

## **Теплотехнический расчет**

**«Чирчик шаҳридаги "Ўзбекхиммаш" қозонхонаси ва иссиқлик тармоғини модернизация қилиш, индивидуал иссиқлик пунктларини ўрнатиш»**

Ташкент - 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 кровли. . . . .                                                       | 7  |
| 6. Теплотехнический расчёт по грунту. . . . .                                                    | 8  |
| 7. Сравнительная сводная таблица сопротивлений теплопередач ограждающих конструкций. . . . .     | 9  |
| 8. Теплотери через ограждающие конструкции . . . . .                                             | 10 |
| 8.1. Теплотери через полы по грунту                                                              |    |
| 8.2. Теплотери через наружные стены                                                              |    |
| 8.3. Теплотери через кровлю                                                                      |    |
| 8.4. Теплотери через световые проёмы                                                             |    |
| 8.5. Теплотери через наружные двери                                                              |    |
| 8.6. Расход теплотери через ограждающие конструкции                                              |    |
| 8.7. Определение расчетного выделения теплоты через ограждающие конструкции здания . . . . .     | 11 |
| 8.8. Определение расчетного выделения теплоты                                                    |    |
| 8.9. Определяем расход инфильтрации                                                              |    |
| 8.10. Показатель компактности здания                                                             |    |
| 8.11. Приведенный (трансмиссионный) коэффициент теплопередачи здания                             |    |
| 8.12. Определение удельного расхода теплоты на отопление                                         |    |
| 8.13. Отклонение расчетного удельного теплоты от нормативного                                    |    |
| 9. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций . . . . .                             | 12 |
| 10. Требуемое сопротивление воздухопроницанию световых проемов . . . . .                         | 13 |

## 1. Определение нормативного удельного расхода теплоты на отопление

Регион по объекту: о.Ташкент, город Чирчик

### 1.1. Исходные данные:

- Периметр здания - 104.720 п.м
- Высота - 7.60 м (3.22 м);
- Общая площадь -  $A_F = 484.32 \text{ м}^2$ ;
- Отапливаемый объем здания -  $V_h = 2727,21 \text{ м}^3$
- Расчетная средняя температура внутреннего воздуха в холодный период -  $t_p = 20^\circ\text{C}$
- Кровля - четырехскатная;
- Здание рассчитано 10 человек (согласно принятым проектным решениям);
- Расчетная температура наружного воздуха -  $t = -14^\circ\text{C}$  (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  $10^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}} = (2.8^\circ\text{C} + 3.9^\circ\text{C}) / 2 = 3.35^\circ\text{C}$  (столбцы 20 и 22, таблица 4, КМК 2.01.01-94);
- Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^\circ\text{C}$ ,  $Z_{\text{от.пер.}} = (130 \text{ суток} + 163 \text{ суток}) / 2 = 146.5 \text{ суток}$  (столбцы 19 и 21, таблица 4, КМК 2.01.01-94);
- Наружные стены - из кирпичная толщ - 250 мм (согласно принятым проектным решениям);
- Наружные стены с наружным утеплением минераловатными плитами на основе базальтового волокна  $\gamma = 140 \text{ кг/м}^3$ , (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

$A_{\text{sum}}^w$  - площадь наружных стен :

$$A_{\text{esum}} = 104.72 \times 7.60 = 589,57 \text{ м}^2;$$

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

$$A_w = 589.57 - (170.86 + 25.0) = 393.71 \text{ м}^2;$$

$A_L$  - нормоопределяющая площадь световых проёмов:

$$A_L = 170.86 \text{ м}^2;$$

$A_G$  - суммарная площадь полов 1-этажа:

$$A_{G2} = 465.12 \text{ м}^2;$$

$A_R$  - сумма площадей покрытия:

$$A_R = 566.08 \text{ м}^2;$$

$A_d$  - сумма площадей наружных дверей:

$$A_d = 25.00 \text{ м}^2;$$

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

$$f = A_L / (A_w + A_L) = \frac{170.86}{393.71 + 170.86} = 0,30$$

## 2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ СТЕН.

### 1. Исходные данные:

- 1.1. Регион по объекту: о.Ташкент, город Чирчик
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха  $t=20^{\circ}$ , относительная влажность - 60%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  
 $t_{\text{от.пер.}}=3.35^{\circ}\text{C}$ ;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  
 $Z_{\text{от.пер.}}=146.5$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б",  $t_{\text{н}}=-14^{\circ}\text{C}$ .

### 2. Характеристика материалов ограждающей конструкции наружных стен:

- 2.1. Улучшенная штукатурка поверхности толщиной 10мм,  $\lambda=0,76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$  (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Утеплитель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна  $\gamma=140\text{кг/м}^3$ , толщиной 100мм,  $\lambda=0,064\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$  (приложения 1, пункт 129, КМК 2.01.04-2018);
- 2.3. Наружная кирпичная стена толщ - 250 мм  $\lambda=0,49$  (Вт/мхС)  $\gamma=1400\text{кг/м}^3$  (приложения 1, пункт 101, КМК 2.01.04-2018);
- 2.4. Внутренняя штукатурка толщиной 10мм, коэффициент теплопроводности  $0,76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$  (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018).

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

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

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

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

$D_d = (20-3.35) \times 146.5 = 2439.23^{\circ}$  и  $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 1,9$  ( $\text{м}^2\text{x}^{\circ}\text{C}$ )/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:

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / (\Delta t^{\text{н}} \times \alpha_{\text{в}}) = \frac{1 \times (20 - (-14))}{4,0 \times 8,7} = 0,977 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

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

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 1,9 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

### 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  $\delta$  - толщина слоя, м;

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

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

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,100 / 0,064 = 1,562 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,25 / 0,49 = 0,510 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,010 / 0,34 = 0,01315 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

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

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

$$R_{\text{к}}^{\text{СТ}} = R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,01315 + 1,562 + 0,510 + 0,01315 = 2,098 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{СТ}} = 1/8,7 + R_{\text{к}}^{\text{СТ}} + 1/23 = 0,11494 + 2,098 + 0,04347 = 2,27 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} \leq R_0^{\text{СТ}} \quad 1,9 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт} \leq 2,27 \text{ (м}^2\text{x}^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

## 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  $\gamma=140\text{кг/м}^3$ , толщиной 100мм с  $\lambda=0,064\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ .

### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОКОН.

#### 1. Исходные данные:

- 1.1. Регион по объекту: о.Ташкент, город Чирчик
- 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  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=3.35^{\circ}\text{C}$ ;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  
 $Z_{\text{от.пер.}}=146.5$ суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б",  $t_n=-14^{\circ}\text{C}$ ;
- 1.6. Число градусосуток  $D_d = (20-3.35) \times 146.5 = 2439.23^{\circ}\text{C}_{\text{сут}}$ ;
- 1.7.  $R_0^{\text{Тр.Ок.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 0,53 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$  - для II-го уровня теплозащиты (таблица 26, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

В качестве заполнения оконного проёма принято остекление двухкамерными стеклопакетами из ПВХ профиля и обычного стекла с  $R_0 = 0,52 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$  (пункт 12, приложение 5, КМК 2.01.04-2018).

#### Приложение 5 (справочное)

#### Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

| Заполнение светового проема                                               | Приведенное сопротивление<br>теплопередаче<br>$R_0, \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}$ |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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                                                                                         |
| - отдельных                                                               | 0,42                                                                                         |
| 4. Двойное остекление в металлических отдельных переплетах:               |                                                                                              |
| - окон и фонарей с вертикальным остеклением                               | 0,34                                                                                         |
| - витрин                                                                  | 0,31                                                                                         |
| 5. Тройное остекление:                                                    |                                                                                              |
| - в деревянных или пластмассовых отдельно-спаренных переплетах            | 0,55                                                                                         |
| - в металлических отдельных переплетах                                    | 0,46                                                                                         |
| 6. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов между ними 6 мм) размерами: |                                                                                              |
| 194х194х98 мм                                                             | 0,31                                                                                         |
| 244х244х98 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.

$$R_{0}^{Tp.Ok} = 0,53 \geq R_{0}^{Tp} = 0,53 - \text{условие выполнено.}$$

$$k = 1/R_{0}^{Tp.Ok} = \frac{1}{0,53} = 1,88679 \text{ Вт/(м}^2\text{·°C)}.$$

#### 4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДВЕРЕЙ.

##### 1. Исходные данные:

- 1.1. Регион по объекту: о.Ташкент, город Чирчик
- 1.2. Расчетная температура внутреннего воздуха  $t=20^{\circ}$ , относительная влажность - 60%;
- 1.3. Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=3.35^{\circ}\text{C}$ ;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $Z_{\text{от.пер.}}=146.5$  суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б",  $t_n = -14^{\circ}\text{C}$ ;
- 1.6. Требуемое сопротивление теплопередачи стены,  $R_0^{\text{Тр.Ст}} = 0,977 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}$  (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):

$$R_0^{\text{Тр.Дв.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 0,60 * R_0^{\text{Тр.Ст.}} = 0,60 * 0,977 = 0,5862 \text{ (м}^2 \text{ х}^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

- А) В качестве заполнения дверного проёма необходимо принимать : 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:  $R_0^{\text{Дв.}} = 0,70 \geq R_0^{\text{Тр.Дв.}} = 0,5862$  - условие выполняется.

Коэффициент теплопередачи двери их ПВХ равен:

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

## 5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КРОВЛИ.

### 1. Исходные данные:

- 1.1 Регион по объекту: о.Ташкент, город Чирчик
- 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  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=3.35^{\circ}\text{C}$ ;
- 1.4. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $Z_{\text{от.пер.}}=146.5$  суток;
- 1.5. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б",  $t_n = -14^{\circ}\text{C}$ .

### 2. Характеристика материалов ограждающей конструкции чердачного покрытия:

- 2.1 Рубероид 2 слоя, общей толщиной 10 мм,  $\lambda=0,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ .
- 2.2. Бетонная стяжка толщиной 50 мм,  $\lambda=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ,  $\gamma=2400 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- 2.3. Утеплитель толщиной 50 мм,  $\lambda=0,028 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ,  $\gamma=35 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

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

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

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

$D_d = (20 - 3.35) \times 146.5 = 2439.23^{\circ}$  и  $R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,4 \times n \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$  - для II-го уровня теплозащиты (таблица 2в, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

где  $n=1$

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

$$R_0^{\text{Тр.СГ}} = n(t_b - t_n) / \Delta t_n \times \alpha_B = 1 \times (20 - (-14)) / 3,5 \times 8,7 = 1.12 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

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

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

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

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

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

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

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,010 / 0,17 = 0,059 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,050 / 1,92 = 0,026 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,050 / 0,028 = 2,143 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт};$$

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

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

$$R_k^{\text{Пок.}} = R_k = R_1 + R_2 + R_3 = 0,059 + 0,026 + 2,143 = 2,228 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{Пок.}} = 1/8,7 + R_k + 1/12 = 0,11494 + 2,228 + 0,08333 = 2,43 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$$R_0^{\text{Тр.Пок.}} \leq R_0^{\text{Пок.}} \quad 2,4 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт} < 2,43 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

### УСЛОВИЕ СОБЛЮДАЕТСЯ

Для утепления покрытия в качестве утеплителя приняты Утеплитель толщиной 50 мм,  $\lambda=0,028 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ,  $\gamma=35 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

## 6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЕРЕКРЫТИЯ ПОЛА.

### 1. Исходные данные:

- 1.1 Регион по объекту: о.Ташкент, город Чирчик
- 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  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=3.35^{\circ}\text{C}$   
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=146.5$  суток;
- 1.4. Средняя температура наружного воздуха по параметру "Б",  $t_{\text{н}}=-14^{\circ}\text{C}$ .

### 2. Характеристика материалов ограждающей конструкции перекрытия пола

- 2.1. Покрытие — стяжка из цементно-песчаного раствора М300 с железнением, толщиной 30 мм,  $\lambda=0.76 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$  (приложение 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);
- 2.2. Теплоизоляционный слой — IZOLON ППИ-М20 толщиной 60 мм,  $\lambda=0.035 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- 2.3. Монолитное ж/б перекрытие толщиной 160 мм,  $\lambda=1.92 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ,  $\gamma=2500 \text{ кг}/\text{м}^3$  (приложение 1, пункт 1, КМК).

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

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

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции  $\lambda_{\text{н}}=17 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$  (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):

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

$$D_d = (20 - 3.35) \times 146.5 = 2433.75^{\circ} \text{ и } R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,2 \times n \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт} - \text{ для II-го уровня теплозащиты (таблица 26, КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").}$$

$$R_0^{\text{Тр.Эн}} = 2,2 \times n = 2,2 \times 0,8 = 1,76 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт},$$

где  $n=0,8$  - (таблица 3, пункт 2 КМК 2.01.04-2018 "Строительная теплотехника").

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

$$R_0^{\text{Тр.СТ}} = n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / \Delta t_{\text{н}} \times \lambda_{\text{в}} = 0,8 \times (20 - (-14)) / 2,0 \times 8,7 = 1,56 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

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

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} = R_0^{\text{Тр.Эн}} = 1,76 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

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

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

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

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

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,03 / 0,76 = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C});$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,06 / 0,35 = 1,714 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C});$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,06 / 1,92 = 0,083 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C});$$

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

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

$$R_{\text{к}}^{\text{Пер.}} = R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 = 0.039 + 1.714 + 0.083 = 1,836 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Пер.}} = 1/8,7 + R_{\text{к}}^{\text{Пер.}} + 1/17 = 0.11494 + 1,836 + 0.0588 = 2,01 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

$$R_0^{\text{Тр.Пер.}} \leq R_0^{\text{Пер.}} \quad 1,76 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт} < 2,01 (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

## 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 вспененный полиэтилен из вспененного полиэтилена IZOLON ППИ-М20 толщ. 60мм, коэффициент теплопроводности  $\lambda=0,035 \text{ Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}$ ;

7. СРАВНИТЕЛЬНАЯ СВОДНАЯ ТАБЛИЦА СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица 1

| п/п | Наименование конструкций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $R_0$ ,<br>$\text{м}^2\text{х}^\circ\text{C}/\text{Вт}$ | $K_{\text{энергосф'}}$ ,<br>$\text{Вт}/\text{м}^2\text{х}^\circ\text{C}$ |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Наружные стены ( <i>второй уровень теплозащиты</i> ), в том числе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                                                          |
| 1.1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.1. Улучшенная штукатурка поверхности толщиной 10мм, <math>\lambda=0,76\text{Вт}/\text{м}^\circ\text{C}</math> (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);</li> <li>- 2.2. Утеплитель - минераловатные плиты на основе базальтового волокна <math>\gamma=140\text{кг}/\text{м}^3</math>, толщиной 100мм, <math>\lambda=0,064\text{Вт}/\text{м}^\circ\text{C}</math> (приложения 1, пункт 129, КМК 2.01.04-2018);</li> <li>- 2.3. Наружная кирпичная стена толщ - 250 мм <math>\lambda=0,49</math> (Вт/мхС) <math>\gamma=1400\text{кг}/\text{м}^3</math> (приложения 1, пункт 101, КМК 2.01.04-2018);</li> <li>2.4. Внутренняя штукатурка толщиной толщиной 10мм, коэффициент теплопроводности <math>0,76\text{Вт}/\text{м}^\circ\text{C}</math> (приложения 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018).</li> </ul> | 2,270                                                   | 0,977                                                                    |
| 2   | Оконные проёмы ( <i>второй уровень теплозащиты</i> ), в том числе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                                                          |
|     | Однокамерные стеклопакеты изобычного стекла из ПВХ профиля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,530                                                   | 1,887                                                                    |
| 3   | Дверные проёмы ( <i>второй уровень теплозащиты</i> ), в том числе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                                                          |
|     | Однокамерные стеклопакеты (два стекла) и одинарное остекление в разделенных переплетах их ПВХ профиля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,586                                                   | 1,429                                                                    |
| 4   | Кровля ( <i>второй уровень теплозащиты</i> ), в том числе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                         |                                                                          |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.1 Рубероид 2 слоя, общей толщиной 10 мм, <math>\lambda=0,17</math> Вт/(м·°C).</li> <li>- 2.2. Бетонная стяжка толщиной 50 мм, <math>\lambda=1,92</math> Вт/(м·°C), <math>\gamma=2400</math> кг/м3;</li> <li>- 2.3. Утеплитель толщиной 50 мм, <math>\lambda=0,028</math> Вт/(м·°C), <math>\gamma=35</math> кг/м3.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2,43                                                    | 1,110                                                                    |
| 5   | Полы по перекрытию на отм.-0,000 ( <i>второй уровень теплозащиты</i> ), в том числе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                         |                                                                          |
|     | 2.1. Покрытие — стяжка из цементно-песчаного раствора М300 с железнением, толщиной 30 мм, $\lambda=0.76$ Вт/(м·°C) (приложение 1, пункт 71, КМК 2.01.04-2018);<br>2.2. Теплоизоляционный слой — IZOLON ППИ-М20 толщиной 60 мм, $\lambda=0.035$ Вт/(м·°C);<br>2.3. Монолитное ж/б перекрытие толщиной 160 мм, $\lambda=1.92$ Вт/(м·°C), $\gamma=2500$ кг/м3 (приложение 1, пункт 1, КМК).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2,01                                                    | 1,560                                                                    |

## 8. Теплотери через ограждающие конструкции

### 8.1. Теплотери через полы 1-этажа

$$Q_{\text{пер.}} = F_{\text{пер.}} \frac{1}{R_{\text{пер.}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}});$$

где:  $F_{\text{пер.}}$  - площадь 465,12 м<sup>2</sup>

$R_{\text{пер.}}$  - сопротивление теплопередаче конструкции пола 2,01 (м<sup>2</sup> х °С)

$$Q_{\text{пер.}} = 465,12 \frac{1}{2,01} (20 - (-14)) = 7867,31 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$$

### 8.2. Теплотери через наружные стены

$$Q_{\text{ст.}} = F_{\text{ст.}} \frac{1}{R_{\text{ст.}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}});$$

где  $F_{\text{ст.}}$  - площадь наружных стен (за вычетом площади окон и наружных дверей и витражей) = 393,71 м<sup>2</sup>

$R_{\text{ст.}}$  - сопротивление теплопередаче наружных стен,  $R_{\text{ст.}} = 2,27 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$

$$Q_{\text{ст.}} = 393,71 \frac{1}{2,27} (20 - (-14)) = 5898,04 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$$

### 8.3. Теплотери через перекрытия

$$Q_{\text{пок.}} = F_{\text{пок.}} \frac{1}{R_{\text{пок.}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}});$$

где  $F_{\text{пок.}}$  - площадь чердачных перекрытий = 566,08 м<sup>2</sup>

$R_{\text{пок.}}$  - сопротивление теплопередаче чердачных перекрытий,  $R_{\text{пок.}} = 2,43 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$

$$Q_{\text{пок.}} = 566,08 \frac{1}{2,43} (20 - (-14)) = 7921,46 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$$

### 8.4. Теплотери через световые проёмы

$$Q_{\text{ок.}} = \frac{F_{\text{тр.ок.}}}{R_{\text{тр.ок.}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}});$$

где  $F_{\text{тр.ок.}}$  - площадь световых проёмов = 170,86 м<sup>2</sup>

$R_{\text{тр.ок.}}$  - сопротивление теплопередаче световых проёмов,  $R_{\text{тр.ок.}} = 0,53 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$

$$Q_{\text{ок.}} = 170,86 \frac{1}{0,53} (20 - (-14)) = 10959,84 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$$

### 8.5. Теплотери через наружные двери

где  $F_{\text{дв.}}$  - площадь световых проёмов = 25,0 м<sup>2</sup>

$$K_d = 7$$

$$Q_{\text{дв.}} = 25,00 \times 7 = 175,0$$

### 8.6. Расход теплотери через ограждающие конструкции

$$Q_{\text{io}} = Q_{1\text{пер.}} + Q_{\text{ст.}} + Q_{\text{пок.}} + Q_{\text{ок.}} + Q_{\text{дв.}} =$$

$$7867,31 + 5898,04 + 7921,46 + 10959,84 + 175,00 = 32821,65 \text{ м}^2 \text{ х } ^\circ \text{С / ккал}$$

### 8.7. Нормоопределяющие потери теплоты через ограждающие конструкции здания

$$Q_{sh}^{TP} = (t_b - t_n) [1,1 \frac{F_{ст.}}{R_{ст.}} + 1,1 \frac{F_{ок.}}{R_{ок.}} + n \frac{F_{1пер.}}{R_{1пер.}} + n \frac{F_{пок.}}{R_{пок.}} + Q_{дв.}] =$$

$$(20 - (14)) \{1,1 \frac{393.71}{2,27} + 1,1 \frac{170.86}{0,53} + 0,8 \frac{465.12}{2,01} + 1 \frac{566.08}{2,43} + 175\} = 32282.8$$

### 8.8. Определение расчетного выделения теплоты

$Q_{mc} = q_{mc} \times A_{mc}$  ; где :

$q_{mc}$  - бытовые тепловыделения на 1м<sup>2</sup> площади пола комнат и кухонь равное 10

$A_{mc}$  - сумма площадей комнат и кухонь = 484.32 м<sup>2</sup>

$$Q_{mc} = q_{mc} \times A_{mc} = 10 \times 484.32 = 4843.2$$

### 8.9. Определение расхода инфильтрации

$$Q_{инф.} = (V_b \times 1,2 \times 0,24 \times (t_b - t_n) \times 1,163$$

где :  $V_b$  - объём воздуха равный 3м<sup>3</sup> на 1м<sup>2</sup> площади комнат и кухонь

$$S = 484.32 \quad V_b = 484.32 \times 3 = 1452.96$$

$$Q_{инф.} = 1452.96 \times 1,2 \times 0,24 \times 34 \times 1,163 = 16544.3$$

### 8.10. Показатель компактности здания $k_{edes}$

следует определять по формуле:

$$k_{edes} = A_e^{sum} / V_h = \frac{1424.91}{2727.21} = 0.523$$

где :  $A_e^{sum}$  - общая площадь наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и цокольное перекрытие,  
 $A_e^{sum} = 393.71 + 465.12 + 566.08 = 1424.91 \text{ м}^2$ ;

$V_h$  - отапливаемый объем здания,  $V_h = 2727.21 \text{ м}^3$

### 8.11. Приведенный (трансмиссионный) коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{tr} = \beta \left( \frac{F_{ст.}}{R_{ст.}} + \frac{F_{ок.}}{R_{ок.}} + \frac{F_{дв.}}{R_{дв.}} + 0,8 \frac{F_{пок.}}{R_{пок.}} + 0,5 \frac{F_{1пер.}}{R_{1пер.}} \right) / A_e^{sum} =$$

$$1,1 \left( \frac{393.71}{2,27} + \frac{170.86}{0,53} + \frac{25}{0,7} + 0,8 \frac{566.08}{2,43} + 0,5 \frac{465.12}{2,01} \right) / 1424.91 = 0,64 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта, с ограждениями угловых помещений, с поступлением холодного воздуха через входы в здание: для жилых зданий  $\beta = 1,13$ , для общественных - 1,1

### 8.12. Удельный расход теплоты на отопление

$$Q_{sh} = \frac{1,1(Q_{io} + Q_{инф.} - Q_{mc})}{AF} = \frac{1,132821,65 + 16544,3 - 4843,2}{484.32} = 101.1 \text{ Вт/м}^3$$

Удельный расход теплоты на отопление на данный объект составляет - 101,1 Вт/м<sup>3</sup>

Нормативный удельный расход теплоты на отопление по таблице №26\* КМК 2.01.18-2000\* составляет 125 Вт/м<sup>3</sup>.

### 8.13. Отклонение расчетного удельного теплоты от нормативного:

$$\Delta Q_{sh} = \frac{Q_{sh} - Q_{нор.}}{Q_{нор.}} \times 100 = \frac{101.1 - 125}{125} \times 100 = 19,1\%$$

**Вывод :** расчет показал, что соответствует С-классу энергетической эффективности. Экономическое стимулирование позволило бы еще более существенно снизить потребность здания в тепловой энергии за счет мероприятий по модернизации системы отопления.

Расчет выполнил

Ботиров А.

## 9. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций

$$R_{\text{И}}^{\text{ТР}} = \Delta p / G_{\text{н}} ;$$

где  $\Delta p$  - разность давлений воздуха,  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$ ;

$G_{\text{н}}$  - нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций  
равное  $0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ; (принято по табл.12 КМК 2.01.04-2018 -  
для наружных стен, перекрытий и покрытий)

Разность давлений воздуха  $\Delta p$ , определяется по формуле :

$$\Delta p = 0,55H(Y_{\text{н}} - Y_{\text{в}}) + 0,03Y_{\text{н}} \cdot v^2 ;$$

где  $H$  - высота здания (от поверхности земли до верха карниза) =  $7,6 \text{ м}$  ;

$Y_{\text{н}}$ ;  $Y_{\text{в}}$  - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха  $\text{Н}/\text{м}^3$ ;  
определяется по формуле :

$$Y = \frac{3463}{273 + t} ;$$

где  $t$  - температура воздуха:

внутреннего (для определения  $Y_{\text{в}}$ )

наружного (для определения  $Y_{\text{н}}$ );

$V$  - максимальная из средних скоростей ветра, для типовых проектов  
в следует принимать равной  $5 \text{ м}/\text{с}$ ;

$$Y_{\text{н}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{н}}} = \frac{3463}{273 + (-14)} = 13,37 ;$$

$$Y_{\text{в}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{в}}} = \frac{3463}{273 + 20} = 11,82 ;$$

$$\Delta p = 0,55H(Y_{\text{н}} - Y_{\text{в}}) + 0,03Y_{\text{н}} \cdot v^2 = 0,55 \cdot 7,6(13,37 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,37 \cdot 25 = 16,51$$

$$R_{\text{И}}^{\text{ТР}} = \frac{\Delta p}{G_{\text{н}}} = \frac{16,51}{0,5} = 33,02 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}} ;$$

$$R_{\text{и}} = R_{\text{и}1} + R_{\text{и}2} + R_{\text{и}3}$$

4. Наружный слой штукатурки по полимерной сетке (Цементно-песчаный раствор, толщиной  $10 \text{ мм}$ ),  $R_{\text{и}1} = 248,7$  (сопротивление воздухопроницанию)

3. Утеплитель-плиты теплоизоляционные на основе базальтового волокна  $Y = 120 \div 125 \text{ кг}/\text{м}^3$   
 $\delta = 100 \text{ мм}$   $R_{\text{и}2} = 2$  - сопротивление воздухопроницанию

2. Кладка из обыкновенного глиняного кирпича  $Y = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ , толщиной  $250 \text{ мм}$  -  
 $R_{\text{и}3} = 18$  - сопротивление воздухопроницанию

1. Внутренний слой штукатурки (Цементно-песчаный раствор, толщиной  $10 \text{ мм}$ ,  
 $R_{\text{и}3} = 248,7$  - сопротивление воздухопроницанию

$$R_{\text{и}} = R_{\text{и}1} + R_{\text{и}2} + R_{\text{и}3} = 248,7 + 2 + 18 + 248,7 = 517,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$$

$$R_{\text{И}}^{\text{ТР}} \leq R_{\text{и}} \quad 33,02 \leq 517,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$$

# 10. Требуемое сопротивление воздухопроницанию световых проемов

$$R_{и.о}^{тр} = 1/G_n * \left[ \frac{\Delta p}{\Delta p_{эт.}} \right]^2$$

где  $G_n$  - нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций  
равное 0,5 кг/(м<sup>2</sup>\*ч); (принято по табл.12 КМК 2.01.04-2018)

$\Delta p$  - разность давлений воздуха,  $\frac{м^2 \cdot ч \cdot Па}{кг}$ ;

$\Delta p_{эт.} = 10 Па$  - принятая за эталон разность давлений воздуха,  
при которой определяется сопротивление воздухопроницанию  $R_{и.о.}$

$$R_{и.о}^{тр} = \frac{1}{G_n} * \left[ \frac{\Delta p}{\Delta p_{эт.}} \right]^2 \quad R_{и.о}^{тр} = \frac{1}{0,5} * \left[ \frac{16,55}{10} \right]^2 = 0,28 \frac{м^2 \cdot ч \cdot Па}{кг};$$

$$R_{и.о}^{тр} = 0,28 \frac{м^2 \cdot ч}{кг}$$

Сопротивление воздухопроницанию световых проемов принимаем по  
приложению 9 КМК 2.01.04-2018 должно быть не менее требуемого

$$R_{и.о1} = 0,536;$$

$$R_{и.о} > R_{и.о}^{тр} \quad 0,536 > 0,280$$

Условие соблюдено