



Теплотехнический расчет

по объекту:

Oltinko'l tumani Madiyorchek MFY xududida mavjud “Madyorobod QVP” bino inshootlarini buzib o'rninga “Oilaviy shifokorlik punkti” bino inshootlarini qurilishi

““BINOKORLOYIHA” MChJ

tomonidan ishlab chiqilgan:

Direktor

Asqarov D.

Loyiha bosh muhandisi

Nurmamedov M.

Андижан 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	5
5. Теплотехнический расчёт чердачного покрытия	6
6. Теплотехнический расчёт перекрытия 1-го этажа	7
7. Сравнительная сводная таблица сопротивлений теплопередач ограждающих конструкций	8
8. Приложения основные физико-механические характеристики минераловатные плиты на основе базальтового волокна	9

1. Определение нормативного удельного расхода теплоты на отопление по объекту: “Oilaviy shifokorlik punkti” binosi

Сэндвич-панель из сэндвич-панелей толщиной 100 мм

1.1. Исходные данные:

- Периметр здания - 74,0 м;
- Высота здания - 3,0 м;
- Общая площадь здания - $A_F = 341,3 \text{ м}^2$;
- Расчетная средняя температура внутреннего воздуха в холодный период - $t_{p, \text{вн}} = 20^\circ\text{C}$;
- Покрытие - металлическое без чердачное;
- Здание чердачно (согласно принятым проектным решениям);
- Расчетная температура наружного воздуха - $t = -13^\circ\text{C}$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);
- Число градусо-суток $D_1 = (20 - (-13)) \times 146 = 2569,6^\circ\text{C}_{\text{сут}}$;
- Наружные стены - из сэндвич-панелей плотностью 120 кг/м³ толщиной 100 мм;

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

$A_{\text{сум}}$ - площадь наружных стен:

$$A_{\text{сум}} = 281,76 \text{ м}^2;$$

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

$$A_w = 281,76 - (53,28) = 228,5 \text{ м}^2;$$

A_L - нормоопределяющая площадь световых проёмов:

$$A_L = 41,4 \text{ м}^2;$$

A_D - суммарная площадь полов над неотапливаемым подвалом:

$$A_D = 327,3 \text{ м}^2;$$

A_R - суммарная площадь покрытия:

$$A_R = 352,0 \text{ м}^2;$$

A_d - суммарная площадь наружных дверей:

$$A_d = 11,9 \text{ м}^2;$$

$A_{\text{мс}}$ - суммарная площадь полов над неотапливаемым подвалом:

$$A_{\text{мс}} = 327,3 \text{ м}^2;$$

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

$$f = A_L / (A_w + A_L) = \frac{41,4}{228,5 + 41,4} = 0,153;$$

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ СТЕН.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Алтінкуль;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t = 20^\circ\text{C}$, относительная влажность - 60%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от,пер}} = -2,40^\circ\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{от,пер}} = 146 \text{ суток}$;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру “В”, $t_w = -13^\circ\text{C}$;

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции: наружных стен:

- 2.1. Сэндвич-панель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma = 120 \pm 125 \text{ кг/м}^3$, толщиной 100 мм, $\lambda = 0,052 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);

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

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

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

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

$$D_1 = (t_w - t_{\text{от,пер}}) \times Z_{\text{от,пер}}$$
$$D_1 = (20 - (-2,4)) \times 146 = 2569,6^\circ\text{C} \text{ и } R_0^{\text{пр,20}} = 2,00 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт} \text{ - для II-го уровня теплозащиты (таблица 26, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”).}$$

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

$$R_0^{\text{пр,CT}} = p(t_w - t_w) / (\Delta t^0 \times \alpha_{\text{в}}) = \frac{1 \times (20 - (-13))}{4,0 \times 8,7} = 0,948 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

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

$$R_0^{\text{пр,CT}} = R_0^{\text{пр,20}} = 2,00 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

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):

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,010 / 0,76 = 0,01315 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,010 / 0,76 = 0,01315 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,080 / 0,036 = 2,2222 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,380 / 0,70 = 0,542857 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,010 / 0,34 = 0,02941 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$

Сопротивление теплопередаче $R_{\text{о}}$ (м² °C)/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_{\text{о}} = 1/\alpha_{\text{в}} + R_1 + 1/\alpha_{\text{н}}$$
$$R_{\text{о}} = 1/8,7 + R_1^{\text{CT}} + 1/23 = 0,11494 + 2,04347 + 2,9791 = 2,9791 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$
$$R_0^{\text{пр,CT}} \leq R_{\text{о}}^{\text{CT}}, \quad 2,00 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт} < 2,9791 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

У С Л О В И Е С О Б Л Ю Д А Е Т С Я

- 2.1. Сэндвич-панель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma = 120 \pm 125 \text{ кг/м}^3$, толщиной 100 мм, $\lambda = 0,052 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОКОН.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Алтінкуль;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t = 20^\circ\text{C}$, относительная влажность - 60%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от,пер}} = -2,40^\circ\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{от,пер}} = 146 \text{ суток}$;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру “В”, $t_w = -13^\circ\text{C}$;
- 1.6. Требуемое сопротивление теплопередаче стены $R_0^{\text{пр,CT}} = 0,948 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$ (см. стр.3).

С учетом выше изложенного есть два варианта для решения II-го уровня теплозащиты:

- 1 вариант: В качестве заполнения оконного проема можно принять однокамерные стеклопакеты (два стекла) с И-покрытием и расстоянием между стеклами 16 мм их ПВХ профиля с $R_d = 0,55 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$;
- 2 вариант: В качестве заполнения оконного проема можно принять двухкамерные стеклопакеты (три стекла) с И-покрытием и расстоянием между стеклами 12 мм их ПВХ профиля с $R_d = 0,54 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$.

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 стеклами 6 мм)	0,29	-
	-с И-покрытием (с расстоянием между стеклами 6 мм)	0,38	-
	-обычного (с расстоянием между стеклами 16 мм)	0,32	0,31
5	Двухкамерный стеклопакет (три стекла):		
	-обычного (с расстоянием между стеклами 8 мм)	0,51	0,43
	-обычного (с расстоянием между стеклами 12 мм)	0,54	0,45
	-с И-покрытием одно из трех стекол	0,68	0,52

$$R_0^{\text{пр,CT}} = 0,55 \geq R_0^{\text{пр}} = 0,53 \text{ - условие выполняется для 1-го варианта.}$$

Коэффициент теплопередачи окна для 1-го варианта:

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

$$R_0^{\text{пр,CT}} = 0,54 \geq R_0^{\text{пр}} = 0,53 \text{ - условие выполняется для 2-го варианта.}$$

Коэффициент теплопередачи окна для 2-го варианта:

$$k = 1/R_0^{\text{пр,CT}} = \frac{1}{0,54} = 1,851 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$$

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

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДВЕРЕЙ.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Алтінкуль;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t = 20^\circ\text{C}$, относительная влажность - 60%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от,пер}} = -2,40^\circ\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{от,пер}} = 146 \text{ суток}$;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру “В”, $t_w = -13^\circ\text{C}$;
- 1.6. Требуемое сопротивление теплопередаче стены $R_0^{\text{пр,CT}} = 0,948 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$ (см. стр.3).

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{пр,20}}$ дверей (кроме балконных) и ворот должно быть не менее $0,6 \cdot R_0^{\text{пр,CT}}$ 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 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”).

$$R_0^{\text{пр,20}} = R_0^{\text{пр,20}} = 0,60 \cdot R_0^{\text{пр,CT}} = 0,60 \cdot 0,948 = 0,569 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}.$$

А) В качестве заполнения дверного проёма необходимо принимать вариант 1: ПВХ профиль с двухкамерным стеклопакетом (три стекла) с И-покрытием одного из трёх стекол (таблица 1, стр.4). Приведенное сопротивление теплопередаче таких дверей составляет:

$$R_0^{\text{пр}} = 0,68 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C},$$

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

Соответственно:

$$R_0^{\text{пр}} = 0,68 \geq R_0^{\text{пр,20}} = 0,569 \text{ - условие выполняется.}$$

Коэффициент теплопередачи двери их ПВХ равен:

$$k = 1/R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{0,68} = 1,471 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$$

Б) В качестве заполнения входных дверных проёмов необходимо принимать вариант 2: металлические двери с утеплителем из минераловатных прошивных и на синтетическом связующем $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$, толщиной 30 мм, $\lambda = 0,052 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 13, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”).

Тогда термическое сопротивление слоя минеральной ваты составит:

$$R_0 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,030}{0,052} = 0,577 \text{ м}^2\text{}^\circ\text{C/Вт};$$
$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum R_{\text{сл}} + 1/\alpha_{\text{н}} = \frac{1}{8,7} + 0,577 + \frac{1}{23} = 0,11494 + 0,577 + 0,04347 = 0,73541 \text{ м}^2\text{}^\circ\text{C/Вт}.$$

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

Соответственно:

$$R_0^{\text{пр}} = 0,735 \geq R_0^{\text{пр,20}} = 0,569 \text{ - условие выполняется.}$$

Коэффициент теплопередачи наружной металлической двери равен:

$$k = 1/R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{0,735} = 1,361 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$$

У С Л О В И Е С О Б Л Ю Д А Е Т С Я

- 2.1. Сэндвич-панель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна $\gamma = 120 \pm 125 \text{ кг/м}^3$, толщиной 100 мм, $\lambda = 0,052 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 1, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);

5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КРЫШИ.

1. Исходные данные:

- 1.1. Регион: Алтінкуль;
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t = 20^\circ\text{C}$, относительная влажность - 60%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C , $t_{\text{от,пер}} = -2,40^\circ\text{C}$;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , $Z_{\text{от,пер}} = 146 \text{ суток}$;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру “В”, $t_w = -13^\circ\text{C}$;

2. Характеристика материалов ограждающей конструкции:

- 2.1. Металлические фермы (приложение 1, пункт 96, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);
- 2.2. Прошивка и заполнение швов (водонепроницаемая клееная раствор) $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, толщиной 5 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);
- 2.3. Стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, толщиной 40 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);
- 2.4. Теплоизоляционный слой - плиты из экструдированного пенополистирола $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$, толщиной 30 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,031 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 138а, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”);
- 2.5. Монолитная бетонная стяжка $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$, толщиной 80 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 1,92 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ (приложение 1, пункт 131, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”).

Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\Delta t_w = 2,0^\circ\text{C}$ (таблица 4, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”).

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

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

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

$$D_1 = (t_w - t_{\text{от,пер}}) \times Z_{\text{от,пер}}$$
$$D_1 = (20 - (-2,4)) \times 146 = 2569,6^\circ\text{C} \text{ и } R_0^{\text{пр,20}} = 2,8 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт} \text{ - для III-го уровня теплозащиты (таблица 26, КМК 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”).}$$

$$R_0^{\text{пр,20}} = R_0^{\text{пр,20}} = 2,8 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

где $p = 0,70$ - 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:

$$R_0^{\text{пр,CT}} = p(t_w - t_w) / (\Delta t^0 \times \alpha_{\text{в}}) = 0,8 \times (20 - (-13)) / (3,5 \times 8,7) = 0,867 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

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

$$R_0^{\text{пр,CT}} = R_0^{\text{пр,20}} = 2,960 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}$$

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):

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,010 / 3,49 = 0,00286 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,005 / 0,76 = 0,00658 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,035 / 0,76 = 0,04605 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,060 / 0,031 = 1,9354 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$
$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,16 / 1,92 = 0,08333 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт};$$

Сопротивление теплопередаче $R_{\text{о}}$ (м² °C)/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_{\text{о}} = 1/\alpha_{\text{в}} + R_1 + 1/\alpha_{\text{н}}$$
$$R_{\text{о}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,00286 + 0,00658 + 0,04605 + 1,93548 + 0,08333 = 2,07422 \text{ (м}^2\text{}^\circ\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{пр,CT}} = 1/8,7$$