину теплоизоляционного слоя.

3. ПРОВЕРКА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОГРАЖДЕНИЯ

Исключение конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции может быть достигнуто при условии, что расчетный температурный перепад Δt_0 °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемой величины Δt_n , указанной в табл. 2.:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n \quad (8)$$

$$\Delta t_0 = n \frac{(t_B - t_{iH})}{R_0 * \alpha_B} \quad (9)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый равным 1;

t_H – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0.92 по СП [1], или табл. 6.

t_B – то же, что и формула (4);

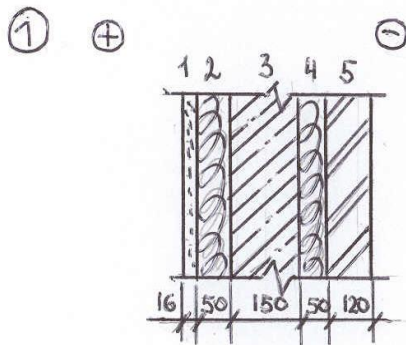
α_B – то же, что и в формуле (1), по табл. 3;

R_0 – определяется по формуле (1) с уже известной толщиной теплоизоляционного слоя.

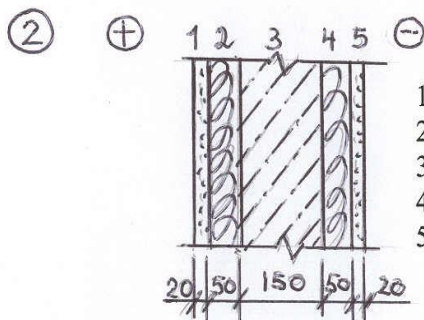
Если полученное значение $\Delta t_0 \leq \Delta t_n$, следовательно, условие санитарно-гигиенического режима соблюдается.

Если условие не выполняется, то необходимо добавить в конструкцию стены слой гидроизоляции, что исключает выпадение конденсата на внутренней поверхности стены.

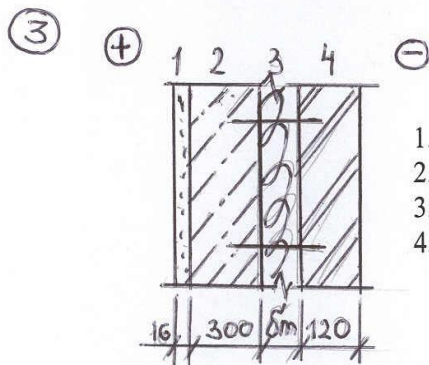
4. ВАРИАНТЫ СОСТАВА НАРУЖНОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ (СТЕНЫ)



1. Лист гипсовый, облицовочный
2. Несъемная опалубка из пенополистирола $\gamma=150 \text{ кг/м}^3$
3. Железобетон
4. Несъемная опалубка из пенополистирола $\gamma=150 \text{ кг/м}^3$
5. Кирпич облицовочный

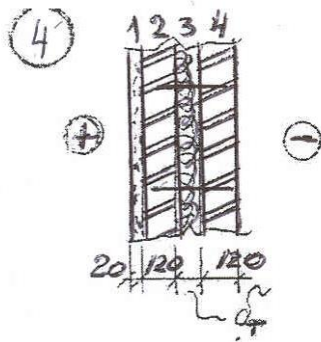


1. Цементно-песчаная штукатурка
2. Несъемная опалубка из пенополистирола $\gamma=40 \text{ кг/м}^3$
3. Керамзитобетон
4. Несъемная опалубка из пенополистирола $\gamma=40 \text{ кг/м}^3$
5. Цементно-песчаная штукатурка

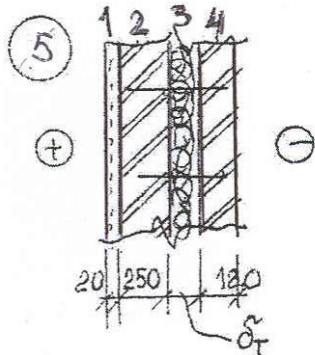


1. Листы гипсокартона
2. Газобетон
3. Пенополистирол $\gamma=40 \text{ кг/м}^3$
4. Кирпич лицевой

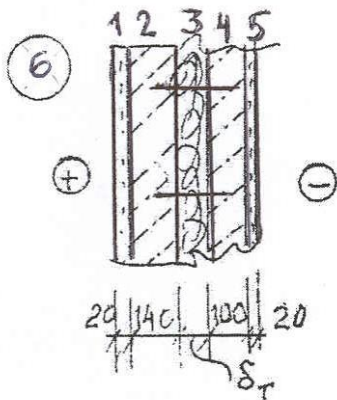
Тепловая защита зданий



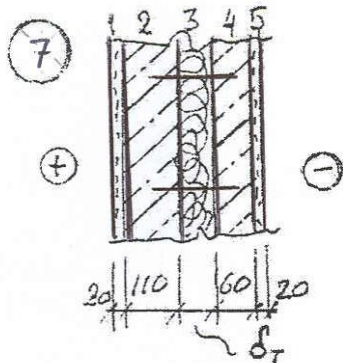
- 1- Цементно-песчаный раствор;
- 2- Кладка из обыкновенного кирпича
- 3- а) Минеральная вата, $\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$
б) Пенопласт, $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$
- 4- Кирпичная кладка



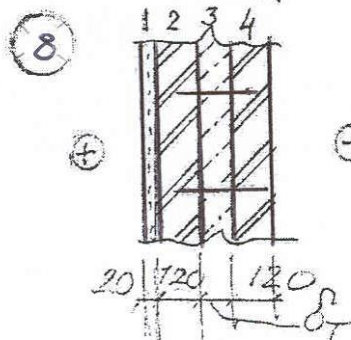
- 1. Цементно-песчаный раствор
- 2. Кирпичная кладка
- 3. а) Пенополиуретан, $\gamma = 80 \text{ кг/м}^3$
б) Газобетон, $\gamma = 300 \text{ кг/м}^3$
- 4. Кирпичная кладка



- 1. Цементно-песчаный раствор
- 2. Керамзитобетон, $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$
- 3. а) Минераловатные плиты, $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$
б) Пенопласт, $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$
- 4. Керамзитобетон, $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$
- 5. Цементно-песчаный раствор



- 1. Известково-песчаный раствор
- 2. Железобетон
- 3. а) Минераловатные плиты, $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$
б) Минераловатные плиты, $\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$
- 4. Железобетон
- 5. Цементно-песчаный раствор



- 1. Известково-песчаный раствор
- 2. Кирпичная кладка
- 3. а) Керамзитобетон, $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$
б) Пенобетон, $\gamma = 300 \text{ кг/м}^3$
- 4. Кирпичная кладка

1 слой: Цементно-песчаный раствор

$$\rho_1 = 1800 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_1 = 0,93 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м.}$$

2 слой: Кирпич обыкновенный

$$\rho_2 = 1800 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_2 = 0,81 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_2 = 0,25 \text{ м.}$$

3 слой: Стиропор-PS30

$$\rho_{\text{yt}} = 30 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_{\text{yt}} = 0,036 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_{\text{yt}} = ?$$

4 слой: Керамический кирпич

$$\rho_4 = 1600 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_4 = 0,64 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_4 = 0,12 \text{ м.}$$

Расчет:

1. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

2. Примем $R_0 = R_{тр}$, тогда

$$R_{тр} = a * \text{ГСОП} + b$$

3. Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле (4):

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{от}) * z_{от} = (20 - (-2,2)) * 205 = 4551 \text{ (}^\circ\text{C * сут)}.$$

4. Значит,

$$R_{тр} = 0,00035 * 4551 + 1,4 = 3,0 \left(\frac{\text{м}^2 * ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right)$$

5. Определяем толщину теплоизоляционного слоя по формуле (6):

$$\begin{aligned} \delta_{yt} &= \left(R_{тр} - \frac{1}{8,7} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{23} \right) * \lambda_{yt} = \\ &= \left(3,0 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,25}{0,81} - \frac{0,12}{0,64} - \frac{1}{23} \right) * 0,04 = 0,093 \text{ м.} \end{aligned}$$

Однако, фактическую толщину утеплителя принимаем из конструктивных соображений $\delta_{ут}^{\phi} = 0,10$ м.

5. Проверяем выполнение условия: $R_0 \geq R_{тр}$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,10}{0,036} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} \\ = 3,17 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right)$$

$$3,17 > 3,0.$$

Условие выполняется.

6. Проверка санитарно-гигиенического режима ограждения по формуле (8):

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n$$

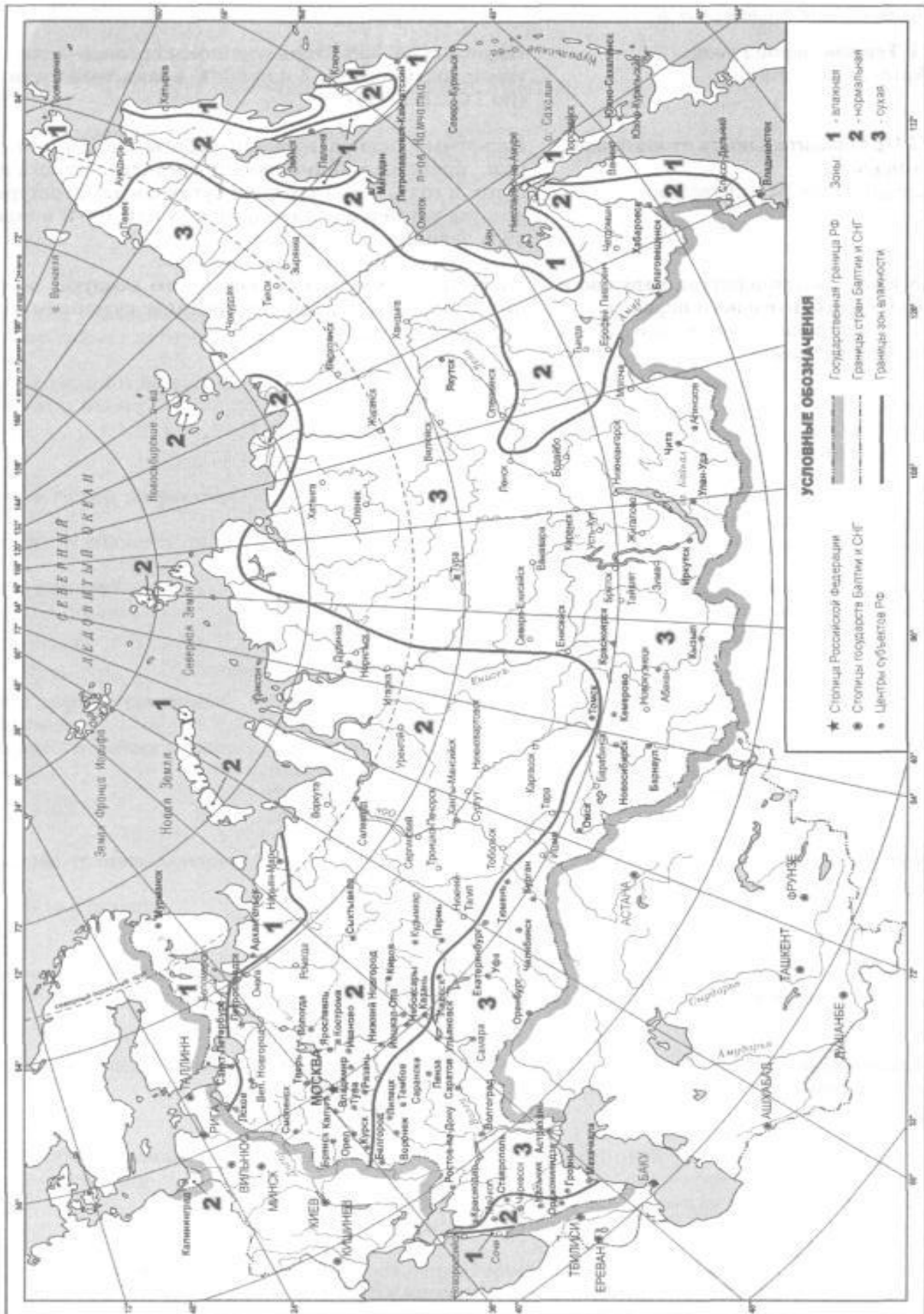
$$\Delta t_0 = n * \frac{(t_B - t_H)}{R_0 * \alpha_B} = 1 * \frac{20 - (-25)}{3,17 * 8,7} = 1,63 \text{ °C}$$

$$1,63 < 4.$$

Условие выполняется.

Окончательно принимаем в качестве утеплителя «Стиропор-PS30» плотностью 30 кг/м³, толщиной 0,1 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 КАРТА ЗОН ВЛАЖНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОПИСАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. **Пенобетон** – искусственный ячеистый (пористый) материал, получаемый в результате аэрации цементного или цементно-песчаного раствора.
2. **Пенопласт** – это класс материалов, представляющий собой вспененные (ячеистые) пластические массы.
3. **Пеносиликат** – разновидность ячеистого бетона, получаемого из смеси известково-кремнеземистых вяжущих и наполнителей с помощью пенообразователей.
4. **Минераловатные плиты** – это теплоизоляционный материал, который изготавливается из минеральной ваты и синтетического связующего. Минплита отличается устойчивостью к воздействию высоких температур, а если ее произвели из натуральных горных пород, то они начнут плавиться только после двух часов воздействия температуры в тысячу градусов.
5. **Керамзитобетон** – строительный материал, монолитный и отвержденный (застывший естественным путем), содержащий в своем составе, помимо цемента, керамзит. Его получают путём смешивания (затворения) в воде цемента, песка и наполнителя примерно в пропорции 1:2:3, при этом в качестве наполнителя используется керамзит.
6. **Перлитобетон** – данный материал, как керамзитобетон и арболит относится к категории легких бетонов. Заполнителем перлитобетона является вспученный перлит, который получают путем предварительного измельчения перлита (горная порода вулканического происхождения) и его последующего обжига при температуре 900 – 1100°C. Во время обжига происходит увеличение в объеме в 4-20 раз. Увеличение в объеме и вспучивание перлита обусловлено тем, что в структуре данного материала содержится вода, которая испаряется под действием высоких температур. Получившийся пар образует мелкие пузырьки.
7. **Вермикулитобетон** – разновидность легкого бетона с добавлением вспученного вермикулита.
8. **Фибропенобетон** – представляет собой прочный теплоизоляционный ячеистый бетон плотностью 160—1000 кг/м³ состоящий на 97-99% из песчано-цементного раствора с незначительным содержанием синтетических волокон (фибры) (от 1% до 3%).
9. **Пенополистирол** – газонаполненный материал, получаемый из полистирола и его производных, а также из сополимеров стирола. Обычная технология получения пенополистирола связана с первоначальным заполнением гранул стирола газом, который растворяют в полимерной массе. В дальнейшем производится нагрев массы паром. В процессе этого происходит многократное увеличение исходных гранул в объёме, пока они не занимают всю блок-форму и не спекаются между собой.
10. **Плиты фибролитовые** – получают смешиванием древесной стружки (древесных лент длиной от 50 см), цемента и, разумеется, воды. Кроме того, древесную стружку ещё и пропитывают раствором жидкого стекла или хлористого кальция. После чего смесь прессуют, сушат и получают плиты, называемые фибролитом.
11. **Стиропор** – представляет собой вспененный полистирол. Стиропор представляет собой отличный изоляционный материал, теплопроводность которого напрямую зависит от его плотности. Он не изменяет свою теплопроводность с течением времени.

Таблица 1

**Нормируемые значения сопротивления теплопередаче
ограждающих конструкций**

| Здания и помещения, коэффициенты а и b | Градусо-сутки отопительного периода D_{α} , $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ | Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{\text{норм}}$, ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт, ограждающих конструкций | |
|--|---|---|---|
| | | Стен | Покрытий и перекрытий над проездами |
| 1. Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития | 2000 | 2.1 | 3.2 |
| | 4000 | 2.8 | 4.2 |
| | 6000 | 3.5 | 5.2 |
| | 8000 | 4.2 | 6.2 |
| | 10000 | 4.9 | 7.2 |
| | 12000 | 5.6 | 8.2 |
| | a | - | 0,00035 |
| b | - | 1.4 | 2.2 |
| 2. Общие, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом | 2000 | 1.8 | 2.4 |
| | 4000 | 2.4 | 3.2 |
| | 6000 | 3.0 | 4.0 |
| | 8000 | 3.6 | 4.8 |
| | 10000 | 4.2 | 5.6 |
| | 12000 | 4.8 | 6.4 |
| | a | - | 0,0003 |
| b | - | 1.2 | 1.6 |
| 3. Производственные с сухим и нормальным режимами | 2000 | 1.4 | 2.0 |
| | 4000 | 1.8 | 2.5 |
| | 6000 | 2.2 | 3.0 |
| | 8000 | 2.6 | 3.5 |
| | 10000 | 3.0 | 4.0 |
| | 12000 | 3.4 | 4.5 |
| | a | - | 0,0002 |
| b | - | 1,0 | 1,5 |

Таблица 2

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

| Здания и помещения | Нормируемый температурный перепад $\Delta t_{н}, ^\circ\text{C}$ для | |
|---|--|---------------------------------------|
| | наружных стен | покрытий и чердачных перекрытий |
| 1. Жилые , лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты | 4.0 | 3.0 |
| 2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимами | 4.5 | 4.0 |
| 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 |
| 4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом | $t_{в} - t_{р}$ | 0,8($t_{в} - t_{р}$), |
| 5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м ³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50% | 12 | 12 |
| Примечания: $t_{р}$ – температура точки росы, $^\circ\text{C}$, p – расчетной температуре $t_{в}$ и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно СанПиН 2.1.2.2645-10, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.2.4.548 и СП 60.13330. | | |

Таблица 3

Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции ($\alpha_{в}$)

| № | Внутренняя поверхность ограждения | $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ |
|--|---|---|
| 1 | Стены , полы, гладкие потолки с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a , между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$ | 8,7 |
| 2 | Потолки с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$ | 7,6 |
| 3 | Окна | 8,0 |
| 4 | Зенитные фонари | 9,9 |
| Примечание – Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СП 106.13330. 2012 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения» | | |

Таблица 4

Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции (α_n)

| № | Внутренняя поверхность ограждения | α_n Вт/(м ² *°С) |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Наружные стены , покрытия, перекрытия над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне | 23 |
| 2 | Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне | 17 |
| 3 | Перекрытия чердачные и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также воздушные стены с воздушной прослойкой, вентилируемые наружным воздухом | 12 |
| 4 | Перекрытия над неотапливаемыми полами и техническими подпольями, невентилируемых наружным воздухом | 6 |

Таблица 5

Условия эксплуатации ограждающих конструкций

| Влажностный режим помещений здания | Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности | | |
|------------------------------------|---|------------|---------|
| | сухой | нормальный | влажный |
| Сухой | А | А | Б |
| Нормальный | А | Б | Б |
| Влажный или мокрый | Б | Б | Б |

Таблица 6

Теплофизические показатели строительных материалов

| № | Наименование материала | Плотность ρ , кг/м ³ | Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м*°С) при условиях эксплуатации | |
|------------------------------------|---|---|--|------|
| | | | А | Б |
| Конструктивные материалы | | | | |
| 1. | Кирпичная кладка из обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе | 1800 | 0,7 | 0,81 |
| 2. | Кирпичная кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе | 1800 | 0,76 | 0,87 |
| 3. | Кирпичная кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе | 1600 | 0,58 | 0,64 |
| 4. | Железобетон | 2500 | 1,92 | 2,04 |
| 5. | Цементно-песчаный раствор | 1800 | 0,76 | 0,93 |
| 6. | Гипсокартон | 800 | 0,19 | 0,21 |
| 7. | Алюминий | 2600 | 221 | 221 |
| 8. | Сталь | 7850 | 58 | 58 |
| Теплоизоляционные материалы | | | | |
| 9. | Керамзитобетон | 1000 | 0,33 | 0,41 |
| 10. | Керамзитобетон | 1200 | 0,52 | 0,58 |
| 11. | Керамзитобетон | 500 | 0,17 | 0,23 |
| 12. | Пенобетон на цементном вяжущем | 1000 | 0,41 | 0,47 |
| 13. | Пенобетон на цементном вяжущем | 800 | 0,33 | 0,37 |
| 14. | Пенобетон на цементном вяжущем | 600 | 0,22 | 0,26 |
| 15. | Пенобетон на цементном вяжущем | 400 | 0,14 | 0,15 |
| 16. | Перлитобетон | 1200 | 0,44 | 0,5 |
| 17. | Перлитобетон | 1000 | 0,33 | 0,38 |
| 18. | Перлитобетон | 800 | 0,27 | 0,33 |
| 19. | Перлитобетон | 600 | 0,19 | 0,23 |
| 20. | Вермикулитобетон | 800 | 0,23 | 0,26 |

| № | Наименование материала | Плотность ρ , кг/м ³ | Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м*°С) при условиях эксплуатации | |
|-----|--|---|---|-------|
| | | | А | Б |
| 21. | Вермикулитобетон | 600 | 0,116 | 0,17 |
| 22. | Вермикулитобетон | 400 | 0,11 | 0,13 |
| 23. | Вермикулитобетон | 300 | 0,09 | 0,11 |
| 24. | Керамзитовый гравий | 400 | 0,13 | 0,14 |
| 25. | Керамзитовый гравий | 200 | 0,11 | 0,12 |
| 26. | Минераловатные плиты повышенной жесткости | 200 | 0,07 | 0,076 |
| 27. | Минераловатные плиты | 125 | 0,064 | 0,07 |
| 28. | Пенополиуретан | 80 | 0,05 | 0,05 |
| 29. | Пеносиликат | 800 | 0,33 | 0,22 |
| 30. | Фибропенобетон | 400 | 0,10 | 0,12 |
| 31. | «Стиропор-PS15» | 15 | 0,040 | 0,044 |
| 32. | «Стиропор-PS20» | 20 | 0,038 | 0,042 |
| 33. | «Стиропор-PS30» | 30 | 0,036 | 0,036 |
| 34. | Пенополистирол | 40 | 0,041 | 0,05 |
| 35. | Пенополистирол | 80 | 0,05 | 0,05 |
| 36. | Пенополистирол | 100 | 0,041 | 0,052 |
| 37. | Пенополистирол | 150 | 0,052 | 0,06 |

Таблица 7

Температура наружного воздуха

| Город строительства | Температура наружного воздуха °С, наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, t_b | Температура наружного воздуха °С, наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98, t_b (для высотных и уникальных зданий) | Период со средне – суточной температурой воздуха менее 8 градусов | |
|---------------------|---|--|---|-----------------------------------|
| | | | продолжительность $Z_{от}$, сут | средняя температура $t_{от}$, °С |
| Архангельск | -33 | -35 | 250 | -4,5 |
| Астрахань | -21 | -23 | 164 | -0,8 |
| Белгород | -23 | -27 | 191 | -1,9 |
| Брянск | -24 | -26 | 199 | -2,0 |
| Великий Новгород | -27 | -33 | 221 | -2,3 |
| Владикавказ | -13 | -15 | 169 | +0,7 |
| Владимир | -28 | -32 | 213 | -3,5 |
| Волгоград | -22 | -25 | 176 | -2,3 |
| Вологда | -32 | -37 | 228 | -4,0 |
| Воркута | -41 | -43 | 306 | -9,1 |
| Воронеж | -24 | -25 | 190 | -2,5 |
| Вятка | -33 | -35 | 231 | -5,4 |
| Грозный | -17 | -20 | 159 | +0,9 |
| Екатеринбург | -32 | -37 | 221 | -5,4 |
| Иркутск | -33 | -38 | 232 | -7,7 |
| Калининград | -19 | -21 | 188 | +1,2 |
| Калуга | -27 | -30 | 210 | -2,9 |
| Кемерово | -39 | -42 | 227 | -8,0 |
| Кисловодск | -16 | -18 | 179 | +0,4 |
| Кострома | -31 | -34 | 222 | -3,9 |
| Красная Поляна | -9 | -11 | 155 | +3,0 |
| Краснодар | -14 | -21 | 145 | +2,5 |
| Красноярск | -37 | -40 | 233 | -6,7 |
| Курган | -36 | -39 | 212 | -7,6 |
| Курск | -24 | -24 | 194 | -2,3 |
| Липецк | -27 | -29 | 202 | -3,4 |
| Майкоп | -19 | -21 | 148 | +2,3 |
| Махачкала | -13 | -17 | 144 | +2,7 |
| Миллерово | -21 | -23 | 179 | -1,7 |

| Город строительства | $t_{в}$ (с обесп. 0,92) | $t_{в}$ (с обесп. 0,98) | $Z_{от, сут}$ | $t_{от, °C}$ |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|
| Москва | -25 | -29 | 205 | -2,2 |
| Мурманск | -30 | -32 | 275 | -3,4 |
| Нальчик | -18 | -20 | 168 | +0,6 |
| Нижний Новгород | -31 | -34 | 215 | -4,1 |
| Новосибирск | -37 | -41 | 221 | -8,1 |
| Омск | -37 | -38 | 216 | -8,1 |
| Оренбург | -32 | -34 | 195 | -6,1 |
| Орел | -25 | -26 | 199 | -2,4 |
| Пенза | -27 | -29 | 200 | -4,1 |
| Пермь | -35 | -36 | 225 | -5,5 |
| Петрозаводск | -28 | -31 | 235 | -3,2 |
| Псков | -26 | -28 | 208 | -1,3 |
| Пятигорск | -20 | -22 | 175 | +0,2 |
| Ростов – на – Дону | -19 | -22 | 166 | -0,1 |
| Рязань | -27 | -30 | 208 | -3,5 |
| Санкт-Петербург | -24 | -28 | 213 | -1,3 |
| Салехард | -43 | -45 | 285 | -11,5 |
| Самара | -30 | -36 | 203 | -5,2 |
| Саратов | -25 | -29 | 188 | -3,5 |
| Сочи | -2 | -3 | 94 | +6,6 |
| Ставрополь | -18 | -22 | 168 | +0,5 |
| Сыктывкар | -36 | -39 | 243 | -5,6 |
| Таганрог | -18 | -21 | 165 | 0 |
| Тверь | -29 | -33 | 218 | -3,0 |
| Улан-Удэ | -35 | -36 | 230 | -10,3 |
| Уфа | -33 | -38 | 209 | -6,0 |
| Черкесск | -18 | -20 | 69 | +0,6 |
| Ярославль | -31 | -34 | 221 | -4,0 |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М., 2012. – 100 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – М., 2012. – 113 с.
3. СП 50.13330.2012. Здания жилые многоквартирные М., 2012. – 40 с.
4. Маклакова Т. Г. Конструкции гражданских зданий. – 3 изд. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. – 295 с.