ТОО "Стройцентр Плюс"

Заказ № 09-2017

Заказчик: ГККП "Стадион "Жигер" отдела физической культуры и спорта акимата города Аркалыка"

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

ТОМ 12
09-2017 ЭП

Объект:	Капитальный ремонт здания спортзала Государственное коммунальное казенное предприятие "Стадион" "Жигер" отдела физической культуры и спорта акимата города Аркалык ул. Горбачева 81
Адрес объекта:	город Аркалык ул. Горбачева 81
Разработчик:	ТОО "Стройцентр Плюс"

Директор
ТОО "Стройцентр Плюс" Павловский А.В.

Главный инженер проекта Павловский А.В.

г. Костанай, 2017

Общая информация

Дата заполнения (число, м-ц, год)	2017г
Адрес здания Разработчик проекта Адрес и телефон разработчика Шифр проекта	город Аркалык ул. Горбачева 81 ТОО "Стройцентр Плюс" г.Костанай 09-2017

Расчетные условия

	Наименование расчетных параметров	Обозначение символа	Единицы измерения параметра.	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	+21
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	-32
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	-
4	Расчетная температура техподполья	t_c	°С	-
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	196
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-8,5
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С · сут	5782

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	общественное
9	Размещение в застройке	отдельно стоящее
10	Тип	двухэтажное
11	Конструктивное решение	керамзитобетонные блоки с ребристыми плитами перекрытия

Геометрические и теплоэнергетические показатели

	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показа-теля	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5	6
	Геометрические показатели				
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания	A_e^{sum}, м^2	-	2290,8	
	В том числе				
	- стен	A_w, м^2	-	712,96	
	- окон и балконных дверей	A_F, м^2	-	123,55	
	- витражей	A_F, м^2	-	-	
	- фонарей	A_F, м^2	-	-	
	- входных дверей и ворот	A_{ed}, м^2	-	7,83	
	- покрытий (совмещенных)	A_c, м^2	-	788,92	
	- чердачных перекрытий (холодного чердака)	A_c, м^2	-	-	
	- перекрытий теплых чердаков	A_c, м^2	-	-	
	- перекрытий над техподпольями	A_f , м^2	-	-	
	- перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	A_f , м^2	-	-	
	- перекрытий над проездами и под эркерами	A_f , м^2	-	-	
	- пола по грунту	A_f , м^2	-	788,92	
13	Площадь отапливаемых помещений	A_h, м^2	-	837,5	

1	2	3	4	5	6
14	Полезная площадь (общественных зданий)	A_l, м^2	-	-	
15	Площадь жилых помещений и кухонь	A_l, м^2	-	-	
16	Расчетная площадь (общественных зданий)	A_l, м^2	-	-	
17	Отапливаемый объем	V_h, м^2	-	4553,12	
18	Коэффициент остекленности фасада здания	p	0,25	0,17	
19	Показатель компактности здания	k_e^{des}	0,61	0,5	
Теплоэнергетические показатели					
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений - стен спортзала - стен быт. помещений - окон и балконных дверей - витражей - фонарей - входных дверей и ворот - покрытий (совмещенных) - чердачных перекрытий (холодных чердаков) - перекрытий теплых чердаков (включая покрытие) - перекрытий над подвалом	R_0^r м^2 · °С / Вт R_w R_w R_F R_F R_F R_{ed} R_c R_c R_c R_f R_f	 2,93 2,93 0,58 1 - 3,91	 3,571 3,71 0,53 1 - 1,72	
21	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{tr} Вт / (м^2 · °С)	-	0,51	
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период Кратность воздухообмена при испытании при 50 Па	n_a, ч$^{-1}$ n_{50}, ч$^{-1}$		0,8	
23	Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{inf} Вт/(м^2· °С)	-	0,4	
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	$к_m$, Вт/(м^2·°С)	-	0,91	
Энергетические показатели					
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h МДж	-	1041406,77	
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int} Вт/м^2		10	
27	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int} МДж	-	141825,6	
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s МДж	-	101717,58	
29	Потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y МДж	-	978642,92	

Коэффициенты

Показатель		Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и централизованного теплоснабжения здания	η_0^{des}		0,8
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты	η^{dec}		
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ζ		0,9
33	Коэффициент учета влияния встречного теплового потока	k		0,8
34	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	β_h		1,13

Комплексные показатели

35	Расчетная удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des} кДж/(м^3·°С·сут)	37,17	
36	Нормируемая удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания	q_h^{req} кДж/(м^3·°С·сут)	38	
37	Класс энергетической эффективности здания		С, нормальный	
38	Ориентация здания			
39	Соответствует ли проект здания нормативному требованию		Да	
40	Дорабатывать ли проект здания?		Нет	

41 Паспорт заполнен	2017
Организация Адрес и телефон Ответственный исполнитель	ТОО "Стройцентр Плюс" г.Костанай Корякина О.Н.

1. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ.

	Наименование расчетных параметров	***Обозначение символа***	***Единицы измерения параметра.***	***Расчетное значение***
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	+21
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	-32
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	-
4	Расчетная температура техподполья	t_c	°С	-
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	196
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-8,5
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С · сут	5782

Проектирование тепловой защиты здания спортзала Государственного коммунального казенного предприятия "Стадион" "Жигер" отдела физической культуры и спорта акимата города Аркалык ул. Горбачева 81 выполнено в соответствии СН РК 2.04-21-2004 «Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий» и МСП 2.04-101-2001 «Проектирование тепловой защиты зданий», СН РК 2.04-01-2009 «Нормы теплотехнического проектирования гражданских и промышленных зданий (сооружений) с учетом энергосбережения».

Проектирование тепловой защиты здания выполнено по двум показателям тепловой защиты:

а) комплексный удельный показатель согласно раздела 6 СН РК 2.04-21-2004, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий с учетом выбора систем поддержания микроклимата и теплоснабжения для достижения нормируемого значения этого показателя;

в) санитарно-гигиенические показатели согласно разделу 10 СН РК 2.04-21-2004.

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания приняты в соответствии с требованиями СН РК 2.04-21-2004 «Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий».

R_o^{req} (наружные стены) = 2,93 м^2 *^{o}С/Вт.

R_o^{req} (покрытие) = 3,91 м^2 *^{o}С/Вт.

R_o^{req} (окна) = 0,58 м^2 *^{o}С/Вт.

2.1.Окна.

Для здания принят – двухкамерный стеклопакет 4М$_1$-12-4М$_1$-12-4М$_1$

Rконструкции = 0,53 м^{2}х^{o}С/Вт

Теплотехнический расчет утепления покрытия здания.

1. Исходные данные для расчёта:

назначение здания - общественное;

покрытие – ребристые плиты

кровля- совмещенная, рулонная

район строительства – г. Аркалык, Кост.область

Согласно приложения 1 СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника» – зона влажности сухая.

По таблице 1 определяем влажностный режим помещений – сухой режим.

По приложению 2 определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства – зона А.

Таблица – Конструктивное решение покрытия

Наименование слоя	Толщина слоя (мм)	Теплопроводность Вт/(м·ч·ºС)
3 слоя рубероида	10	0,17
Керамзитовый гравий	300	0,21
Стяжка цем-песчная	50	0,76
Ребристая плита покрытия	30	1,92

Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения:

Определяем градусо-сутки отопительного периода по СН РК приложение 3:

$$ГСОП = (t_в - t_{от})*z_{от},$$

где $t_в$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха = +21ºС;

$t_{от}$ – средняя температура отопительного периода = -8,5ºС;

$z_{от}$ – продолжительность отопительного периода = 196 сут.

$$ГСОП = (21+8,5)196 = 5782ºС*сут.$$

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по СН РК в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{0reg} = a \cdot D_d + b,$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода, ºС*сут;

a, b – коэффициенты, значения которых принимаются по данным таблицы 4 соответствующих групп здания.

$$R_{0reg} = 0.0004 \cdot 5782 + 1,6 = 3,91 \ м^2 \ ºС/Вт$$

$$ГСОП = 5782 \ ºС*сут.$$

Методом интерполяции получаем $R_0^{тр}$=

$$R_0^{тр} = (5782-4000)/2000 *4.0-3.2/1+3,2= 3.91 \ м^2 \ ºС/Вт.$$

Вычисляем термическое сопротивление каждого слоя многослойной ограждающей конструкции по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Где δ — толщина слоя, м

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника» [5] прил. 3*

$$R_{общ} = R_в + R_н + \Sigma R_0$$

где $R_в = \frac{1}{a_в} = \frac{1}{8,7} = 0,115$- сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_н = \frac{1}{a_н} = \frac{1}{23} = 0,043$ - сопротивление теплообмену на наружной поверхности.

$$R_{общ} = 0,115 + 0,043+0,01/0,17+0,3/0,21+0,05/0,76+0,03/1,92 = 1,72 \ м^2 \ ºС/Вт.$$

Теплотехнический расчет утепления наружной стены спортзала здания

2. Исходные данные для расчёта:

назначение здания - общественное;

стеновое ограждение – керамзитобетонные стены, t=300 мм

район строительства – г. Аркалык, Кост.область

Согласно приложения 1 СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника» – зона влажности сухая.

По таблице 1 определяем влажностный режим помещений – сухой режим.

По приложению 2 определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства – зона А.

Таблица – Конструктивное решение наружной стены

Наименование слоя	Толщина слоя (мм)	Теплопроводность Вт/(м·ч·ºС)
Штукатурный слой	20	0,76
Керамзитобетонный блок	300	0,44
Минераловатные плиты "Isover Вент фасад"	x	0,037

Определение нормы тепловой защиты:

Для расчета толщины утепляющего слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции исходя из требований санитарных норм и энергосбережения.

Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения:
определяем градусо-сутки отопительного периода по СН РК приложение 3:

$$ГСОП = (t_в - t_{от})*z_{от},$$

где $t_в$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха = +21ºС;

$t_{от}$ – средняя температура отопительного периода = -8,5ºС;

$z_{от}$ – продолжительность отопительного периода = 196 сут.

$$ГСОП = (21+8,5)196 = 5782ºС*сут.$$

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по СН РК в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{0reg} = a \cdot D_d + b,$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода, ºС*сут;

a, b – коэффициенты, значения которых принимаются по данным таблицы 4 соответствующих групп здания.

$$R_{0reg} = 0.00035 \cdot 5782 + 1,4 = 3,42 \ м^2 \ ºС/Вт$$

ГСОП = 5782 ºС*сут.

Методом интерполяции получаем $R_0^{тр}$=

$R_0^{тр}$ = (5782-4000)/2000 *3.5-2.8/1+2.8= 3.42 $м^2$ ºС/Вт.

Принимаем наибольшее значение $R_0^{тр}$=3,42 $м^2$ ºС/Вт.

Расчет толщины утеплителя:

Вычисляем термическое сопротивление каждого слоя многослойной ограждающей конструкции по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Где δ — толщина слоя, м

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника» [5] прил. 3*

$$R^{тр}_{ут} = R_0^{тр} – (R_в + R_н + \Sigma R_0),$$

где $R_в = \frac{1}{a_в} = \frac{1}{8,7} = 0,115$- сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_н = \frac{1}{a_н} = \frac{1}{23} = 0,043$ - сопротивление теплообмену на наружной поверхности.

$\Sigma R_0 = 0,02/0,76+0,3/0,44= 0,71$

$$R^{тр}_{ут} = 3,42 – (0,115+0,043+0,71) = 2,55 \text{ м}^2 \text{ ºС/Вт.}$$

Вычисляем толщину утеплителя: $\delta_{ут}^{тр} = 0,037*2,55 = 0,094$ м.

Округляем полученное значение толщины утеплителя в большую сторону до значения, ближайшего по ГОСТ 10140-80 на плиты минераловатные - получаем толщину100мм.

Определяем термическое сопротивление ограждения:

$$R_0 = 0,115+0,043+0,71+0,1/0,037 = 3,571 \text{ м}^2 \text{ ºС/Вт}$$

Из полученного результата делаем вывод:

$$R_0 = 3,571 \text{ м}^2 \text{ ºС/Вт} > R_0^{тр} = 3,42 \text{ м}^2 \text{ ºС/Вт},$$

следовательно, толщина утеплителя подобрана верно.

Теплотехнический расчет утепления наружной стены бытовых помещений здания

1. Исходные данные для расчёта:

назначение здания - общественное;

стеновое ограждение – керамзитобетонные стены, t=600 мм

район строительства – г. Аркалык, Кост.область

Согласно приложения 1 СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника» – зона влажности сухая.

По таблице 1 определяем влажностный режим помещений – сухой режим.

По приложению 2 определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства – зона А.

Таблица – Конструктивное решение наружной стены

Наименование слоя	Толщина слоя (мм)	Теплопроводность Вт/(м·ч·ºС)
Штукатурный слой	20	0,76
Керамзитобетонный блок	600	0,44
Минераловатные плиты "Isover Вент фасад"	x	0,037

Определение нормы тепловой защиты:

Для расчета толщины утепляющего слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции исходя из требований санитарных норм и энергосбережения.

Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения:
определяем градусо-сутки отопительного периода по СН РК приложение 3:

$$ГСОП = (t_в - t_{от})*z_{от},$$

где $t_в$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха = +21ºС;

$t_{от}$ – средняя температура отопительного периода = -8,5ºС;

$z_{от}$ – продолжительность отопительного периода = 196 сут.

$$ГСОП = (21+8,5)196 = 5782\ ºС*сут.$$

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по СН РК в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{0reg} = a \cdot D_d + b,$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода, ºС*сут;

a, b – коэффициенты, значения которых принимаются по данным таблицы 4 соответствующих групп здания.

$$R_{0reg} = 0.00035 \cdot 5782 + 1,4 = 3.42\ м^2\ ºС/Вт$$

ГСОП = 5782 ºС*сут.

Методом интерполяции получаем $R_0^{тр}$=

$R_0^{тр}$ = (5782-4000)/2000 *3,5-2.8/1+2.8= 3,42 $м^2$ ºС/Вт.

Принимаем наибольшее значение $R_0^{тр}$=3,42 $м^2$ ºС/Вт.

Расчет толщины утеплителя:

Вычисляем термическое сопротивление каждого слоя многослойной ограждающей конструкции по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Где δ — толщина слоя, м

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника» [5] прил. 3*

$$R^{тр}_{ут} = R_0^{тр} - (R_в + R_н + \Sigma R_0),$$

где $R_в = \frac{1}{a_в} = \frac{1}{8,7}$ = 0,115- сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_н = \frac{1}{a_н} = \frac{1}{23}$ = 0,043 - сопротивление теплообмену на наружной поверхности.

ΣR_0 = 0,02/0,76+0,6/0,44= 1,39

$$R^{тр}_{ут} = 3,42 - (0,115+0,043+1,39) = 1.87\ м^2\ ºС/Вт.$$

Вычисляем толщину утеплителя: $\delta_{ут}^{тр}$ = 0,037*1.87 = 0,070 м.

Округляем полученное значение толщины утеплителя в большую сторону до значения, ближайшего по ГОСТ 10140-80 на плиты минераловатные - получаем толщину80мм.

Определяем термическое сопротивление ограждения:

$$R_0 = 0{,}115+0{,}043+1{,}39+0{,}08/0{,}037 = 3{,}71 \text{ м}^2\ ^\circ\text{C/Вт}$$

Из полученного результата делаем вывод:

$$R_0 = 3{,}71 \text{ м}^2\ ^\circ\text{C/Вт} > R_0^{тр} = 3{,}42 \text{ м}^2\ ^\circ\text{C/Вт},$$

следовательно, толщина утеплителя подобрана верно.

3. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДАНИЯ.

Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания A_e^{sum} устанавливается по внутренним размерам «в свету» (расстояния между внутренними поверхностями наружных ограждающих конструкций, противостоящих друг другу).

Площадь стен, включающих окна, балконные и входные двери в здание, витражи, A_{w+F+ed}, м^2, определяется по формуле

$$A_{w+F+ed} = p_{st} H_h$$

где p_{st} - длина периметра внутренней поверхности наружных стен этажа, м;

H_h - высота отапливаемого объема здания, м.

$$A_{w+F+ed(спортзал)} = 537{,}46 \text{ м}^2$$
$$A_{w+F+ed(бытов.)} = 175{,}5 \text{ м}^2$$
$$A_{w+F+ed(общ.)} = 712{,}96 \text{ м}^2$$

Площадь наружных стен A_w, м^2, определяется по формуле:

$$A_w = A_{w+F+ed} - A_F - A_{ед},$$

где A_F - площадь окон, определяется как сумма площадей всех оконных проемов.

Для рассматриваемого здания A_F = **123,55 м^2**

$A_{ед}$ = площадь входных дверей и ворот = **7,83 м^2**

Тогда $A_{w\ (спортзал)} = 537{,}46-100{,}8-3{,}8=432{,}86 \text{ м}^2$

$A_{w\ (бытов.)} = 175{,}5-22{,}75-4{,}03=148{,}72 \text{ м}^2$

$A_{w\ (общ.)} = 712{,}96-123{,}55-7{,}83=581{,}58 \text{ м}^2$

Площадь перекрытий A_c

$$A_c = 788{,}92 \text{ м}^2$$

Площадь полов A_f

$$A_f = 788{,}92 \text{ м}^2$$

Общая площадь наружных ограждающих конструкций A_e^{sum} определяется по формуле:

$$A_e^{sum} = A_{w+F+ed} + A_c + A_f = 712{,}96+788{,}92+788{,}92=2290{,}8 \text{ м}^2$$

Площадь отапливаемых помещений A_h, определяем по проекту

$$A_h = 837{,}5 \text{ м}^2$$

Отапливаемый объем здания V_h, м^3, вычисляется как произведение площади этажа A_{st}, м^2 (площади, ограниченной внутренними поверхностями наружных стен) на высоту H_h, м, этого объема, представляющую собой расстояние от пола первого этажа до потолка последнего этажа

$$V_h = A_{st} \cdot H_h = 4553{,}12 \text{ м}^3$$

Показатели объемно-планировочного решения здания определяются по формулам:
- коэффициент остекленности фасадов здания ***p***

$$p = A_F / A_{w+F+ed} = 123{,}55/712{,}96 = 0{,}17 \qquad p_{req} = 0{,}25$$

показатель компактности здания k_e^{des}

$$k_e^{des} = A_e^{sum}/V_H = 2290{,}8/4553{,}12 = 0{,}50 \qquad k_e^{des} = 0{,}61$$

4. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЯ В ТЕЧЕНИЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Расчет удельного энергопотребления на отопление здания в течение отопительного периода выполнен в соответствии с СН РК 2.04-21-2004, МСП 2.04-101-2001.
Для выполнения расчета приняты показатели из разделов 1-3.

Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y, МДж, определяем по формуле:

при автоматическом регулировании теплоотдачи нагревательных приборов в системе отопления по формуле:

$$Q_h^y = [Q_h-(Q_{int}+Q_s)\nu\zeta]\beta_h$$

где Q_h - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, МДж, определяем по формуле:

$$Q_h = 0,0864\ K_m\ D_d\ A_e^{sum}$$

K_m - общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С), определяем по формуле:

$$K_m = K_m^{tr}+K_m^{inf}$$

K_m^{tr} - приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2·°С), совокупности ограждающих конструкций здания следует определять по приведенным сопротивлениям теплопередаче отдельных ограждающих конструкций R_0^r и их площадям А по формуле:

$$K_m^{tr} = \beta\,(A_w/R_w^r + A_F/R_F^r + A_{ed}/R_{ed}^r + n\,A_c/R_c^r + n\,A_f/R_f^r)/A_e^{sum},$$

$$K_m^{tr} = 1,1(432,86/3,571+148,72/3,71+123,55/0,53+7,83/1+788,92/1,72+268,96/2,1+196,65/4,3+ +153,74/8,6+183,96/14,2)/2290,8=0,51$$

где β - коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта, с ограждениями угловых помещений, с поступлением холодного воздуха через входы в здание: для прочих зданий принимаем β = 1,1;

n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху согласно СНиП РК 2.04-03-2002;

K_m^{inf} - приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С), определяемый по формуле:

$$K_m^{inf} = 0,28\ c\ n_a\ \beta_v\ V_h\ \rho_a^{ht}\ k\ /\ A_e^{sum}$$

$$K_m^{inf} = 0,28*1*0,8*0,85*4553,12*1,33*0,8/2290,8=0,40$$

c - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

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

для данного здания принимаем кратность воздухообмена 0,8 ч$^{-1}$.

β_v - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий долю внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать β_v = 0,85;

ρ_a^{ht} - средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, кг/м^3,

$$\rho_a^{ht} = 353/(273 - t_{ext}^{av}) = 353/(273-8,5) = 1,33 \text{ кг/м}^3$$

t_{ext}^{av} - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, принимаемая по СНиП 2.04-01-2001; для Аркалыка принимаем -8,5°С.

k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,8 - для окон и балконных дверей с двумя раздельными переплетами.

Общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С), определяем по формуле:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0{,}51 + 0{,}40 = 0{,}91$$

Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, МДж,

$$Q_h = 0{,}0864\ K_m\ D_d\ A_e^{sum} = 0{,}0864 \text{ x } 0{,}91 \text{ x } 5782 \text{ x } 2290{,}8 = 1041406{,}77 \text{ МДж}$$

Q_{int} - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж, определяемые по формуле:

$$Q_{int} = 0{,}0864\ q_{int}\ z_{ht}\ A_l$$

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода

$$Q^{int} = 0{,}0864*10*196*837{,}5 = 141825{,}6 \text{ МДж}$$

Q_s - теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по формуле

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

τ_F, τ_{scy} - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; принимаем $\tau_F = 0{,}8$.

k_F, k_{scy} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации соответственно для светопропускающих заполнений окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; принимаем $k_F = 0{,}74$

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 - средние за отопительный период величины солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированные по четырем фасадам здания, МДж/м^2, принимается по климатическим справочникам.

AFc	***= 61,38***	***Ic***	***= 838***
AFю	***= 46,98***	***Ic***	***= 2146***
AFз,в	***= 15,19***	***Ic***	***= 1288***

$$Q_s = 0{,}8\text{x}0{,}74\text{x}(61{,}38*838+46{,}98*2146+15{,}19*1288) = 101717{,}58 \text{ МДж}$$

v - коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать теплоту, рекомендуемое значение $v = 0{,}8$;

ζ **-** коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; принимаем $\zeta = 0{,}9$ - в однотрубной системе с термостатами и с авторегулированием на вводе.

β_h - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и их дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения: принимаем β_h = 1,13.

Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y, МДж,

$$Q_h^y = [Q_h-(Q_{int}+Q_s)\nu\zeta]\beta_h$$

$$Q_h^y = (1041406,77 - (141825,6+101717,58)x0,8x0,9)x1,13 = 978642,92 \text{ МДж}$$

Расчетная удельная потребность в полезной тепловой энергии, кДж/(м^3 °С·сут),

$$q_h^{des} = 10^3\ Q_h^y / (V_h \cdot D_d) = 1000x978642,92 /(4553,12*5782) = 38,65 \text{ кДж/(м}^2\text{°С·сут)}$$

Для общественного здания высотой 2 этажа нормируемая удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление зданий составляет не более 38 кДж/(м^2 °С·сут).

$$\frac{37,17-38}{38}\cdot 100\% = -2,18\%$$

Отклонение полученного значения от нормативного составляет -2,18%, класс энергетической эффективности данного здания «С» - нормальный.

Так как расчетная удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания не превышает нормируемый показатель, допускается снижение сопротивления теплопередаче некоторых ограждающих конструкций. В данном проекте, сопротивление теплопередачи перекрытия здания принято менее нормируемого.

В данном проекте, для района строительства с расчетной наружной температурой -32°С, требования СН РК 2.04-21-2004, МСП 2.04-101-2001 выполнены.