**ТОО "SBS-СтройПроект"**
Лицензия №16012408 от 03.08.2016 года

**Заказчик:** ГУ "Отдел образования акимата города Аркалыка"

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

# Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка

**ТОМ 3.1**

**09/2018-ЭП**

**Энергетический паспорт**

| | | |
|---|---|---|
| Директор | _____ | Тулибаев С.Х. |
| ГИП | _____ | Жакенов Н.А. |
| Нормоконтроль | _____ | Жумабаев Б.К. |

г.Костанай 2018 год

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К разделу «Энергоэффективность»

**Заказ:** **№ 09/2018**

**Объект:** **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка**

а) по оценке эффективности проект выполнен согласно нормам расхода тепловой и электрической энергии.

Для снижения потерь тепла в проекте предусмотрена изоляция разводящих трубопроводов и использование в ограждающих конструкциях здания современных утеплителей.

- Принятые системы отопления:

Схема системы отопления здания - горизонтальная, двухтрубная, с горизонтальной по-этажной разводкой подающей и обратной магистралей, в качестве отопительных приборов приняты секционные радиаторы МС-90-500. Прокладка трубопроводов системы отопления - открытая, отключение и регулирование теплоотдачи отопительных приборов решено за счет установки термостатических клапанов на подающей подводке к отопительным приборам.

Предусмотрена автоматизация системы отопления и индивидуального теплового пункта.

Для трубопроводов отопления, прокладываемых в подпольных каналах принято:
- Антикорозийная изоляция труб масляно-битумная краска по грунту ГФ-021 толщиной 0,15-0,2мм;
- тепловая изоляция - полотно холсто-прошивное из отходов стекловолокна марки ИПС-Т толщ. 40мм (ТУ6-48-135-97);
- покровный слой - стеклопластик рулонный РСТ-А-Л-В (ТУ6-11-145-80)

Для остальных трубопроводов и отопительных приборов системы отопления принято эмалевое окрашивание.

В помещения предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

Управление отоплением - погодозависимое, автоматическое

Заключение:

Класс энергетической эффективности согласно расчета энергетического паспорта - Д (низкий), Желательная реконструкция здания с утеплением стен и чердачного перекрытия, для сниения теплопотерь и повышения энергоэффективности.

Выполнил: _____ Нысанбаев Б.

# Энергетический паспорт здания

**Объект:** **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка**

| | |
|---|---|
| Дата заполнения (число, м-ц, год) | |
| Адрес здания | |
| Разработчик проекта | ТОО "SBS-СтройПроект" |
| Адрес и телефон разработчика | г.Костанай, ул.Тауелсиздик, 109 |
| Шифр проекта | № 09/2018 |

**Расчетные условия**

| | Наименование расчетных параметров | Обозначение символа | Единицы измерения, параметра. | Расчетное значение |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Расчетная температура внутреннего воздуха | $t_{int}$ | °C | 21 |
| 2 | Расчетная температура наружного воздуха | $t_{ext}$ | °C | -32 |
| 3 | Расчетная температура теплого чердака | $t$ | °C | - |
| 4 | Расчетная температура техподполья | $t$ | °C | - |
| 5 | Продолжительность отопительного периода | $Z_{ht}$ | сут | 196 |
| 6 | Средняя температура наружного воздуха за отопительный период | $t_{ht}$ | °C | -8,5 |
| 7 | Градусо-сутки отопительного периода | $D_d$ | °C·сут | 5782 |
| **Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания** | | | | |
| 8 | Назначение | Общеобразовательное | | |
| 9 | Размещение в застройке | Отдельностоящее | | |
| 10 | Тип | многоэтажное(3-х этажное) | | |
| 11 | Конструктивное решение | Фундаменты сборные ж/б. Несущие стены кирпичные. Перекрытия ж/б пустотные плиты. | | |

| № | Показатель | Обозначение показателя и единицы измерения | Нормативное значение показателя | Расчетное (проектное) значение показателя | Фактическое значение показателя |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | **Геометрические показатели** | | | | |
| | Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания. | $Ae^{SUm}$,м$^2$ | | 4489,88 | |
| | В том числе: | | | | |
| | - стен | $A_w$, м$^2$ | - | 801,5 | |
| | - окон и балконных дверей | $A_f$,м$^2$ | - | 194,8 | |
| | - витражей | $A_£$ м$^2$ | - | 0 | |
| | - фонарей | $A_f$,м$^2$ | - | 0 | |
| | - входных дверей и ворот | Aed, м$^2$ | - | 32,5 | |
| | - покрытий (совмещенных) | Ac,м$^2$ | - | 0 | |
| | - чердачных перекрытий (холодных чердаков) | Ac,м$^2$ | - | 1730,54 | |
| | - перекрытий теплых чердаков | Ac м$^2$ | - | 0 | |
| | - перекрытий над техподпольями | $A_f$,м$^2$ | - | 0 | |
| | - перекрытий над неотапливаемыми подвалами и подпольями | $A_f$,м$^2$ | - | 0 | |
| | - перекрытий над проездами и под эркерами | $A_f$,м$^2$ | - | 0 | |
| | - пола по грунту | $A_t$м$^2$ | - | 1730,54 | |
| 13 | Площадь отапливаемых помещений | $A_{h,M}$$^2$ | - | 4318,34 | |
| 14 | Полезная площадь (общественных зданий) | $A_{l,M}$$^2$ | - | 3651,4 | |
| 15 | Площадь жилых помещений и кухонь | $A_{l,M}$$^2$ | - | - | |
| 16 | Расчетная площадь (общественных зданий) | $A_{l,M}$$^2$ | - | 3420,1 | |
| 17 | Отапливаемый объем | $V_{h.M}$$^3$ | - | 13389 | |
| 18 | Коэффициент остекленности фасада здания | P | 0,25 | 0,24 | |
| 19 | Показатель компактности здания | $k_e^{des}$ | 0,46 | 0,34 | |

| Теплотехнические показатели | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений | Ro м$^{2}$ $^{0}$C/ Вт | Нормативные значения | Расчетные значения | Фактическое значение показателя |
| | - стен | $R_w$ | 3,424 | 1,08 | |
| | - окон и балконных дверей | $R_F$ | 0,58 | 0,63 | |
| | - витражей | $R_F$ | - | - | |
| | - фонарей | $R_F$ | - | | |
| | - входных дверей и ворот | $R_{ed}$ | 0,86 | 1,00 | |
| | - покрытий (совмещенных) | $R_c$ | 0 | 0 | |
| | - чердачных перекрытий (холодных чердаков) | $R_c$ | 4,50 | 1,01 | |
| | - перекрытий теплых чердаков (включая покрытия) | $R_c$ | - | - | |
| | - перекрытий над техподпольями | $R_f$ | - | - | |
| | - перекрытий над неотаплеваемыми подвалами и подпольями | $R_f$ | - | - | |
| | - перекрытий над проездами и под эркерами | $R_f$ | - | - | |
| | - пола по грунту | $R_f$ | 3,44 | 3,44 | |
| 21 | Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания | | $K_m^{tr}$ Вт/(м2 °С) | 0,427 | |
| 22 | Кратность воздухообмена здания за отопительный период. Кратность воздухообмена при испытании при 50 Па | | $n_a$,ч$^{-1}$ $n_{50}$,ч | 1,9 | |
| 23 | Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания | | $K_m^{inf}$ Вт/(м$^2$ °С) | 1,762 | |
| 24 | Общий коэффициент теплопередачи здания | | $K_{пр}$ Вт/(м$^2$ °С) | 2,189 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Энергетические показатели** | | | | | |
| 25 | Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период | $Q_h$ МДж | - | 4909552,204 | |
| 26 | Удельные бытовые тепловыделения в здании | $q_{int}$ Вт/м$^2$ | - | 60 | |
| 27 | Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период | $Q_{int}$ МДж | | 3475040,486 | |
| 28 | Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период | $Q_S$ МДж | | 114219,7555 | |
| 29 | Потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания за отопительный период | $Q_h^y$ МДж | - | 2627571,858 | |
| **Коэффициенты** | | | | | |
| 30 | Расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и централизованного теплоснабжения здания | $\varepsilon_0^{des}$ | 0,5 | | |
| 31 | Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты | $\varepsilon^{dec}_{dec}$ | - | | |
| 32 | Коэффициент эффективности авторегулирования | $\xi$ | 0,9 | | |
| 33 | Коэффициент учета влияния встречного теплового потока | $k$ | 1 | | |
| 34 | Коэффициент учета дополнительного теплопотребления | $\beta_h$ | 1,13 | | |
| **Комплексные показатели** | | | | | |
| 35 | Расчетная удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания | $q_h^{des}$ кДж/(м$^2$°С-сут) кДж/(м$^3$°С-сут) | 33,941 | | |
| 36 | Нормируемая удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания | $q_h^{req}$ кДж/(м$^2$-°С-сут) кДж/(м$^3$°С-сут) | 32 | | |
| 37 | Класс энергетической эффективности здания | | низкий 6,0665382 класс Д | | |
| 38 | Ориентация здания | | | | |
| 39 | Соответствует ли проект здания нормативному требованию | | - | | |
| 40 | Дорабатывать ли проект здания? | | - | | |

| | |
|---|---|
| **Рекомендации по повышению энергетической эффективности** | |
| 41 | Рекомендуем: Желательная рекнструкция здания |
| 42 | Паспорт заполнен |

Организация: ТОО "SBS-СтройПроект"
Адрес и телефон

Ответственный проектировщик ТОО "SBS-СтройПроект"

Исполнитель _____ Нысанбаев Б.

Заказ: № 09/2018

Объект: Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка

## Расчет показателей энергетического паспорта

Расчетную удельную потребность в полезной тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период $q_h^{des}$, кДж/(м $^2$°С ·сут) определяем по формулам:

$$q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (A_h D_d) \quad (1)$$

или

$$q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (V_h D_d) \quad (2)$$

где

$Q_h^y$ - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода, МДж;

$A_h$ - сумма площадей пола или полезной площади помещений здания за исключением технических этажей, м$^2$;

$V_h$ - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м$^3$ ;

$D_d$ - градусо-сутки отопительного периода;

Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода определяется по формуле:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \times v \times \xi] \times \beta_h \quad (3)$$

где

$Q_h$ - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, МДж;

$Q_{int}$ - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж;

$Q_s$ - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж;

$v$ - коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать тепло;

$\xi$ - коэффициент эффективности авторегулирования подачи тепла в системах отопления;

$\beta_h$ - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления;

Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции определяются по формуле:

$$Q_h = 0{,}0864 \times K_m \times D_d \times A_e^{sum} \quad (4)$$

где

$K_m$ - общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м$^2$ $^0$С), определяемый по формуле

$$K_m = K_m^{ir} + K_m^{inf} \quad (5)$$

где

$K_m^{ir}$ - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м$^2$ $^0$С) , определяемый по формуле;

$$K_m^{ir} = (A_w / Rw^r + A_F / R_F^r + A_{ed} / R_{ed}^r + A_c / R_c^r + n \times A_{cl} / R_{cl}^r + n \times A_f / R_f^r + A_{fl} / R_{fl}^r) / A_e^{cum} \quad (6)$$

где

$A_w, Rw^r$ - площадь, м$^2$, приведенное сопротивление теплопередаче, м$^2$×$^0$С/Вт, наружных стен (за исключением проемов);

$A_F, R_F^r$ - то же, заполнений световых проемов ( окон, витражей, фонарей );

$A_{ed}, R_{ed}^r$ - то же, наружных дверей и ворот;

$A_c, R_c^r$ - то же, совмещенных покрытий ( в том числе над эркерами );

$A_{cl}, R_{cl}^r$ - то же, чердачных перекрытий;

$A_f, R_f^r$ - то же, цокольных перекрытий;

$A_{fl}, R_{fl}^r$ - то же, перекрытий над проездами и под эркерами;

$A_e^{cum}$ - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие(перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м$^2$;

$n$ - то же , что для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий подвалов по п. 5.4, таблица 6[2]

$D_d$ - то же , что в формулах 1 и 2

По формуле 6 вычисляем значения приведенного коэффициента

$K_m^{ir}$ = 0,427 Вт/(м$^2$ $^0$С)

$K_m^{inf}$ - условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, Вт/(м$^2$ $^0$С), определяемый по формуле

$$K_m^{inf}=0,28cn_a\beta_v V_h\rho_a^{ht}k/A_e^{sum} \quad (7)$$

где

$c$ - удельная теплоемкость воздуха;

$\beta_v$ - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций;

$A_e^{sum}$ - то же, что в формуле 6

$V_h$ - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м$^3$;

$k$ - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях;

$\rho_a^{ht}$ - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м$^3$, определяемая по формуле:

$$\rho_a^{ht}=353/[273+0,5(t_{int}+t_{ext})] \quad (8)$$

где

$t_{int}$ - расчетная средняя температура внутреннего воздухавоздуха, $^0$С;

$t_{ext}$ - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года,$^0$С;

$n_a$ средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч$^{-1}$;

| показа тель | Значение | Обоснование |
|---|---|---|
| $t_{int}$ | 21 | ( таблица 3.1 ,приложения 3)[1] |
| $t_{ext}$ | -32 | ( таблица 3.3 ,приложения 3)[1] |

По формуле 8 вычисляем значения средней плотности приточного воздуха за отопительный период;

для жилых помещений

$\rho_a^{ht}$= 353 / ( 273 + 0,5 ( 21 - 35 ) ) = 1,32 кг/м$^3$

Среднесуточная кратность воздухообмена в здании определяется по формуле:

$$n_a = [(L_v n_v)/168+(G_{inf} k n_{inf})/(168\rho_a^{ht})] / (\beta_v V_h) \quad (9)$$

где

$L_v$ - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м$^3$/ч

$n_v$ - число часов работы механической вентиляции в течении недели;

$G_{inf}$ - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч

$L_v$ = 17100,5 м$^3$/ч $n_v$ = 168 $n_{inf}$ = 168 $k$ = 1

$Ginf$= 5690,325 кг/ч $V_h$= 13389 м$^3$ $\beta_v$ = 0,85

$n_a$ = 1,9 ч$^{-1}$

По формуле 7 вычисляем значение условного коэффициента теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, Вт/(м$^2$ $^o$С);

$c$ = 1 кДж/(кг$^0$С)(прил. 4, п. 4.3)[2] $k$ = 1 (прил. п. 4.4)[2]

$V_h$ = 13389 м$^3$ (по проекту) $A_e^{sum}$ = 4489,88 м$^2$

$n_a$ = 1,9 ч$^{-1}$ $\beta_v$ = 0,85 (приложение 4, п. 4.3)[2]

$K_m^{inf}$= 1,762150846 Вт/(м$^2$ $^0$С)

по формуле 5 вычисляем значение общего коэффициента теплопередачи здания, Вт/(м$^2$ $^0$С):

$K_m$ = 0,427 + 1,762

$K_m$ = 2,189 Вт/(м$^2$ $^0$С)

По формуле 4 вычисляем общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции:

Суммарные теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции составляют:

$Q_h$= 4909552,204 МДж

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж, определяют по формуле:

$$Q_{int} = 0,0864 \times g_{int} \times z_{ht} \times A_l \quad (10)$$

где

$g_{int}$ - величина бытовых тепловыделений на 1 м$^2$ площади жилых помещений или расчетной площади общественного здания,

$z_{ht}$ - продолжительность, сут, отопительного периода

$A_l$ - для жилых зданий - площадь жилых помещений, для общественных зданий - расчетная площадь, м$^2$

По формуле 10 вычисляем бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж,:

| показа тель | Значение | Обоснование |
|---|---|---|
| $g_{int}$ | 60 | ( п. 4.6,приложение 4)[2] |
| $z_{ht}$ | 196 | ( таблица 3.3 ,приложения 3)[1] |
| $A_l$ | 3420,1 | по проекту |

Суммарные бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж, составляют:

$Q_{int}$ = 3475040,486 МДж

Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж , для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяют по формуле:

$$Q_s = \tau_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor} \quad (11)$$

где

$\tau_F$ , $\tau_{scy}$ - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и балконных дверей непрозрачными элементами заполнения;

$k_F$ , $k_{scy}$ - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей;

$A_{F1}$, $A_{F2}$, $A_{F3}$, $A_{F4}$ - площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м$^2$ ;

$I_1$, $I_2$, $I_3$, $I_4$ - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированные по четырем фасадам здания, МДж/м$^2$

$I_{hor}$ - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхнось при действительных условиях облачности, МДж/м$^2$ ;

$\tau_F$ = 0,8 (табл.3.1 ,приложение 3)[3] для окон $k_F$ = 0,74 (табл.3.1 ,приложение 3)[3]

| | Показатель (по проекту) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | окна | | | | |
| | $A_{F1}$ | $A_{F2}$ | $A_{F3}$ | $A_{F4}$ | $A_{F5}$ |
| Значение | 88,9 | 90,2 | 15,7 | 0 | 0 |

| | Показатель (таблица 3.4 приложение 3[1]) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | окна | | | | |
| | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ |
| Значение | 904 | 904 | 1960 | 0 | 0 |

Вычисляем теплопоступления через светопрозрачные конструкции от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж , для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям:

$Q_s$ = 114219,756 МДж

По формуле 3 вычисляем расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода:

$Q_s$ = 114219,7555 МДж $\nu$ = 0,8 ( п. 4.2,приложение 4)[2]

$Q_h$ = 4909552,204 МДж $\xi$ = 0,9 ( п. 4.2,приложение 4)[2]

$Q_{int}$ = 3475040,486 МДж $\beta_h$ = 1,13 ( п. 4.2,приложение 4)[2]

$Q_h^y$ = 2627571,858 МДж

По формуле 2 определяем расчетную удельную потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, кДж/(м $^3$°С ·сут):

| показа тель | Значение | Ед. изм. | Обоснование |
|---|---|---|---|
| $D_d$ | 5782 | гр. сут. | ( табл 3.3 ,прил 3)[1] |
| $V_h$ | 13389 | м$^3$ | по проекту |

$q_h^{des}$ = 33,941 кДж/(м $^3$°С ·сут)

Исполнитель _____ Нысанбаев Б.

Список литературы

1. СН РК "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий"
2. МСН "Тепловая защита зданий"
3. МСП "Проектирование тепловой защиты зданий"
4. СНиП РК 2.04-03-2002 "Строительная теплотехника"

**ТОО "SBS-СтройПроект"**
Лицензия №16012408 от 03.08.2016 года

**Заказчик:** ГУ "Отдел образования акимата города Аркалыка"

**Заказ: 09/2018**

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

# Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка

## Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций

г.Костанай 2018 год

## 1. Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций

### 1.1 Теплотехнический расчет наружной стены

#### 1.1.1 Общие данные

**Регион:** **Костанай**

**Тип здания** **многоэтажное(3-х этажное)**

**Наименование сооружения** **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка**

**Тип конструкции** **Стена, вентилируемого фасада, наружная без теплопроводных включений**

**Зона влажности** **3** **Сухая**

**Наименование помещения для которого выполняется расчет:** **общего назначения**

**Таблица 1.1.1 - Расчетные параметры**

| Наименование | Обозначение | Ед. изм. | Знач. | Обоснование |
|---|---|---|---|---|
| Средняя температура наружного воздуха за отопительный период | $t_{ext}^{av}$ | $^0$C | **-8,1** | прил. 3 таблица 3.1 [1] |
| Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года | $t_{ext}$ | $^0$C | **-35** | прил. 3 таблица 3.1 [1] |
| Расчетная температура внутреннего воздуха | $t_{int}$ | $^0$C | **21** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Температура точки росы | $t_d$ | $^0$C | **11,6** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Относительная влажность воздуха | $\varphi_{mt}$ | % | **55** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Градусо-сутки отопительного периода | $D_d$ | $^0$C , сут | **6227** | прил. 3 таблица 3.3 [1] |
| Продолжительность отопительного периода | $Zht$ | сут | | прил. 3 таблица 3.3 [1] |
| Нормируемый температкурный перепад | $\Delta t_n$ | $^0$C | **4,5** | таблица 2 [1] |
| Коэффициент учитывающий положение ограждающей конструкции | n | - | **1** | таблица 1 [1] |
| Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции | $\alpha_{int}$ | - | **8,7** | таблица 3 [1] |
| Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции | $\alpha_e$ | - | **10,8** | пп. 6.1.2 [3] |

**Влажностный режим помещений** - нормальный

**Условия эксплуатации конструкции** **А**

**Таблица 1.1.2 - Расчетные характеристики материалов ограждающей конструкции**

| Номер слоя | Общая характеристика материала по нормативным документам | Плотность $\rho_0$, кг/м$^3$ | Толщина, мм | Коэффициент теплопроводности по условиям эксплуатации | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | А | Б |
| 1 | Плиты из стекловолокна фирмы ISOBOX ВЕНТ-ОПТИМА | 50 | х | 0,037 | 0,039 |
| 2 | Кладка из кирпича силикатного на цементно-песчаном растворе | 1800 | 510 | 0,76 | 0,87 |
| 3 | Кладка из кирпича керамического на цементно-песчаном растворе | 1400 | 120 | 0,47 | 0,58 |

### 1.1.2 Расчет по комплексному показателю удельной потребности в полезной тепловой энергии

В соответствии с требованиями п. 5.5 СН РК 2.04-21-2004 "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий", минимальное значение сопротивления теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций, должно быть не менее наибольшего из значений, определяемых по формулам 1 и2.

$$R_0^{min} = 0{,}0002 \times D_d + 0{,}8 \qquad (1)$$

$$R_0^{min} = \frac{n\,(t_{int} - t_{ext})}{\Delta tn \times \alpha_{int}} \qquad (2)$$

Расчетные величины минимального значения сопротивления теплопередаче

$R_0^{min}$ по формуле 1 = 2,045 м$^2$ x $^0$C / Вт

$R_0^{min}$ по формуле 2 = 1,430 м$^2$ x $^0$C / Вт

В соответствии с требованиями п. 7.1 СН РК 2.04-21-2004 "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий", приведенное сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций $R_0^r$ следует принимать не менее нормативных значений $R_0^{req}$, определяемых по таблице 4 СН РК 2.04-21-2004.

Промежуточные значения $R_0^{req}$ определяют по формуле:

$$R_0^{req} = a \times D_d + b \qquad (3)$$

а и b коэффициенты принимаемые по таблице 4 СН РК 2.04-21-2004

$$R_0^{req} = 3{,}424 \quad м^2 \times {}^0C / Вт$$

С учетом коэффициента неоднородности r=0,9 термическое сопротивление существующей ограждающей конструкции составляет:

$$R_0^r = ((1/8{,}7)+(1/10{,}8)+(0{,}51/0{,}76)+(0{,}12/0{,}47))x0{,}9$$

$$R_0^r = 1{,}08 \quad м^2 \times {}^0C / Вт$$

## 1.2 Теплотехнический расчет чердачного перекрытия

### 1.2.1 Общие данные

**Регион:** **Костанай**

**Тип здания** **многоэтажное(3-х этажное)**

**Наименование сооружения** **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка**

**Тип конструкции** **Перекрытие чердачное**

**Зона влажности** **3** **Сухая**

**Наименование помещения для которого выполняется расчет:** **общего назначения**

**Таблица 1.2.1 - Расчетные параметры**

| Наименование | Обозначение | Ед. изм. | Знач. | Обоснование |
|---|---|---|---|---|
| Средняя температура наружного воздуха за отопительный период | $t_{ext}^{av}$ | $^0$C | **-8,1** | прил. 3 таблица 3.1 [1] |
| Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года | $t_{ext}$ | $^0$C | **-35** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Расчетная температура внутреннего воздуха | $t_{int}$ | $^0$C | **21** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Температура точки росы | $t_d$ | $^0$C | **11,6** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Относительная влажность воздуха | $\varphi_{mt}$ | % | **55** | прил. 3 таблица 3.2 [1] |
| Градусо-сутки отопительного периода | $D_d$ | $^0$C , сут | **6227** | прил. 3 таблица 3.3 [1] |
| Продолжительность отопительного периода | $Zht$ | сут | | прил. 3 таблица 3.3 [1] |
| Нормируемый температуркурный перепад | $\Delta t_n$ | $^0$C | **4** | таблица 2 [1] |
| Коэффициент учитывающий положение ограждающей конструкции | **n** | - | **1** | таблица 1 [1] |
| Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции | $\alpha_{int}$ | - | **8,7** | таблица 3 [1] |
| Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции | $\alpha_e$ | - | **12** | таблица 6*[3] |

**Влажностный режим помещений** - нормальный

**Условия эксплуатации конструкции** **А**

**Таблица 1.2.2 - Общая классификация материалов ограждающей конструкции**

| Номер слоя | Группа материала по нормативным документам |
|---|---|
| 1 | Пароизоляция - 1 слой рубероида |
| 2 | Гидрофобизированные теплоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы, ISOBOX РУФ |
| 3 | Раствор цементно-песчаный |
| 4 | Железобетонная плита пустотная |

**Таблица 1.2.3 - Расчетные характеристики материалов ограждающей конструкции**

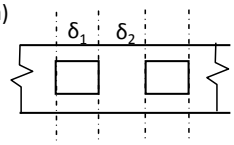
| Номер слоя | Общая характеристика материала по нормативным документам | Плотность $\rho_0$, кг/м$^3$ | Толщина, мм | Коэффициент теплопроводности по условиям эксплуатации | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | А | Б |
| 1 | Пароизоляция - 1 слой рубероида | 600 | 1,5 | 0,17 | |
| 2 | ISOBOX РУФ | 130 | х | 0,039 | |
| 3 | Цементно-песчаная стяжка | 1800 | 300 | 0,76 | |
| 4 | Пустотная железобетонная плита | | 220 | | |

**Определение сопротивления теплопередаче железобетонной пустотной плиты.**

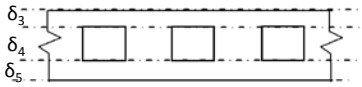
Железобетонная пустотная плита имеет следующие параметры: толщина δпл = 220 мм, диаметр пустот d = 159 мм, растояние между центрами δцен = 185 мм, коэфициент теплопроводности бетона 2,0 Вт/м$^0$С.

Сопротивление теплопередаче воздушной прослойки Rв.п = 0,15 м$^2$х$^0$С/Вт.

а)




б)




Определяем толщину слоев:

$\boldsymbol{\delta_1=0{,}886d}$=0,886х0,159=0,141м

$\boldsymbol{\delta_2=\delta_{цен}-\delta_1}$=0,185-0,141=0,044м

$\boldsymbol{\delta_3=\delta_5=(\delta_{пл}-\delta_1)/2}$=(0,22-0,141)/2=0,0395м

$\boldsymbol{\delta_4=\delta_1}$=0,141м

Определяем сопротивление теплопередаче первого и второго участков по формулам:

$\mathbf{R_1 = \delta_3/\lambda_б + R_{в.п} + \delta_5/\lambda_б}$, $\mathbf{R_2 = \delta_{пл}/\lambda_б}$ где $\lambda_б$ – коэффициент теплопроводности бетона; $R_{в.п}$ – сопротивление теплопередаче воздушной прослойки

$\mathbf{R_1}$=(0,0395/2)+0,15+(0,0395/2)=0,1895 м$^2$х$^0$С/Вт.

$\mathbf{R_2}$=0,22/2=0,11 м$^2$х$^0$С/Вт.

Определяем сопротивление теплопередаче плиты для варианта разбиения а) по формуле:

$\mathbf{R_{||} = (\delta_1 + \delta_2)/(\delta_1/R_1 + \delta_2/R_2)}$ = (0,141+0,044) / ((0,141/0,1895)+(0,044/0,11))=0,212 м$^2$х$^0$С/Вт.

Определяем сопротивление теплопередаче слоев 3, 4, 5 по формулам:

$$R_3 = \delta_3/\lambda_б = 0{,}0395/2=0{,}1975 \quad м^2 x^0 C/Вт$$

$$R_6 = \delta_4/\lambda_б = 0{,}141/2=0{,}071 \quad м^2 x^0 C/Вт$$

$$R_4 = (\delta_1 + \delta_2)/(\delta_1/R_{в.п} + \delta_2/R_6) = (0{,}141+0{,}044) /((0{,}141/0{,}15)+(0{,}044/0{,}071))=0{,}119 \ м^2 x^0 C/Вт$$

$$R_5 = \delta_5/\lambda_б = 0{,}0395/2=0{,}1975 \quad м^2 x^0 C/Вт$$

Определяем сопротивление теплопередаче плиты для варианта разбиения б) по формуле:

$$R_\perp = R_3 + R_4 + R_5 =0{,}1975 +0{,}1975+0{,}119=0{,}514 \ м^2 x^0 C/Вт$$

Окончательно сопротивление пустотной плиты определяем по формуле:

$$R_{0пр}^{пп}=(2R_\perp +R_\parallel)/3= (0{,}212 +(2x0{,}514))=0{,}413 м^2 x^0 C/Вт$$

### 1.2.2 Расчет по комплексному показателю удельной потребности в полезной тепловой энергии

В соответствии с требованиями п. 5.5 СН РК 2.04-21-2004 "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий", минимальное значение сопротивления теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций, должно быть не менее наибольшего из значений, определяемых по формулам 1 и2.

$$R_0^{min} = 0{,}0002 \ x \ D_d + 0{,}8$$

$$R_0^{min} = \frac{n\,(t_{int} - t_{ext})}{\Delta tn \ x \ \alpha_{int}}$$

Расчетные величины минимального значения сопротивления теплопередаче

$R_0^{min}$ по формуле 1 = 2,045 $м^2 x \ ^0C$ / Вт

$R_0^{min}$ по формуле 2 = 1,609 $м^2 x \ ^0C$ / Вт

### 1.2.3 Расчет по элементным нормативным значениям

В соответствии с требованиями п. 7.1 СН РК 2.04-21-2004 "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий", приведенное сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций $R_0^r$ следует принимать не менее нормативных значений $R_0^{req}$, определяемых по таблице 4 СН РК 2.04-21-2004.

Промежуточные значения $R_0^{req}$ определяют по формуле:

$$R_0^{req} = a \ x \ D_d + b$$

а и b коэффициенты принимаемые по таблице 4 СН РК 2.04-21-2004

$R_0^{req}$ = 4,502 $м^2 x \ ^0C$ / Вт

Термическое сопротивление существующей конструкции сотавляет:

$$R_0^r = ((1/8{,}7)+(1/12)+(0{,}03/0{,}76)+(0{,}0015/0{,}17)+0{,}413)=1{,}015 м^2 x^0 C/Вт$$

$R_0^r$ = 1,015 $м^2 x \ ^0C$ / Вт

## 1.3 Определение приведенного сопротивления теплопередаче пола

### 1.3.1 Общие данные

**Регион:** **Костанай**

**Тип здания** **многоэтажное(3-х этажное)**

**Наименование сооружения** **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка**

**Тип конструкции** **Пол**

**Таблица 1.3.1 - Общие данные по элементам полов**

| | Характерные участки | | | | Расчетные соотношения | | | | Приведенное сопротивление |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV | |
| **R , м$^2$ x $^0$C / Вт** | 2,100 | 4,300 | 8,6 | 14,200 | 293,381 | 131,423 | 41,499 | 6,179 | 3,441 |
| **A** | 616,1 | 565,12 | 356,89 | 87,735 | | | | | |
| **номер расчета** | **3** | **3** | **3** | **3** | | | | | |

Приведенное сопротивление теплопередаче полов составляет, м$^2$ x $^0$C / Вт

$$R_{ow}^{r} = (616,1+565,2+356,89+87,735)/((616,1/2,1)+(565,12/4,3)+(356,89/8,6)+(87,735/14,2))$$

$$R_{ow}^{r} = 3,441 \quad м^2 \times {}^0C / Вт$$

## 1.4 Сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций

### 1.4.1 Общие данные

**Регион:** **Костанай**

**Тип здания** **многоэтажное(3-х этажное)**

**Наименование сооружения** **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка**

**Тип конструкции** **Оконный блок**

**Зона влажности** **3** **Сухая**

**Наименование помещения для которого выполняется расчет:** **общего назначения**

Требуемое сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций определяем по таблице 1*[4].

$$R_0^{req} = 0{,}58 \quad м^2 \times {}^0C / Вт$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^r$ принимаем согласно прил. 6 [4]

$$R_0^r = 0{,}63 \quad м^2 \times {}^0C / Вт$$

Принимаем двухкамерный стекопакет с теплоотражающим покрытием 4M1-8Ar-4M1-8Ar-K4

## 1.5 Сопротивление теплопередаче дверного блока

### 1.5.1 Общие данные

| | |
|---|---|
| **Регион:** | **Костанай** |
| **Тип здания** | **многоэтажное(3-х этажное)** |
| **Наименование сооружения** | **Капитальный ремонт системы отопления средней общеобразовательной школы №5 отдела образования акимата города Аркалыка** |
| **Тип конструкции** | **Дверной блок** |
| **Зона влажности** | **3 Сухая** |

Минимальное сопротивление теплопередаче входных дверей определяем согласно требований п.5.6 . СН РК 2.04-21-2004* "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий" 0,6$R_0^{min}$, где $R_0^{min}$ стен зданий, определяемых по формуле (2).

$R_0^{min}$ = 0,86 м$^2$ х $^0$С / Вт

Металлическую утепленую дверь принимаем с классом по показателю приведенного сопротивления теплопередаче - 1класса, с сопротивлением коэффициента теплопередаче $R_0^r$=1,0 м$^2$ х $^0$С / Вт

**Табл 1** **СН РК 2.04-21-2004* "Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий"**

| Здания и помещения, коэффициенты **a** и **b** | ГСОП, **Dd**0С*сут, | Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, **R0req** м2*0С/Вт, ограждающих конструкций | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Стен *) | Покрытий и перекрытий над проездами | Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами | Окон и балконных дверей, витрин и витражей | Фонарей с вертикальным остеклением |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты | 2000 | 2,1 | 3,2 | 2,8 | 0,3 | 0,3 |
| | 2500 | 2,275 | 3,45 | 3,025 | 0,3375 | 0,28 |
| | 3000 | 2,45 | 3,7 | 3,25 | 0,375 | 0,26 |
| | 3500 | 2,625 | 3,95 | 3,475 | 0,4125 | 0,305 |
| | 4000 | 2,8 | 4,2 | 3,7 | 0,45 | 0,35 |
| | 4500 | 2,975 | 4,45 | 3,925 | 0,4875 | 0,3625 |
| | 5000 | 3,15 | 4,7 | 4,15 | 0,525 | 0,375 |
| | 5500 | 3,325 | 4,95 | 4,375 | 0,5625 | 0,3875 |
| | 6000 | 3,5 | 5,2 | 4,6 | 0,6 | 0,4 |
| | 5782 | 3,4237 | 5,091 | 4,5019 | 0,58365 | 0,39455 |
| | 7000 | 3,85 | 5,7 | 5,05 | 0,675 | 0,425 |
| **a** | **-** | 0,00035 | 0,0005 | 0,00045 | 0,000075 | 0,000025 |
| **b** | **-** | 1,4 | 2,2 | 1,9 | 0,15 | 0,25 |
| 2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные другие здания и помещения с влажным или мокрым режимами | 2000 | 1,8 | 2,4 | 2 | 0,3 | 0,3 |
| | 2500 | 1,95 | 2,6 | 2,175 | 0,325 | 0,3125 |
| | 3000 | 2,1 | 2,8 | 2,35 | 0,35 | 0,325 |
| | 2500 | 1,95 | 2,6 | 2,175 | 0,325 | 0,3125 |
| | 4000 | 2,4 | 3,2 | 2,7 | 0,4 | 0,35 |
| | 2500 | 1,95 | 2,6 | 2,175 | 0,325 | 0,3125 |
| | 5000 | 2,7 | 3,6 | 3,05 | 0,45 | 0,375 |
| | 2500 | 1,95 | 2,6 | 2,175 | 0,325 | 0,3125 |
| | 6000 | 3 | 4 | 3,4 | 0,5 | 0,4 |
| | 6227 | 3,0681 | 4,0908 | 3,47945 | 0,51135 | 0,405675 |
| | 7000 | 3,3 | 4,4 | 3,75 | 0,55 | 0,425 |
| **a** | **-** | 0,0003 | 0,0004 | 0,00035 | 0,00005 | 0,000025 |
| **b** | **-** | 1,2 | 1,6 | 1,3 | 0,2 | 0,25 |