



"PROGRESS" MCHJ

Теплотехнический расчет
по объекту:

Surxondaryo viloyati Denov tumani Tibbiyot
birlashmasiga qarashli ko'p tarmoqli markaziy
poliklinika binosini qurish (500qatnovli)

Инженер ОВ:

Хўжақулов К.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Определение нормативного удельного расхода теплоты на отопление	2
1.1. Исходные данные	
1.2. Расчет по определению нормоопределяющих потерь теплоты через ограждающие конструкции здания	
2. Теплотехнический расчёт наружных стен	3
3. Теплотехнический расчёт окон	4
4. Теплотехнический расчёт дверей	6
5. Теплотехнический расчёт чердачного покрытия	7
6. Теплотехнический расчёт полов по грунту	8
7. Теплотехнический расчёт цоколя...	9
8. Сравнительная сводная таблица сопротивлений теплопередач ограждающих конструкций.	11

1. Определение нормативного удельного расхода теплоты на отопление здания

Стеновое ограждение из кирпича

1.1. Исходные данные:

- Периметр здания - 164 п.м;
- Высота - 16,5 м;
- Общая площадь здания - $A_F=5220 \text{ м}^2$;
- Расчетная средняя температура внутреннего воздуха в холодный период - $t_p=20^\circ\text{C}$
- Покрытие - чердачное;
- Здание рассчитано на 500 человек (*согласно принятым проектным решениям*);
- Расчетная температура наружного воздуха - $t = -12^\circ\text{C}$ (*столбец 10, таблица 4, КМК 2.01.01-22 "Климатические и физико-геологические данные для проектирования"*);
- Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}} = 3,9^\circ\text{C}$ (*столбец 22, таблица 4, КМК 2.01.01-22*);
- Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}} = 144$ суток (*столбец 21, таблица 4, КМК 2.01.01-94*);
- Наружные стены - Кладка из жженого кирпича $\gamma=1800\text{кг/м}^3$, толщиной 380мм (*согласно принятым проектным решениям*);
- Наружные стены с наружным утеплением минераловатными плитами на основе базальтового волокна $\gamma=125 \text{ кг/м}^3$, толщиной 80мм (*согласно принятым проектным решениям*);
- Отделочный наружный слой - декоративная штукатурка (*согласно принятым проектным решениям*).

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ СТЕН.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Сурхандарьинская область Денауский район;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 55%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,9^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}}=144$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_{\text{н}}=-16^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции наружных стен:

- 2.1. Декоративная штукатурка $\gamma=1800\text{кг/м}^3$, толщиной 10мм, $\lambda=0,76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложение 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Клеевая штукатурка $\gamma=1800\text{кг/м}^3$, толщиной 10мм, $\lambda=0,76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложение 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.3. Утеплитель - мягкие минераловатные плиты на синтетическом связующем $\gamma=125\text{кг/м}^3$, толщиной 80 мм, $\lambda=0,053\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложение 1, пункт 135а, КМК 2.01.04-2018);
- 2.4. Кладка из жженого кирпича $\gamma=1800\text{кг/м}^3$, толщиной 380мм, $\lambda=0,70\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 65, КМК 2.01.04-2018);
- 2.5. Гипсовая клеевая штукатурка $\gamma=1050\text{кг/м}^3$, толщиной 10мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,34\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложение 1, пункт 83а, КМК 2.01.04-2018).

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^{\text{н}}=4,0^{\circ}\text{C}$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции $\alpha_{\text{в}}=8,7\text{Вт/м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$ (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\alpha_{\text{н}}=23\text{Вт/м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$ (таблица 6, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

3. Приведенное сопротивление теплопередаче стены по условию энергоснабжения является функцией числа градусо-суток отопительного периода ($ГСОП$):

$$D_d = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) \times Z_{\text{от.пер.}}$$

$D_d = (20-3,9) \times 144 = 2318^{\circ}\text{C}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,20\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

4. Вычисляем нормативное (максимально допустимое) сопротивление по условию санитарно-гигиенических требований:

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / (\Delta t^{\text{н}} \times \alpha_{\text{в}}) = \frac{1 \times (20 - (-16))}{4,0 \times 8,7} = 1,034\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

5. Из вычисленных значений сопротивлений теплопередаче по пунктам 3 и 4 к реализации принимаем большее, назвав его требуемым:

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,20\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

6. Термическое сопротивление $R\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, следует определять по формуле:

$$R = \delta / \lambda,$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт/м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,010 / 0,76 = 0,01315\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,010 / 0,76 = 0,01315\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,08 / 0,053 = 1,509\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,380 / 0,70 = 0,543\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,010 / 0,34 = 0,02941\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{к}} + 1/\alpha_{\text{н}}$$

$$R_{\text{к}}^{\text{СТ}} = R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,01315 + 0,01315 + 1,509 + 0,543 + 0,02941 = 2,108\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{СТ}} = 1/8,7 + R_{\text{к}}^{\text{СТ}} + 1/23 = 0,115 + 2,108 + 0,043 = 2,267\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} \leq R_0^{\text{СТ}} \quad 2,20\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт} < 2,267\text{ (м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

У С Л О В И Е С О Б Л Ю Д А Е Т С Я

Для утепления наружных стен в качестве утеплителя приняты мягкие плиты теплоизоляционные минераловатные $\gamma=125\text{ кг/м}^3$, толщиной 80мм с $\lambda=0,053\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОКОН.

1. Исходные данные:

Регион: Сурхандарьинская область Денов район;

1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 55%;

1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,9^{\circ}\text{C}$;

1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}}=144$ суток;

1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n=-16^{\circ}\text{C}$.

1.5. Число градусосуток $D_d = (20-3,9) \times 144 = 2318^{\circ}\text{C}_{\text{сут}}$;

1.6. $R_0^{\text{тр.ок.}} = R_0^{\text{тр.эн}} = 0,53 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 26, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

С учётом выше изложенного есть два варианта для обеспечения II-го уровня теплозащиты (приложение 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника"):

1 вариант: В качестве заполнения оконного проёма можно принять однокамерные стеклопакеты (два стекла) с тепловым покрытием из ПВХ профиля с $R_0 = 0,70 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$ (пункт 9, приложение 5, КМК 2.01.04-2018);

2 вариант: В качестве заполнения оконного проёма можно принять однокамерные стеклопакеты (два стекла) и одинарное остекление в разделенных переплетах их ПВХ профиля (2-ый вариант) с $R_0 = 0,53 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$ (пункт 11, приложение 5, КМК 2.01.04-2018).

Приложение 5 (справочное)

Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}$
1. Одинарное остекление в деревянных или пластмассовых переплетах	0,18
2. Одинарное остекление в металлических переплетах:	
- окон и фонарей с вертикальным остеклением	0,15
- зенитных фонарей	0,14
3. Двойное остекление в деревянных или пластмассовых переплетах:	
- спаренных	0,39
- раздельных	0,42
4. Двойное остекление в металлических раздельных переплетах:	
- окон и фонарей с вертикальным остеклением	0,34
- витрин	0,31
5. Тройное остекление:	
- в деревянных или пластмассовых раздельно-спаренных переплетах	0,55
- в металлических раздельных переплетах	0,46
6. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов между ними 6 мм) размерами:	
194x194x98 мм	0,31
244x244x98 мм	0,33
7. Профильное стекло:	
- швеллерного сечения	0,16
- коробчатого сечения	0,31

8. Органическое стекло:	
- одинарное	0,19
- двойное	0,36
- тройное	0,52
9. Однокамерные стеклопакеты в деревянных или пластмассовых переплетах:	
- из обычного стекла	0,36
- с твердым селективным покрытием внутреннего стекла	0,48
- с мягким селективным покрытием внутреннего стекла	0,52
- с тепловым зеркалом	0,70
10. Однокамерные стеклопакеты в металлических переплетах:	
- окон и фонарей с вертикальным остеклением	0,31
- зенитных фонарей:	
- из обычного стекла	0,30
- с твердым селективным покрытием внутреннего стекла	0,38
- с мягким селективным покрытием внутреннего стекла	0,42
11. Однокамерные стеклопакеты и одинарное остекление:	
- в отдельных деревянных или пластмассовых переплетах окон	0,53
- в металлических переплетах зенитных фонарей	0,46
12. Двухкамерные стеклопакеты в деревянных или пластмассовых переплетах:	
- из обычного стекла	0,52
- с мягким селективным покрытием среднего стекла	0,72
13. Два однокамерных стеклопакета в деревянных или пластмассовых одинарных или спаренных переплетах	0,70
14. Два однокамерных стеклопакета в деревянных или пластмассовых отдельных переплетах	0,74
15. Четырехслойное остекление в двух деревянных или пластмассовых спаренных переплетах	0,80
Примечания: 1. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с коэффициентом излучения меньше или равным 0,15, к твердым покрытиям - больше или равным 0,25. 2. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче заполнения световых проемов в деревянных или пластмассовых переплетах даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75. 3. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче, указанных в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартных или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.	

$R_0^{\text{Тр.Ок.}} = 0,70 \geq R_0^{\text{Тр.}} = 0,53$ - условие выполняется для 1-го варианта.

Коэффициент теплопередачи окна для 1-го варианта:

$$k = 1/R_0^{\text{Тр.Ок.}} = \frac{1}{0,70} = 1,42857 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^\circ\text{С)}.$$

$R_0^{\text{Тр.Ок.}} = 0,53 \geq R_0^{\text{Тр.}} = 0,53$ - условие выполняется для 2-го варианта.

Коэффициент теплопередачи окна для 2-го варианта:

$$k = 1/R_0^{\text{Тр.Ок.}} = \frac{1}{0,53} = 1,88679 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^\circ\text{С)}.$$

Вариант заполнения оконных проёмов определяется исходя из технико-экономического анализа (расположения производителя, стоимости элемента и др. параметров).

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДВЕРЕЙ.

1. Исходные данные:

Регион: Сурхандарьинская область Денов район;

1.1. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 55%;

1.2. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,9^{\circ}\text{C}$;

1.3. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}}=144$ суток;

1.4. Требуемое сопротивление теплопередачи стены, $R_0^{\text{Тр.Ст.}} = 1,034 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$ (см. стр.3).

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{Тр.Дв.}}$ дверей (*кроме балконных*) и ворот должно быть не менее $0,6 \cdot R_0^{\text{Тр.Ст.}}$ стен зданий и сооружений, определяемого по формуле при расчётной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (*пункт 2.2, КМК 2.01.04-18*):

$$R_0^{\text{Тр.Дв.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 0,60 \cdot R_0^{\text{Тр.Ст.}} = 0,60 \cdot 1,034 = 0,620 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

- А) В качестве заполнения дверного проёма необходимо принимать **вариант 1**: однокамерные стеклопакеты (*два стекла*) и одинарное остекление в разделенных переплетах их ПВХ профиля. Приведенное сопротивление теплопередаче таких дверей составляет:

$$R_0^{\text{Дв.}} = 0,70 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт} \text{ (пункт 9, приложение 5, КМК 2.01.04-2018),}$$

где R_0 - сопротивление теплопередаче R_0 различных видов ограждающих конструкций согласно таблице 1.

Соответственно: $R_0^{\text{Дв.}} = 0,70 \geq R_0^{\text{Тр.Дв.}} = 0,620$ - условие выполняется.

Коэффициент теплопередачи двери их ПВХ равен:

$$k = 1/R_0^{\text{Дв.}} = \frac{1}{0,70} = 1,42857 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)}.$$

- Б) В качестве заполнения входных дверных проёмов необходимо принимать **вариант 2**: металлические двери с утеплителем из мат минераловатных прошивных и на синтетическом связующем $\gamma=50 \text{ кг/м}^3$, толщиной 30мм, $\lambda=0,052 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (*приложения 1, пункт 131, КМК 2.01.04-2018*):

Тогда термическое сопротивление слоя минерального заполнителя составит:

$$R_{0\text{-П}} = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,030}{0,052} = 0,577 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт};$$

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum R_{\text{сл}} + 1/\alpha_{\text{н}} = \frac{1}{8,7} + 0,577 + \frac{1}{23} = 0,11494 + 0,577 + 0,04347 = 0,73541 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}.$$

Металлическая обшивку двери условно не учитываем, ввиду минимального значения её коэффициента теплопроводности.

Соответственно: $R_0^{\text{Дв.}} = 0,735 \geq R_0^{\text{Тр.Дв.}} = 0,620$ - условие выполняется.

Коэффициент теплопередачи наружной металлической двери равен:

$$k = 1/R_0^{\text{Дв.}} = \frac{1}{0,735} = 1,36054 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)}.$$

5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЧЕРДАЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ.

1. Исходные данные:

Регион: Сурхандарьинская область Денов район;

1.1. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 55%;

1.2. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,9^{\circ}\text{C}$;

1.4 Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}}=144$ суток;

1.5 Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_{\text{н}}=-16^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции чердачного перекрытия:

- 2.1. Ж/б круглопустотная плита перекрытия $\gamma=2500\text{кг/м}^3$, толщиной 220мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=1,92$ Вт/м*С (приложения 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Пароизоляционный слой - 1 слой рубероида;
- 2.3. Теплоизоляционный слой - минеральные плиты $\gamma=125\text{кг/м}^3$, толщиной 120мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,053$ Вт/м*С (приложения 1, пункт 135а, КМК 2.01.04-2018);
- 2.4. Защитный слой - полиэтиленовая пленка толщиной 1,0 мм;
- 2.5. Стяжка из цементно-песчаного раствора М50 $\gamma=1800\text{кг/м}^3$, толщиной 25мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,76$ Вт/м*С (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018).

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t_{\text{н}}=3,5^{\circ}\text{C}$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции $\alpha_{\text{в}}=8,7$ Вт/($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$) (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\alpha_{\text{н}}=12$ Вт/($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$) (таблица 6, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

3. Приведенное сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия по условию энергоснабжения является функцией числа градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$D_d = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) \times Z_{\text{от.пер.}}$$

$D_d = (20 - 3,9) \times 144 = 2318^{\circ}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 3 \times n$ ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт - для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

$$R_0^{\text{Тр.Эн}} = 3 \times n = 3 \times 0,80 = 2,40$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт

где $n=0,80$ - для перекрытий чердачных с холодным чердаком (таблица 3, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

4. Вычисляем нормативное (максимально допустимое) сопротивление по условию санитарно-гигиенических требований:

$$R_0^{\text{Тр.СГ}} = n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / \Delta t_{\text{н}} \times \alpha_{\text{в}} = 0,8 \times (20 - (-16)) / 3,5 \times 8,7 = 0,946$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт

5. Из вычисленных значений сопротивлений теплопередаче по пунктам 3 и 4 к реализации принимаем большее, назвав его требуемым:

$$R_0^{\text{Тр.Пок.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,40$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт

6. Термическое сопротивление R ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт, слоя многослойной ограждающей конструкции, следует определять по формуле:

$$R = \delta / \lambda,$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$):

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,220 / 1,92 = 0,115$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт;

R_2 - не учитывается;

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,120 / 0,053 = 2,264$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт;

$$R_4 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,025 / 0,76 = 0,033$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт.

Сопротивление теплопередаче R_0 , ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{к}} + 1/\alpha_{\text{н}}$$

$$R_{\text{к}}^{\text{Пок.}} = R_{\text{к}} = R_1 + R_3 + R_5 = 0,115 + 2,264 + 0,033 = 2,412$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт

$$R_0^{\text{Пок.}} = 1/8,7 + R_{\text{к}} + 1/12 = 0,115 + 2,412 + 0,083 = 2,61$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт

$$R_0^{\text{Тр.Пок.}} \leq R_0^{\text{Пок.}} = 2,40$$
 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт < 2,61 ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C}$)/Вт

УСЛОВИЕ СОБЛЮДАЕТСЯ

Для утепления чердачного перекрытия в качестве утеплителя приняты плиты теплоизоляционные из каменной ваты $\gamma=125\text{кг/м}^3$, толщиной 120мм с $\lambda=0,053$ Вт/м*С.

6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЕРЕКРЫТИЯ 1-го этажа.

1. Исходные данные:

Регион: Сурхандарьинская область Денов район;

- 1.1. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}$, относительная влажность - 55%;
- 1.2. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,9^{\circ}\text{C}$;
- 1.3. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}}=144$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n=-16^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции перекрытия 1-го этажа:

- 2.1. Керамическая плитка $\gamma = 1000\text{кг/м}^3$, толщиной 8 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,24\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 107, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Стяжка с заполнением швов из цементно-песчанного раствора марки М200 $\gamma = 1800\text{кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,76\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.3. Теплоизоляционный слой - вспененный полиэтилен ISOKOM $\gamma = 45\text{кг/м}^3$, толщиной 50мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,031\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 146, КМК 2.01.04-2018);
- 2.4. Монолитное ж/б перекрытие $\gamma=2500\text{кг/м}^3$, толщиной 200мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=1,92\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018).

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t_n=2,0$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции $\lambda_v=8,7\text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$ (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\lambda_n=12\text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$ (таблица 6, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

3. Приведенное сопротивление теплопередаче стены по условию энергоснабжения является функцией числа градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$D_d = (t_v - t_{\text{от.пер.}}) \times Z_{\text{от.пер.}}$$

$D_d = (20-3,9) \times 144 = 2318^{\circ}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,4 \times n$ ($\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

$$R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,4 \times n = 2,4 \times 0,70 = 1,68 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт},$$

где $n=0,70$ - для перекрытий над неотапливаемыми подвалами со световыми проёмами в стенах (таблица 3, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

4. Вычисляем нормативное (максимально допустимое) сопротивление по условию санитарно-гигиенических требований:

$$R_0^{\text{Тр.СГ}} = n(t_v - t_n) / \Delta t_n \times \lambda_v = 0,7 \times (20 - (-12)) / 2,0 \times 8,7 = 1,287 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

5. Из вычисленных значений сопротивлений теплопередаче к реализации принимаем большее, назвав его требуемым:

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 1,68 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

6. Термическое сопротивление R ($\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, следует определять по формуле:

$$R = \delta / \lambda,$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$;

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,008 / 0,24 = 0,033 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,050 / 0,76 = 0,066 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)};$$

$$R_3 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,050 / 0,031 = 1,613 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)};$$

$$R_4 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,20 / 1,92 = 0,104 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}.$$

Сопротивление теплопередаче R_o , ($\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}$, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_o = 1/\lambda_v + R_k + 1/\lambda_n$$

$$R_k^{\text{Пер.}} = R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,033 + 0,066 + 1,613 + 0,104 = 1,816 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Пер.}} = 1/8,7 + R_k^{\text{Пер.}} + 1/12 = 0,115 + 1,816 + 0,083 = 2,1 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} \leq R_0^{\text{Пер.}} \quad 1,68 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт} < 2,1 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

У С Л О В И Е С О Б Л Ю Д А Е Т С Я

Для утепления перекрытия 1-го этажа в качестве утеплителя приняты плиты из вспененного полиэтилена $\gamma=45\text{кг/м}^3$, толщиной 50мм с $\lambda=0,031\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЕРЕКРЫТИЯ 1-го этажа.

1. Исходные данные:

Регион: Сурхандарьинская область Денов район;

- 1.1. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 55%;
- 1.2. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,9^{\circ}\text{C}$;
- 1.3. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $Z_{\text{от.пер.}}=144$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -16^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции перекрытия 1-го этажа:

- 2.1. Ламинат $\gamma = 1000\text{кг/м}^3$, толщиной 10 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,23\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (*приложения 1, пункт 115, КМК 2.01.04-2018*);
- 2.2. Прослойка из синтепона $\gamma=120\div125\text{кг/м}^3$, $\lambda=0,064\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (*приложение 1, пункт 134б, КМК 2.01.04-2018*); толщиной 2 мм,
- 2.3. Стяжка из цементно-песчаного раствора М200 $\gamma = 1800\text{кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (*приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018*);
- 2.4. Теплоизоляционный слой - утеплитель из вспененного полиэтилена $\gamma = 45\text{кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,031\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (*приложения 1, пункт 146г, КМК 2.01.04-2018*);
- 2.5. Монолитное ж/б перекрытие $\gamma=2500\text{кг/м}^3$, толщиной 200мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=1,92\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (*приложения 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018*).

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t_n=2,0$ (*таблица 4, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника"*).

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции $\lambda_n=8,7\text{Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}$ (*таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника"*).

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\lambda_n=12\text{Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}$ (*таблица 6, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника"*).

3. Приведенное сопротивление теплопередаче стены по условию энергоснабжения является функцией числа градусо-суток отопительного периода ($ГСОП$):

$$D_d = (t_b - t_{\text{от.пер.}}) \times Z_{\text{от.пер.}}$$

$D_d = (20 - 3,9) \times 144 = 2318^{\circ}$ и $R_0^{\text{тр.Эн}} = 2,4 \times n$ ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (*таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника"*).

$$R_0^{\text{тр.Эн}} = 2,4 \times n = 2,4 \times 0,70 = 1,68 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт},$$

где $n=0,70$ - для перекрытий над неотапливаемыми подвалами со световыми проёмами в стенах (*таблица 3, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника"*).

4. Вычисляем нормативное (максимально допустимое) сопротивление по условию санитарно-гигиенических требований:

$$R_0^{\text{тр.СТ}} = n(t_b - t_n) / \Delta t_n \times \lambda_n = 0,7 \times (20 - (-12)) / 2,0 \times 8,7 = 1,287 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

5. Из вычисленных значений сопротивлений теплопередаче к реализации принимаем большее, назвав его требуемым:

$$R_0^{\text{тр.Пер.}} = R_0^{\text{тр.Эн}} = 1,68 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

6. Термическое сопротивление R ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, следует определять по формуле:

$$R = \delta / \lambda,$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}$:

$$\begin{aligned} R_1 &= \delta_1 / \lambda_1 = 0,01 / 0,23 = 0,043 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}; \\ R_2 &= \delta_2 / \lambda_2 = 0,002 / 0,064 = 0,031 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}; \\ R_3 &= \delta_3 / \lambda_3 = 0,050 / 0,76 = 0,066 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}; \\ R_4 &= \delta_4 / \lambda_4 = 0,050 / 0,031 = 1,613 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}; \\ R_5 &= \delta_5 / \lambda_5 = 0,20 / 1,92 = 0,104 \text{ Вт/(м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)}. \end{aligned}$$

Сопротивление теплопередаче R_o , ($\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_o = 1/\lambda_n + R_k + 1/\lambda_n$$

$$R_k^{\text{Пер.}} = R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,043 + 0,031 + 0,066 + 1,613 + 0,104 = 1,857 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Пер.}} = 1/8,7 + R_k^{\text{Пер.}} + 1/12 = 0,115 + 1,857 + 0,083 = 2,1 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{тр.Пер.}} \leq R_0^{\text{Пер.}} \quad 1,68 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт} < 2,1 (\text{м}^2\text{х}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

У С Л О В И Е С О Б Л Ю Д А Е Т С Я

Для утепления перекрытия 1-го этажа в качестве утеплителя приняты плиты из экструдированного пенополистирола $\gamma=45\text{кг/м}^3$, толщиной 50мм с $\lambda=0,031\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

7. СРАВНИТЕЛЬНАЯ СВОДНАЯ ТАБЛИЦА СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

Таблица 1

п/п	Наименование конструкций	R_0 , $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$K_{\text{энергоэф'}}$ $\text{Вт}/\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$
1	Наружные стены (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	
1.1 000 00	- 1. Декоративная штукатурка $\gamma=1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 10мм; - 2. Клеевая штукатурка $\gamma=1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 10мм; - 3. Утеплитель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma=125\text{ кг}/\text{м}^3$, толщиной 80мм; - 4. Кладка из жженого кирпича $\gamma=1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 380мм; - 5. Гипсовая клеевая штукатурка $\gamma=1050\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 10мм.	2,267	0,441
2	Оконные проёмы (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	0,000
2.1 000 00	Однокамерные стеклопакеты (<i>два стекла</i>) с тепловым покрытием из ПВХ профиля (<i>1-ый вариант</i>)	<u>0,700</u>	<u>1,428</u>
2.2 000 00	Однокамерные стеклопакеты (<i>два стекла</i>) и одинарное остекление в разделенных переплетах их ПВХ профиля (<i>2-ый вариант</i>)	0,530	1,886
3	Дверные проёмы (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	0,000
3.1 000 00	Однокамерные стеклопакеты (<i>два стекла</i>) и одинарное остекление в разделенных переплетах их ПВХ профиля.	0,700	1,428
3.2 000 00	Металлические с утеплителем из мат минераловатных прошивных и на синтетическом связующем $\gamma=50\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 30мм.	0,735	1,361
4	Покрытие бесчердачное (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	0,000
4.1 000 00	- 1. Ж/б круглопустотная плита покрытия $\gamma=2500\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 220мм; - 2. Слой рубероида; - 3. Теплоизоляционный слой - минеральные плиты $\gamma = 125\text{ кг}/\text{м}^3$, толщиной 120мм; - 4. Стяжка из цем-песч р-ра $\gamma = 1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 25мм.	2,610	0,383
5	Перекрытия 1-го этажа (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	0,000
0	- 1. $\gamma = 1000\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 10 мм, $\lambda=0,23\text{Вт}/\text{м}^\circ\text{C}$ - 2. Прослойка из синтепона $\gamma=120\div125\text{кг}/\text{м}^3$, $\lambda=0,064\text{Вт}/\text{м}^\circ\text{C}$, толщиной 2 мм, - 3. Стяжка из цементно-песчаного раствора М200 $\gamma = 1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 50мм; - 4. Теплоизоляционный слой - плиты из экструдированного пенополистирола $\gamma = 45\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 50мм; - 5. Монолитное ж/б перекрытие $\gamma=2500\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 200мм.	2,100	0,476