

Теплотехнический расчет
по объекту: ИТ парк

2026 г.

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 перекрытия 1-го этажа	8

1. Определение нормативного удельного расхода теплоты на отопление
по объекту: ИТ парк

(стеное ограждение из комплексной кладки из кирпича М75. Толщина стен 380 мм)

1.1. Исходные данные:

- Периметр здания - 77,6п.м;
- Высота - 3,0м;
- Общая площадь здания - $A_F=319,8\text{м}^2$;
- Расчетная средняя температура внутреннего воздуха в холодный период - $t_p=20^\circ\text{C}$
- Покрытие - чердачное;
- Расчетная температура наружного воздуха - $t = -18^\circ\text{C}$ (столбец 10, таблица 4, КМК 2.01.01-94 "Климатические и физико-геологические данные для проектирования");
- Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $t_{\text{от.пер.}} = 1,8^\circ\text{C}$ (столбцы 22, таблица 4, КМК 2.01.01-94);
- Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $Z_{\text{от.пер.}} = 134$ суток (столбцы 21, таблица 4, КМК 2.01.01-94);
- Наружные стены - из комплексной кладки из кирпича М75 толщ. 380мм;
- Наружные стены с наружным утеплением минераловатными плитами на основе базальтового волокна $\gamma=120\text{кг/м}^3$, толщиной 50мм (согласно принятым проектным решениям);
- Отделочный наружный слой - декоративная штукатурка (согласно принятым проектным решениям).

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

A_{esum} - площадь наружных стен:

$$A_{\text{esum}} = 232,8\text{м}^2;$$

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

$$A_w = 232,8 - 31,66 = 201,14\text{м}^2;$$

A_L - нормоопределяющая площадь световых проёмов:

$$A_L = 21,0\text{м}^2;$$

A_G - суммарная площадь полов над неотапливаемым подвалом:

$$A_G = --\text{м}^2;$$

A_R - сумма площадей покрытия:

$$A_R = 351,3\text{м}^2;$$

A_d - сумма площадей наружных дверей:

$$A_d = 10,66\text{м}^2;$$

$K_d = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ - 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:

$$f = A_L / (A_w + A_L) = \frac{21,0}{201,14 + 21,0} = 0,095$$

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ СТЕН (380мм).

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Сырдарьинская область;
- 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 12°C , $t_{\text{от.пер.}}=1,8^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C ,
 $Z_{\text{от.пер.}}=134$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_{\text{н}}=-17^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции наружных стен:

- 2.1. Декоративная штукатурка $\gamma=1800\text{кг/м}^3$, толщиной 10мм, $\lambda=0,76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Клеевая штукатурка $\gamma=1600\text{кг/м}^3$, толщиной 10мм, $\lambda=0,7\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 73, КМК 2.01.04-2018);
- 2.3. Утеплитель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma=120\text{кг/м}^3$, толщиной 50мм, $\lambda=0,039\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (на основании "обязательные инструкции" Мин.Строй УзР № 14-06/1605 от 02.14.2024г и Общие технические листы - BASALT WOOL)
- 2.4. Стены из комплексной кладки из кирпича М75. $\gamma=1500\text{кг/м}^3$, толщиной 380мм, $\lambda=0,70\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 94, КМК 2.01.04-2018);
- 2.5. Гипсовая клеевая штукатурка $\gamma=1050\text{кг/м}^3$, толщиной 10мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,34\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 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 $\alpha_{\text{в}}=8,7\text{Вт/м}^2\text{x}^{\circ}\text{C}$ (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $\alpha_{\text{н}}=23\text{Вт/м}^2\text{x}^{\circ}\text{C}$ (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):

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

$D_d = (20 - 1,8) \times 134 = 2438,8^{\circ}\text{C}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,4(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 26, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / (\Delta t^{\text{н}} \times \alpha_{\text{в}}) = 1 \times (20 - (-19)) / 4,0 \times 8,7 = 1,092(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,4(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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

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

где δ - толщина слоя, м;

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

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,010 / 0,76 = 0,01316(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,010 / 0,7 = 0,014286(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,080 / 0,039 = 1,282(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,380 / 0,70 = 0,542857(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

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

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

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

$$R_{\text{к}}^{\text{СТ}} = R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,01316 + 0,014286 + 1,282 + 0,542857 + 0,02941 = 2,648(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{СТ}} = 1/8,7 + R_{\text{к}}^{\text{СТ}} + 1/23 = 0,11494 + 2,648 + 0,04347 = 2,8(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} \leq R_0^{\text{СТ}} \quad 2,4(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт} < 2,8(\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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 плиты теплоизоляционные из каменной ваты $\gamma=120\text{кг/м}^3$, толщиной 50мм с $\lambda=0,039\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$. (Условно принято 50 мм).

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОКОН.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Сырдарьинская область;
- 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 12°C , $t_{\text{от.пер.}}=1,8^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $Z_{\text{от.пер.}}=134$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -17^{\circ}\text{C}$;
- 1.6. Число градусосуток $D_d = (20-1,8) \times 134 = 2438,8^{\circ}\text{C}_{\text{хсут}}$;
- 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 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 $R_0 = 0,70 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$ (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 $R_0 = 0,53 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$ (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 - зенитных фонарей	0,15 0,14
3. Двойное остекление в деревянных или пластмассовых переплетах: - спаренных - раздельных	0,39 0,42
4. Двойное остекление в металлических раздельных переплетах: - окон и фонарей с вертикальным остеклением - витрин	0,34 0,31
5. Тройное остекление: - в деревянных или пластмассовых раздельно-спаренных переплетах - в металлических раздельных переплетах	0,55 0,46
6. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов между ними 6 мм) размерами: 194х194х98 мм 244х244х98 мм	0,31 0,33
7. Профильное стекло: - швеллерного сечения - коробчатого сечения	0,16 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. Четырехспойное 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:

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

Существующие оконные блоки здания подходят для 1-го варианта (однокамерные стеклопакеты (два стекла) с тепловым покрытием из ПВХ профиля с $R_0 = 0,70 \text{ (м}^2\text{ х}^\circ\text{С)/Вт}$)

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДВЕРЕЙ.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Сырдарьинская область;
- 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 12°C , $t_{\text{от.пер.}}=1,8^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $Z_{\text{от.пер.}}=134$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n = -17^{\circ}\text{C}$;
- 1.6. Требуемое сопротивление теплопередачи стены, $R_0^{\text{Тр.Ст.}} = 0,94 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$ (см. стр.3).

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{Тр.Дв.}}$ дверей 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):

$$R_0^{\text{Тр.Дв.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 0,60 * R_0^{\text{Тр.Ст.}} = 0,60 * 0,94 = 0,564 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

- 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:

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

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

Соответственно: $R_0^{\text{Дв.}} = 0,70 \geq R_0^{\text{Тр.Дв.}} = 0,564$ - условие выполняется.

Коэффициент теплопередачи двери их ПВХ равен:

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

- 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:

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

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

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

Соответственно: $R_0^{\text{Дв.}} = 0,735 \geq R_0^{\text{Тр.Дв.}} = 0,569$ - условие выполняется.

Коэффициент теплопередачи наружной металлической двери равен:

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

5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЧЕРДАЧНОГО ПОКРЫТИЯ.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Сырдарьинская область;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t=22^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 55%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $t_{\text{от.пер.}}=1,8^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $Z_{\text{от.пер.}}=134$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_n=-17^{\circ}\text{C}$.

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции чердачного покрытия:

- 2.1. Сборное ж/б плита перекрытие $\gamma=2500\text{кг/м}^3$, толщиной 220мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=1,92\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Пароизоляционный слой - 1 слой толя или рубероида;
- 2.3. Теплоизоляционный слой - минеральные плиты $\gamma=126-140\text{кг/м}^3$, толщиной 100мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,039\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (на основании "обязательные инструкции" Мин.Строй УзР № 14-06/1605 от 02.14.2024г и Общие технические листы - BASALT WOOL)
- 2.4. Гидроизоляционная мембрана - 1 слой толя или рубероида;
- 2.5. Цементно-песчаная стяжка $\gamma=1800\text{кг/м}^3$ с армированной сеткой Ø3Вр1 шаг 100х100мм, толщиной 70мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,76\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 71, 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 $\alpha_B=8,7\text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$ (таблица 5, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

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

$D_d = (20 - 1,8) \times 134 = 2438,8^{\circ}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 3,2 \times n (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 2в, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

$$R_0^{\text{Тр.Эн}} = 3,2 \times n = 3,2 \times 0,80 = 2,56 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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

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

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = n(t_b - t_n) / \Delta t_n \times \alpha_B = \frac{0,8 \times (22 - (-19))}{3,5 \times 8,7} = 0,893 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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

$$R_0^{\text{Тр.Пок.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,56 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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

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

где δ - толщина слоя, м;

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

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,220 / 1,92 = 0,11458 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

R_2 - не учитывается;

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,100 / 0,039 = 2,564 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

R_4 - не учитывается;

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,070 / 0,76 = 0,092105263 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

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

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

$$R_K^{\text{Пок.}} = R_K = R_1 + R_2 + R_4 = 0,11458 + 2,564 + 0,092105263 = 2,7707 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{Пок.}} = 1 / 8,7 + R_K + 1 / 12 = 0,11494 + 2,7707 + 0,08333 = 2,97 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{Тр.Пок.}} \leq R_0^{\text{Пок.}} \quad 2,56 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт} < 2,97 (\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

УСЛОВИЕ СОБЛЮДАЕТСЯ

Для утепления чердачного покрытия в качестве утеплителя приняты плиты теплоизоляционные из каменной ваты $\gamma=126-140\text{кг/м}^3$, толщиной 100мм с $\lambda=0,039\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$. (Условно принято $2 \times 50\text{мм}=100\text{ мм}$).

6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ пола 1-го этажа.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Сырдарьинская область;
- 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 12°C , $t_{\text{от.пер.}}=1,8^{\circ}\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 12°C , $Z_{\text{от.пер.}}=134$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б", $t_{\text{н}}=-17^{\circ}\text{C}$.

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

- 2.6. Щебеночный покрытие $\gamma = 1400 \text{ кг/м}^3$, толщиной 40мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,88 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$;
- 2.5. Полиэтиленовая пленка $\gamma=916 \text{ кг/м}^3$, толщиной 2 мм, $\lambda=0,04 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$;
- 2.4. Теплоизоляционный слой - плиты из экструдированного пенополистирола $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$, толщиной 20мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,031 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 138д, КМК 2.01.04-2018);
- 2.3. Стяжка из цементно-песчаного раствора М150 с армированием композитной арматурой Ø4 АБК ячейкой 150х150мм-50 мм. коэффициент теплопроводности $\lambda=1,74 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 2, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Выравнивающий слой из готовой сухой смеси (наливной пол), толщ. 5мм коэффициент теплопроводности $\lambda=0,76 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.1. Покрытие - ПВХ линолеум "Релин" - 2мм $\lambda=0,15 \text{ (Вт/м}^{\circ}\text{C)}$

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t_{\text{н}}=2,5$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

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

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

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

$D_d = (20 - 1,8) \times 134 = 2438,8^{\circ}\text{C}$ и $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,0 \times n \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}$ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 2б, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

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:

$$R_0^{\text{Тр.СГ}} = n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / \Delta t_{\text{н}} \times \lambda_{\text{в}} = \frac{0,7 \times (20 - (-19))}{3,6 \times 8,7} = 0,426 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

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

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 1,4 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

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, $\text{Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,002 / 0,15 = 0,0013333333 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,005 / 0,76 = 0,006666666 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,050 / 1,74 = 0,0287356322 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,020 / 0,031 = 0,6451629 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,0020 / 0,04 = 0,05 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$$

$$R_6 = \delta_6 / \lambda_6 = 0,040 / 0,088 = 0,454545455 \text{ Вт/(м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)}$$

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

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

$$R_{\text{к}}^{\text{Пер.}} = R_{\text{к}}$$

$$= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,0013333333 + 0,006666666 + 0,0287356322 + 0,6451629 + 0,05 + 0,454545455 = 1,28644398 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Пер.}} = 1/8,7 + R_{\text{к}}^{\text{Пер.}} + 1/12 = 0,11494 + 1,28644398 + 0,08333 = 1,48471398 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} \leq R_0^{\text{Пер.}} \quad 1,4 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт} < 1,4847 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C)/Вт}$$

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 экструдированного пенополистирола $\gamma=45 \text{ кг/м}^3$, толщиной 20мм с $\lambda=0,031 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

7. СРАВНИТЕЛЬНАЯ СВОДНАЯ ТАБЛИЦА СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.

п/п	Наименование конструкций	Таблица I	
		R_0 , $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$K_{\text{энергосф'}}$ $\text{Вт}/\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$
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 $\gamma=120\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 50мм; - 4. Стены из комплексной кладки из кирпича М75. $\gamma=1500\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 380мм, $\lambda=0,70$ - 5. Гипсовая клеевая штукатурка $\gamma=1050\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 10мм.	3,070	0,049
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
4	Покрытие чердачное (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	0,000
4.1 000 00	- 1. Сборное ж/б плита перекрытие $\gamma=2500\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 220мм - 2. Пароизоляция из полиэтиленовой пленки - 200мкм. - 3. Теплоизоляционный слой - минеральные плиты $\gamma = 140\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 100мм, - 4. Гидроизоляционная мембрана из нетканного полипропиленового полотна*) -1 слой - 5. Цементно-песчаная стяжка $\gamma = 1800\text{кг}/\text{м}^3$ с армированной сеткой Ø3Вр1 шаг 100х100мм, толщиной 50мм,	2,940	0,340
5	Перекрытия 1-го этажа (<i>второй уровень теплозащиты</i>), в том числе:	0,000	0,000
0	- 1. Покрытие - ПВХ линолеум "Релин" - 2мм - 2. Прослойка и заполнение швов (<i>водостойкий клеевой раствор</i>) $\gamma = 1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 5мм; - 3. Стяжка из цементно-песчанного раствора марки М100 $\gamma = 1800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 80мм - 4. Теплоизоляционный слой - плиты из экструдированного пенополистирола толщиной $\gamma = 45\text{кг}/\text{м}^3$, 30мм; - 5. Грунт основание с втрамбованным щебнем, $\gamma=800\text{кг}/\text{м}^3$, толщиной 100мм	2,469	0,405