



**Теплотехнический расчет
по объекту:**

**Реконструкция общеобразовательной школы №27
(строительство нового учебного корпуса на 300 учебных
мест) в МСГ "Узбекистон" Акдарьинского района
Самаркандской области**

*Расчет основан по нормативной базе:
КМК 2.01.04-2018 "Қурилиш иссиқлик техникаси"
ШНҚ 2.01.01-22 "Лойиҳалаш
учун иқлимий ва физикавий □ геологик маълумотлар"*



**Теплотехнический расчет
по объекту:**

**Реконструкция общеобразовательной школы №27
(строительство нового учебного корпуса на 300 учебных
мест) в МСГ "Узбекистон" Акдарьинского района
Самаркандской области**

*Расчет основан по нормативной базе:
КМК 2.01.04-2018 "Қурилиш иссиқлик техникаси"
ШНҚ 2.01.01-22 "Лойиҳалаш
учун иқлимий ва физикавий □ геологик маълумотлар"*

ГИП

Куртаметов Т.Э.

Исп.

Саидмуратов Б.

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	5
5. Теплотехнический расчёт чердачного покрытия	6
6. Теплотехнический расчёт перекрытия 1-го этажа	7

1. Определение нормативного удельного расхода теплоты на отопление по объекту: "Nurobod tumani "Do'stlik" MFY Anjirli qishlog'idagi 18-son maktabni rekonstruksiya qilish (300 o'rinli qo'shimcha bino qurish"

(стенное ограждение из шлак-пемза-газ бетон с утеплением)

1.1. Исходные данные:

- Периметр здания - 82.8 п.м;
- Высота - 10,22м; (До парапета)
Общая площадь - $A_F=400.4 \text{ м}^2$;
- Расчетная средняя температура внутреннего воздуха в холодный период - $t=20^\circ\text{C}$
- Покрытие - чердачное;
- Здание рассчитано на учебный корпус на 420 мест (согласно принятым проектным решениям);
- Расчетная температура наружного воздуха - $t = -12^\circ\text{C}$ (таблица 4, КМК 2.01.01-22 "Климатические и физико-геологические данные для проектирования");
- Число градусосуток $D_d = (20-3,3) \times 133 = 2221,1^\circ\text{C}_{\text{сут}}$;
- Наружные стены - из шлак-пемза-газ бетон $\gamma=800 \text{ кг/м}^3$, толщиной 300 мм,
- Наружные стены с наружным утеплением минераловатными плитами на основе базальтового волокна $\gamma=120 \text{ кг/м}^3$, толщиной 50мм;
- Отделочный наружный слой - декоративная штукатурка.

1.2. Расчет по определению нормоопределяющих потерь теплоты через ограждающие конструкции здания

A_{esum} - площадь наружных стен:

$$A_{\text{esum}} = 814,62 \text{ м}^2;$$

A_w - площадь наружных стен (за вычетом площади окон и наружных дверей):

$$A_w = 814,62 - (95,9068 + 35,7276) = 682,99 \text{ м}^2 \text{ м}^2;$$

A_L - нормоопределяющая площадь световых проёмов:

$$A_L = 95,9068 \text{ м}^2;$$

A_G - суммарная площадь полов над неотапливаемым подвалом:

$$A_G = 940,66 \text{ м}^2;$$

A_R - суммарная площадь покрытия:

$$A_R = 368 \text{ м}^2;$$

A_d - суммарная площадь наружных дверей:

$$A_d = 35,7276 \text{ м}^2$$

$K_d = 7 \text{ Вт/(м}^2 \times ^\circ\text{C)}$ - приведенный коэффициент теплопередаче дверей (пункт 3.5, КМК 2.01.18-2018 "Нормативы расхода энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий и сооружений");

Коэффициент освещенности определяется по формуле:

$$f = A_L / (A_w + A_L) = \frac{95,9068}{682,99 + 95,9068} = 0,123;$$

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ СТЕН.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Самаркандский область Акдарьинский район ;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}$, относительная влажность – 50%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $t_{\text{ом.пер.}}=3,3^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{ом.пер.}}=133$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -12^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции наружных стен:

- 2.1. Декоративная облицовочная панель $\lambda=0,45$ Вт/м. с размерами 3000x1200x12мм
- 2.2. Владо-ветрозащитная мембрана плотность – 90г/м².
- 2.3. Утеплитель – минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma=46-55$ кг/м³, толщиной 100мм, $\gamma=0,046$ Вт/м*С (133 а ShNQ 2.01.04-18).
- 2.4. Клеевая штукатурка $\gamma=1700$ кг/м³, толщиной 5 мм, $\lambda=0,70$ Вт/м*С (приложения 1, пункт 72, КМК 2.01.04-2018)
- 2.5. Кладка из шлак-пемза-газ бетон $\gamma=800$ кг/м³, толщиной 300 мм, $\lambda=0,29$ Вт/м*С (приложения 1, пункт 46, КМК 2.01.04-2018);
- 2.6. Штукатурка гипсовыми сухими смесями $\gamma=800$ кг/м³, толщиной 10 мм, $\lambda=0,19$ Вт/м*С (приложения 1, пункт 83, КМК 2.01.04-2018);

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t^H=5,0^{\circ}\text{C}$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции $\alpha_B=8,7$ Вт/(м²*°C) (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\alpha_H=23$ Вт/(м²*°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):

$$D_d = (t_B - t_{\text{ом.пер.}}) \times Z_{\text{ом.пер.}}$$

$D_d = (20-3,3) \times 133 = 2221,1^{\circ}$ и $R_0^{\text{тр.Эн}} = 2,0$ (м²*°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:

$$R_0^{\text{тр.СГ}} = n(t_B - t_n) / (\Delta t^H \times \alpha_B) = \frac{1 \times (20 - (-12))}{5,0 \times 8,7} = 0,735 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт}$$

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

$$R_0^{\text{тр.См.}} = R_0^{\text{тр.Эн}} = 2,0 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт}$$

6. Термическое сопротивление R (м²*°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/(м²*°C):

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,012 / 0,45 = 0,027 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,1 / 0,046 = 2,17 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,005 / 0,7 = 0,007 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт};$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,3 / 0,29 = 1,03 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт};$$

$$R_6 = \delta_6 / \lambda_6 = 0,01 / 0,19 = 0,05 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт};$$

Сопротивление теплопередаче R_0 , (м²*°C)/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_B + R_k + 1/\alpha_H$$

$$R_k^{\text{См.}} = R_k = R_1 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,027 + 2,17 + 0,007 + 1,03 + 0,05 = 3,284 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{См.}} = 1/8,7 + R_k^{\text{См.}} + 1/23 = 0,11494 + 3,284 + 0,04347 = 3,44 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{тр.См.}} \leq R_0^{\text{См.}} \quad 2,0 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт} < 3,44 \text{ (м}^2\text{*°C)/Вт}$$

У С Л О В И Е С О Б Л Ю Д А Е Т С Я

Для утепления наружных стен в качестве утеплитель – минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma=46-55$ кг/м³, толщиной 100мм, $\gamma=0,046$ Вт/м*С

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОКОН.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Самаркандский область Акдарьинский район ;
 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=20^{\circ}$, относительная влажность – 55%;
 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $t_{\text{от.пер.}}=3,3^{\circ}\text{C}$;
 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{от.пер.}}=133$ суток;
 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -12^{\circ}\text{C}$.
 1.6. Число градусосутток $D_d = (20-3,3) \times 133 = 2221,1^{\circ}\text{C}_{\text{сутт}}$;
 1.7. $R_0^{\text{Тр.Ок.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 0,53 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$ – для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

С учётом выше изложенного есть варианта для обеспечения I вариант II-го уровня теплозащиты:
 В качестве заполнения оконного проёма можно принять однокамерные стеклопакеты (два стекла) –с И-покрытием (с расстоянием между стекол 16 мм) ПВХ профиля с $R_0 = 0,55 \text{ Вт/м}^2$;

Основные типы стеклопакетов

Таблица 1

п/п	Заполнение светового проема окна	$R_0, \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$	
		Материал переплета окна	
		дерево или ПВХ	алюминий
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	
2	Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44	
3	Тройное остекление в раздельно – спаренных переплетах	0,56	0,46
4	Однокамерный стеклопакет (два стекла):		
	–обычного (с расстоянием между стекол 6мм)	0,29	-
	–с И-покрытием (с расстоянием между стекол 6мм)	0,38	-
	–обычного (с расстоянием между стекол 16мм)	0,32	0,31
	–с И-покрытием (с расстоянием между стекол 16 мм)	<u>0,55</u>	0,47
5	Двухкамерный стеклопакет (три стекла):		
	–обычного (с расстоянием между стекол 8 мм)	0,51	0,43
	–обычного (с расстоянием между стекол 12мм)	0,54	0,45
	–с И-покрытием одно из трёх стекол	0,68	0,52

I вариант II-го уровня теплозащиты:

В качестве заполнения оконного проёма можно принять однокамерные стеклопакеты –обычного (с расстоянием между стекол 16мм) ПВХ профиля с $R_0 = 0,55 \text{ Вт/м}^2$;

$R_0^{\text{Тр.Ок.}} = 0,53 \geq R_0^{\text{Тр.}} = 0,55$ – условие выполняется для

Коэффициент теплопередачи окна для :

$$k = 1/R_0^{\text{Тр.Ок.}} = \frac{1}{0,55} = 1,818 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДВЕРЕЙ.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Самаркандский область Акдарьинский 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 8°C , $t_{\text{ом.пер.}}=3,3^{\circ}\text{C}$;
 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{ом.пер.}}=133$ суток;
 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -12^{\circ}\text{C}$.
 1.6. Число градусосуток $D_d = (20-3,3) \times 133 = 2221,1^{\circ}\text{C}_{\text{сут}}$;

1.7. Требуемое сопротивление теплопередачи стены, $R_0^{\text{Тр.Ст}} = 0,91 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$ (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 расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (пункт 2.2, КМК 2.01.04-18):

$$R_0^{\text{Тр.Дв.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 0,6 \cdot R_0^{\text{Тр.Ст.}} = 0,6 \cdot 0,91 = 0,546 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

А) В качестве заполнения дверного проёма необходимо принимать вариант 1: ПВХ профиль однокамерным стеклопакетом (два стекла) – с И-покрытием (с расстоянием между стекол 16 мм) (таблица 1,). Приведенное сопротивление теплопередаче таких дверей составляет:

Основные типы стеклопакетов

Таблица 1

п/п	Заполнение светового проема окна	$R_0, \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$	
		Материал переплета окна	
		дерево или ПВХ	алюминий
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	
2	Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44	
3	Тройное остекление в раздельно – спаренных переплетах	0,56	0,46
4	Однокамерный стеклопакет (два стекла):		
	–обычного (с расстоянием между стекол 6мм)	0,29	-
	–с И-покрытием (с расстоянием между стекол 6мм)	0,38	-
	–обычного (с расстоянием между стекол 16мм)	0,32	0,31
	–с И-покрытием (с расстоянием между стекол 16 мм)	<u>0,55</u>	0,47
5	Двухкамерный стеклопакет (три стекла):		
	–обычного (с расстоянием между стекол 8 мм)	0,51	0,43
	–обычного (с расстоянием между стекол 12мм)	0,54	0,45
	–с И-покрытием одно из трёх стекол	0,68	0,52

$$R_0^{\text{Дв.}} = 0,55 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

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

Соответственно: $R_0^{\text{Дв.}} = 0,546 \geq R_0^{\text{Тр.Дв.}} = 0,55$ – условие выполняется.

Коэффициент теплопередачи двери их ПВХ равен:

$$k = 1/R_0^{\text{Дв.}} = \frac{1}{0,55} = 1,818 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЧЕРДАЧНОГО ПОКРЫТИЯ.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Самаркандский область Акдарьинский 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 8°C , $t_{\text{ом.пер.}}=3,3^{\circ}\text{C}$;
 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{ом.пер.}}=133$ суток;
 Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -12^{\circ}\text{C}$.

1. Характеристика материалов ограждающей конструкции чердачного покрытия:

- 2.1. Цементно-песчаная стяжка $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Мембрана профилированная полиэтиленовая рулонная толщиной 0,45 мм $\lambda = 0 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$;
- 2.3. Полиэтиленовая пленка $\gamma = 916 \text{ кг/м}^3$, толщиной 2 мм, $\lambda = 0,04 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$;
- 2.4. Утеплитель – плиты из экструзионного пенополистирола (XPS), толщиной 100 мм.
 $\lambda = 0,034 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$;
- 2.5. Покрытие из железобетонной плиты $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$, толщиной 220 мм, $\lambda = 1,92 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018);
- 2.6. Декоративная штукатурка $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$, толщиной 3 мм, $\lambda = 0,23 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 78, КМК 2.01.04-2018);

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

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

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\alpha_H = 12 \text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$ (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):

$$D_d = (t_B - t_{\text{ом.пер.}}) \times Z_{\text{ом.пер.}}$$

$D_d = (20 - 3,3) \times 133 = 2221,1^{\circ}$ и $R_0^{\text{тр.Эн}} = 3,2 \times n \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$ – для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

$$R_0^{\text{тр.Эн}} = 3,2 \times n = 3,2 \times 1,0 = 3,20 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

где $n=1,0$ – 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:

$$R_0^{\text{тр.ГГ}} = n(t_B - t_n) / \Delta t_n \times \alpha_B = 1,0 \times (20 - (-12)) / 3,5 \times 8,7 = 0,7954 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

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

его требуемым:

$$R_0^{\text{тр.Пок.}} = R_0^{\text{тр.Эн}} = 3,2 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

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

формуле:

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

где δ – толщина слоя, м;

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

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,05 / 0,76 = 0,066 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,002 / 0,04 = 0,05 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,1 / 0,034 = 2,94 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,22 / 1,92 = 0,11 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_6 = \delta_6 / \lambda_6 = 0,003 / 0,23 = 0,013 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

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

$$R_0 = 1 / \alpha_B + R_K + 1 / \alpha_H$$

$$R_K^{\text{Пок.}} = R_K = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,066 + 0,05 + 2,94 + 0,11 + 0,013 = 3,179 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{Пок.}} = 1 / 8,7 + R_K + 1 / 12 = 0,11494 + 3,179 + 0,083 = 3,376 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{тр.Пок.}} \leq R_0^{\text{Пок.}} \quad 3,2 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт} < 3,376 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

УСЛОВИЕ СОБЛЮДАЕТСЯ

Для утепления чердачного покрытия в качестве утеплителя приняты плиты из экструзионного пенополистирола (XPS), толщиной 100 мм. $\lambda = 0,034 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$;

6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОЛА 1-го этажа.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Самаркандский область Акдарьинский 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 8°C , $t_{\text{ом.пер.}}=3,3^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{ом.пер.}}=133$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -12^{\circ}\text{C}$

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

- 2.1. Напольное покрытие "Relin" $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$, толщиной 2 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,29 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}$;
- 2.2. Цементно-песчаное "стяжка" (водостойкий клеевой раствор) $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}$ (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.3. Теплоизоляционный слой из "PENOPLEKS" $\gamma = 28 \text{ кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,031 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}$;
- 2.4. Полиэтиленовая пленка $\gamma = 916 \text{ кг/м}^3$, толщиной 2 мм, $\lambda = 0,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}$;
- 2.5. Щебеночный покрытие $\gamma = 1400 \text{ кг/м}^3$, толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,88 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}$;

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 $\lambda_8 = 8,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{C}$ (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

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

$$D_d = (t_8 - t_{\text{ом.пер.}}) \times Z_{\text{ом.пер.}}$$

$D_d = (20 - 3,3) \times 133 = 2221,1^{\circ}\text{C}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,8 \text{ п} \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}$ – для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

$$R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,8 \text{ п} = 3,0 \times 0,6 = 1,8 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт},$$

где $\text{п} = 0,60$ – для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световыми проёмами в стенах (таблица 3, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

$$R_0^{\text{Тр.СГ}} = \text{п}(t_8 - t_n) / \Delta t_n \times \lambda_8 = 0,6 \times (20 - (-12)) / 2,0 \times 8,7 = 1,10 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

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

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 1,8 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

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

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

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт/м}^2\cdot\text{C}$:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,002 / 0,29 = 0,006 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{C};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,050 / 0,76 = 0,065 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{C};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,050 / 0,031 = 1,61 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{C};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,002 / 0,04 = 0,05 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,050 / 0,88 = 0,057 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{C}.$$

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

$$R_0 = 1 / \lambda_8 + R_k + 1 / \lambda_n$$

$$R_k^{\text{Пер.}} = R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,006 + 0,065 + 1,61 + 0,05 + 0,057 = 1,8 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Пер.}} = 1 / 8,7 + R_k^{\text{Пер.}} + 1 / 6 = 0,1149 + 1,8 + 0,166 = 2,08 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} \leq R_0^{\text{Пер.}} \quad 1,8 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт} < 2,08 \text{ (м}^2\cdot\text{C}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

УСЛОВИЕ СОБЛЮДАЕТСЯ

Для утепления перекрытия 1-го этажа в качестве утеплителя приняты плиты из экструдированного пенополистирола типа PENOPLEKS $\gamma = 28 \text{ кг/м}^3$, толщиной 50 мм с $\lambda = 0,031 \text{ Вт/м}\cdot\text{C}$.