

РАЗДЕЛ

«Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»

					БОУО г. Москвы	12-2011-ПСД-ЭЭ					
					Объект: ЦО №1748 «Вертикаль» Адрес: г. Москва, Сиреневый бульвар, д.68 стр.1						
Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата	Капитальный ремонт здания школы на 400 человек	Стадия	Лист	Листов		
ГИП		Гнездилова			09.11		РД	1	19		
Выполнил		Бурнашов			09.11						
					09.11	Пояснительная записка	ООО«Спецстройиндустрия»				
Т. контроль		Сизов			09.11						

1. Исходные данные для проектирования

Проект центра образования №1748 «Вертикаль» по адресу: г. Москва, Сиреневый бульвар д.68 стр.1 разработан на основании градостроительного задания на проектирование, архитектурных и технологических чертежей.

При разработке технологической части были использованы следующие нормативно-технические документы.

- МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению» (утв. постановлением Правительства Москвы от 23.03.1999г. №138);
- Государственный стандарт РФ ГОСТ 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно- методическое обеспечение. Основные положения» (принят постановлением Госстандарта РФ от 30 ноября 1999г. №485);
- СНИП 23.02.2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23.101.2000 «Проектирование тепловой защиты здания»
- СНИП 41-01-2003 «Отопление, Вентиляция и Кондиционирование»;
- ТСН 23.308.2000 «Нормы теплотехнического проектирования гражданских зданий с учетом энергосбережения»;
- СНИП 23.01.99 «Строительная климатология».
- Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 мая 2010 года № 262

2. Общая часть

2.1. Система отопления.

Источники и параметры теплоносителя (вода);

Теплоснабжение здания предусмотрено по зависимой схеме от ЦТП. Теплоноситель с температурой $T_1=95^{\circ}\text{C}$ $T_2=70^{\circ}\text{C}$ поступает от ТЭЦ до узла учета тепловой энергии в подвале здания.

На вводе теплосети предусматривается установка узлов учета тепловой энергии на систему отопления.

В здании смонтирована двухтрубная система отопления с тупиковым движением теплоносителя, нижней разводкой подающей и обратной магистралей. Подающая и обратная магистраль проложена под потолком подвала. Все отопительные стояки прокладываются открыто у стен.

В качестве регулирующей арматуры на подводках к приборам отопления установлены терморегуляторы фирмы «Данфосс».

Установленная мощность по отоплению 295 кВт, по вентиляции 522,0кВт.

2.2. Система вентиляции.

Для расчета энергоэффективности для здания школы принимаем $5\text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м расчетной площади.

В помещениях, обусловленных заданием на проектирование, технологической частью проекта, требованиями СНИП, предусмотрено устройство в здании приточно-вытяжной вентиляции.

Организованная подача воздуха самостоятельными системами предусматривается в учебные кабинеты, спортивные залы, актовый зал, столовую.

Вытяжка из учебных помещений естественная, в остальных - с механическим побуждением.

Теплоснабжение приточных систем предусматривается от теплового узла с параметрами теплоносителя $T_1=95^\circ\text{C}$ $T_2=70^\circ\text{C}$. Для регулирования расхода теплоносителя предусмотрены регулирующие клапаны с электрическим исполнительным механизмом. Клапаны устанавливаются на обратном трубопроводе.

2.3. Система холодного и горячего водоснабжения.

В связи с капитальным ремонтом здания детского сада проектом предусматривается полная замена систем холодного и горячего водоснабжения.

Здания обеспечивается холодной водой от существующего ввода водопровода $\text{Ø}70\text{ мм}$. В здании принята тупиковая система холодного водопровода с нижней разводкой подающей магистрали (по подвалу). В качестве запорной арматуры приняты шаровые краны.

Здание обеспечивается горячей водой от существующих вводов водопровода Т3 $\text{Ø}80\text{ мм}$, Т4 $\text{Ø}50\text{ мм}$.

Проектом предусмотрена система водоснабжения с циркуляцией в нижней разводкой магистралей.

Подводки к сантехприборам проложены открыто.

Установку запорной арматуры следует предусматривать на ответвлениях от стояков и на подводке к смывным бачкам. В качестве запорной арматуры используются шаровые краны.

Трубопроводы водоснабжения изолируются энергофлексом.

2.4. Система электроснабжения.

Электроснабжение осуществляется от ТП по двум существующим кабельным линиям. По степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники здания относятся ко второй категории, кроме приборов охрано-пожарной сигнализации, аварийного освещения, видеонаблюдения, питания узла учета, которые относятся к первой категории.

Электроснабжение осуществляется от ВРУ, установленного на первом этаже в помещении электрощитовой.

В этажных щитах на розеточных группах предусмотрено устройство защитного отключения (УЗО) на соответствующий номинальный ток и установку срабатывания по току и утечки.

Для рационального использования и снижения потерь электроэнергии предусматривается следующее:

- учет электроэнергии на вводе в здание;

- применение светильников с люминисцентными лампами в помещениях разрешенных нормами, как более экономичных по расходу энергии.

Установленная мощность системы электроснабжения составляет: $N_e=280,0$ кВт.

2.5. Конструктивные решения.

Для повышения уровня теплозащиты здания предусмотрена навесная фасадная система с воздушным зазором «Thermotax-V-10», а также утепление стен минераловатными плитами типа «Роквулл Фасад Баттс».

2.6. Меры повышения энергоэффективности здания

В целях экономии тепловых ресурсов при разработке принципиальных решений систем отопления здания предполагается предусмотреть:

1. Устройство эффективных наружных ограждающих конструкций здания и заполнений световых проемов;
2. Устройство центрального качественного регулирования в ЦТП;
3. Установка приборов учета и контроля потребляемого тепла;
4. Установка на узлах управления термометров и манометров для контроля параметров теплоносителя;
5. Теплоизоляция трубопроводов минераловатными плитами на синтетическом связующем.
6. Установка на подводках к приборам отопления терморегуляторов «Danfoss».

3. Теплотехнический расчет

3.1. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Проектирование теплозащиты здания проведено по потребительскому подходу.

Исходные данные:

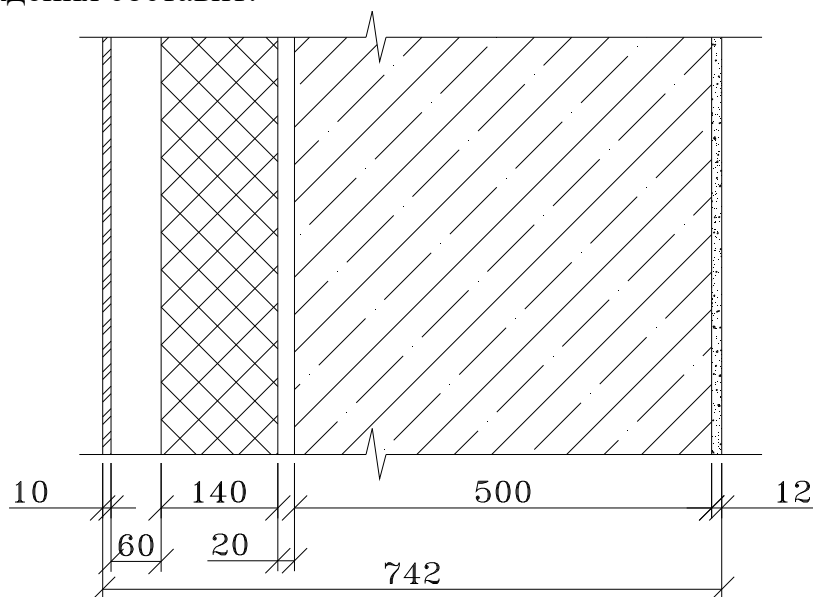
- Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$;
- Расчетная температура наружного воздуха в холодный период $t_{ext}=-28^{\circ}\text{C}$;
- Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{ht}=-3,1^{\circ}\text{C}$;
- Продолжительность отопительного периода $Z_{ht}= 214$ сут.;
- Градусосутки отопительного периода $D_D= (t_{int}- t_{ht}) \cdot Z_{ht}= 4943$ $^{\circ}\text{C}$ сут.

Требуемые нормируемые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций согласно СНиП 23-02-2003:

1	Сопротивление теплопередаче наружных стен	$3,13 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$
2	Сопротивление теплопередаче покрытий	$4,67 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$
3	Сопротивление теплопередаче окон	$0,54 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$
4	Сопротивление теплопередаче наружных дверей и ворот	$0,47 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$
5	Сопротивление теплопередаче перекрытий над неотапливаемыми подвалами	$4,12 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$

3.1.1. Теплотехнические показатели наружной стены

Площадь ограждения составит:



$$A_{wl} = 4956,8 \text{ м}^2.$$

№	Материал слоя	Плотность $\gamma_0 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Толщина $\delta, \text{ м}$	Удельная теплоемкость C_0	Коэффициенты	
					Теплопроводности $\lambda_B \frac{\text{Вт}}{\text{м}^0\text{С}}$	Паропроницаемости $\mu \frac{\text{мг}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}$
1	Минеральная вата Роквулл Фасад Баттс	145	0,140	1,55	0,042	0,018
2	Крамзитобетон	1800	0,560	0,92	0,92	0,05
3	Известко-песчаная штукатурка	1600	0,01	0,84	0,93	0,12

Фактическое сопротивление теплопередаче составит:

$$R_{wl}^f = 1/8,7 + 0,140/0,042 + 0,03/0,93 + 0,56/0,92 + 1/10,8 = 0,115 + 3,180 + 0,011 + 0,609 + 0,093 = 4,01$$

$$* 0,85 = 3,41 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче стены при ГСОП= 4943 и $t_{int}=20\text{°С}$:

$$R_w^{reg} = 3,41 \frac{\text{м}^0\text{С}}{\text{Вт}}$$

$$3,41 \frac{\text{м}^0\text{С}}{\text{Вт}} > 3,13 \frac{\text{м}^0\text{С}}{\text{Вт}}$$

Определение возможности конденсации влаги на внутренней поверхности наружной стены.

Температуру точки росы:

$$t_{\text{росы}} = (273 + t_{\text{в}}) \cdot \left(\frac{\varphi_{\text{в}}}{100}\right)^{0,054} - 273,$$

Где $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 55\%$

$$t_{\text{росы}} = (273 + 20) \cdot \left(\frac{55}{100}\right)^{0,054} - 273 = 10,7^{\circ}\text{C}$$

Определяем температуру на внутренней поверхности наружной стены

$$t_{\text{вп}} = t_{\text{в}} - (t_{\text{в}} - t_{\text{н5}}) \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{в}} \cdot R_{\text{0}}^{\text{ф}}} = 20 - (20 - (-28)) \cdot \frac{1}{8,7 \cdot 3,366} = 18,4^{\circ}\text{C}$$

Конденсации влаги на внутренней поверхности стены не будет, т.к. $t_{\text{вп}} \square t_{\text{росы}}$

3.1.1.1. Распределение температур в наружной стене

Температура в расчетном слое:

$$t_{\text{вп}} = t_{\text{в}} - (t_{\text{в}} - t_{\text{н5}}) \cdot \frac{R_{\text{х}}}{R_{\text{0}}^{\text{ф}}},$$

где $R_{\text{х}}$ - термическое сопротивление от внутреннего воздуха до расчетного слоя.

$$t_1 = 20 - (20 - (-28)) \cdot \frac{\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93}}{3,366} = 18,2^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 20 - (20 - (-28)) \cdot \frac{\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,92} + \frac{0,56}{0,97}}{3,366} = 9,97^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 20 - (20 - (-28)) \cdot \frac{\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,56}{0,92} + \frac{0,14}{0,044}}{3,366} = -25,4^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 20 - (20 - (-28)) \cdot \frac{\frac{1}{8,7} + \frac{0,56}{0,92} + \frac{0,14}{0,044} + \frac{0,01}{0,35}}{3,366} = -27,2^{\circ}\text{C}$$

Общая толщина наружной навесной панели:

$$0,56\text{м} + 0,14\text{м} + 0,01\text{м} = 0,71\text{м}$$

3.1.1.2. Расчет санитарно-гигиенического показателя

Температурный перепад $\Delta t^{\text{н}} = t_{\text{в}} - t_{\text{вп}}$ должен быть не более 4°C для наружной стены детских учреждений:

$$\Delta t^{\text{н}} = t_{\text{в}} - t_{\text{вп}} = 20 - 18,2 = 1,8^{\circ} < 4^{\circ}\text{C}$$

условие выполняется.

Определяем требуемое сопротивление воздухопроницанию:

$$R_u^{mp} = \left(\frac{\Delta P}{G_n} \right) \frac{m^2 \cdot ч \cdot Па}{кг}; \text{ где:}$$

G_n - нормативная воздухопроницаемость, для общественных зданий:

$$G_n = 0,5 \text{ кг}/(m^2 \cdot ч);$$

ΔP - разность давлений воздуха по обе стороны окна первого этажа:

$$\Delta P = 0,55 H (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \gamma_n V^2, \text{ Па};$$

H - высота здания от земли до верха вентиляционной шахты:

$$H = 9,0 \text{ м};$$

γ_n - удельный вес наружного воздуха H/m^3 ;

γ_v - удельный вес внутреннего воздуха H/m^3 ;

Определяются в зависимости от наружной и внутренней температур по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273+t}; \quad \gamma_n = \frac{3463}{273-28} = 14,13 \frac{H}{m^3}; \quad \gamma_v = \frac{3463}{273+16} = 11,98 \frac{H}{m^3};$$

V - расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которой не ниже 16%:

$$V = V_n = 4,9 \text{ м/с};$$

$$\Delta P = 0,55 \cdot 9,0 (14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,54 \cdot 4,92 = 12,49 \text{ Па};$$

Требуемое сопротивление воздухопроницанию:

$$R_u^{mp} = \left(\frac{\Delta P}{G_n} \right) = \frac{12,49}{0,5} = 24,98 \frac{m^2 \cdot ч \cdot Па}{кг}.$$

3.1.2. Теплотехнические показатели перехода между зданиями (стена)

№	Материал слоя	Плотность $\gamma_0 \frac{кг}{м^3}$	Толщина $\delta, м$	Удельная теплоемкость C_0	Коэффициенты	
					Теплопроводности $\lambda_B \frac{Вт}{м^0 C}$	Паропроницаемости $\mu \frac{мг}{м \cdot ч \cdot Па}$
1	Минеральная вата П-125	100	0,150	1,55	0,044	0,018
2	Крамзитобетон	1800	0,300	0,92	0,92	0,05
3	Известково-песчаная штукатурка	1600	0,01	1,2	0,93	0,17

$$R_{w2}^r = 1/8,7 + 0,15/0,044 + 0,01/0,93 + 0,3/0,92 + 1/23 = 0,115 + 3,41 + 0,011 + 0,333 + 0,043 = 3,912 * 0,85 = 3,325 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче стены при ГСОП= 4943 и $t_{int}=20\text{°C}$:

$$R_w^{reg} = 3,13 \frac{m^0 C}{Вт}$$

$$3,325 \frac{m^0C}{Вт} > 3,13 \frac{m^0C}{Вт}$$

3.1.3. Теплотехнические показатели покрытия

Площадь ограждения составит:

$$A_c = 1802,6 \text{ м}^2.$$

№	Материал слоя	Плотность $\gamma_0 \frac{кг}{м^3}$	Толщина $\delta, м$	Удельная теплоемкость C_0	Коэффициенты	
					Теплопроводности $\lambda_b \frac{Вт}{м^0C}$	Паропроницаемости $\mu \frac{мг}{м \cdot ч \cdot Па}$
1	Железобетонная плита	2500	0,220	0,84	2,04	0,03
2	Плита минераловатная «Роквулл Руф Баттс»	160	0,150	1,40	0,043	0,031
3	Засыпка из гравия керамзитового	250	0,15	0,84	0,12	0,26
4	Цементно-песчаная стяжка	1800	0,03	0,84	0,93	0,12

Фактическое сопротивление теплопередаче составит:

$$R_c^r = 1/8,7 + 0,22/2,04 + 0,15/0,043 + 0,15/0,12 + 0,03/0,93 + 1/23 = 5,287 * 0,9 = 4,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче стены при ГСОП= 4943 и $t_{int}=20^\circ\text{C}$:

$$R_{oc}^{reg} = 4,67 \frac{m^0C}{Вт}$$

$$R_c^r = 4,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

что в пределах допустимых отступлений от требуемого сопротивления теплопередаче для покрытий административных зданий по условиям энергосбережения в соответствии со СНиП.

3.1.4. Теплотехнические показатели окон

Площадь ограждения составит:

$$A_F = 1084,4 \text{ м}^2.$$

В качестве окон выбран двухкамерный стеклопакет. Выполняются из ПВХ профилей ООО «ПК «Проплекс» системы «Comfort» с двухкамерным стеклопакетом 4М₁-14-4М₁-14-4М₁. Изготовитель ООО «Симплекс-К». Сертификат соответствия № РОСС RU.АИ09.В00232 (см. Приложения).

Фактическое сопротивление теплопередаче составит:

$$R_F^r = 0,63 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$K = 1 \quad \tau_F = 0,8 \quad K_F = 0,74$$

Требуемое сопротивление теплопередаче окна при ГСОП= 4349 и $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$:

$$R_w^{\text{req}} = 0,54 \frac{\text{m}^0\text{C}}{\text{Вт}}$$
$$0,63 \frac{\text{m}^0\text{C}}{\text{Вт}} > 0,54 \frac{\text{m}^0\text{C}}{\text{Вт}}$$

Для определения необходимого уплотнения окна найдем требуемое сопротивление воздухопроницанию:

$$R_u^{mp} = \frac{1}{G^n} \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{\frac{2}{3}} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}{\text{кг}} ; \text{ где:}$$

G_n - нормативная воздухопроницаемость, для жилых и общественных зданий:

$$G_n = 5,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч});$$

ΔP_0 - разность давлений воздуха по обе стороны окна, при которой проводится исследования воздухопроницания окон, $\Delta P_0 = 10 \text{ Па}$;

ΔP - разность давлений воздуха по обе стороны окна первого этажа:

$$\Delta P = 0,55 H (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \gamma_n V^2, \text{ Па};$$

H - высота здания от земли до верха вентиляционной шахты:

$$H = 9,0 \text{ м};$$

γ_n - удельный вес наружного воздуха $\text{Н}/\text{м}^3$;

γ_v - удельный вес внутреннего воздуха $\text{Н}/\text{м}^3$;

Определяются в зависимости от наружной и внутренней температур по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}; \quad \gamma_n = \frac{3463}{273 - 28} = 14,13 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}; \quad \gamma_v = \frac{3463}{273 + 16} = 11,98 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

V - расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которой не ниже 16%:

$$V = V_n = 4,9 \text{ м / с};$$

$$\Delta P = 0,55 \cdot 9,0 \cdot (14,13 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 12,49 \text{ Па};$$

Требуемое сопротивление воздухопроницанию:

$$R_u^{mp} = \frac{1}{G^n} \left(\frac{\Delta P_1}{\Delta P_0} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{5} \left(\frac{12,49}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,23 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}{\text{кг}}.$$

Фактическое сопротивление воздухопроницанию окна должно быть равно или больше требуемого $R_u^{\phi} \geq R_u^{mp}$. Поэтому значение сопротивления воздухопроницанию, которое принимается в качестве установочного - фактического берется таким, какое оно должно быть. В данном случае принимаем $R_{иф} = 0,58 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$.

3.1.5. Теплотехнические показатели входных дверей

Площадь ограждения составит:

$$A_F = 45,3 \text{ м}^2.$$

Фактическое сопротивление теплопередаче составит:

№	Материал слоя	Плотность $\gamma_0 \frac{кг}{м^3}$	Толщина $\delta, м$	Удельная теплоемкость C_0	Коэффициенты	
					Теплопроводности $\lambda_B \frac{Вт}{м^0С}$	Паропроницаемости $\mu \frac{мг}{м \cdot ч \cdot Па}$
1	Металлический лист	-	-	-	-	-
2	Утеплитель пенополиуретан	80	0,050	1,47	0,05	0,05
3	Металлический лист	-	-	-	-	-

$$R_{d}^r = 1/8,7 + 0,05/0,05 + 1/23 = 0,115 + 1,0 + 0,043 = 1,158 * 0,9 = 1,04 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче стены при ГСОП= 4943 и $t_{int}=20\text{°C}$:

$$R_{d}^{reg} = 0,47 \frac{м^0С}{Вт}$$

$$1,04 \frac{м^0С}{Вт} > 0,47 \frac{м^0С}{Вт}$$

3.1.6. Теплотехнические показатели перекрытия над неотапливаемым подвалом

Площадь ограждения составит:

$$A_c = 1764,7 \text{ м}^2.$$

№	Материал слоя	Плотность $\gamma_0 \frac{кг}{м^3}$	Толщина $\delta, м$	Удельная теплоемкость C_0	Коэффициенты	
					Теплопроводности $\lambda_B \frac{Вт}{м^0С}$	Паропроницаемости $\mu \frac{мг}{м \cdot ч \cdot Па}$
1	Раствор известково-песчаный	1600	0,02	0,84	0,81	0,12
2	Роквул «ФЛОР БАТТС»	125	0,08	1,40	0,042	0,30
3	Железобетонная плита	2500	0,220	0,84	2,04	0,03
4	Цементно-песчаная стяжка	1800	0,04	0,84	0,93	0,09

Фактическое сопротивление теплопередаче составит:

$$R_{w1}^r = (1/8,7 + 0,04/0,93 + 0,22/2,04 + 0,08/0,042 + 0,02/0,81 + 1/6) * 0,9 = 2,126 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Эквивалентное сопротивление теплопередаче:

$$n = 20 - 5/20 + 28 = 0,312 \quad R_{эkv.} = 2,126 : 0,312 = 6,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче стены при ГСОП= 4943 и $t_{int}=20\text{°C}$:

$$R_{oc}^{reg} = 4,12 \frac{м^0С}{Вт}$$

$$6,81 \frac{m^0C}{Bm} > 4,12 \frac{m^0C}{Bm}$$

4. Расчет теплоэнергетических характеристик здания

4.1. Объемно-планировочные характеристики

Площадь стен, включающих окна, балконные и входные двери в здание, витражи, A_{w+F+ed} , м²:

$$A_{w+F+ed} = 6084,7 \text{ м}^2,$$

Площадь наружных стен, A_w , м²:

$$A_w = 4956,8 \text{ м}^2,$$

Площадь окон, A_F , м²:

$$A_F = 1084,4 \text{ м}^2,$$

Площадь покрытия, A_c , м²:

$$A_c = 1802,6 \text{ м}^2,$$

Площадь полов A_f , м²:

$$A_f = 1764,7 \text{ м}^2,$$

Общая площадь наружных ограждающих конструкций, A_g^{sum} , м²:

$$A_g^{sum} = A_{w+F+ed} + A_c + A_f = 9653,8 \text{ м}^2,$$

Площадь отапливаемых помещений A_h , м²:

$$A_h = 4518,0 \text{ м}^2,$$

Полезная площадь A_r , м²:

$$A_r = 3375,9 \text{ м}^2,$$

Отапливаемый объем здания, V_h , м³:

$$V_h = 15733,2 \text{ м}^3,$$

Показатели объемно-планировочного решения здания определяются по формулам:

Коэффициент остекления фасада, p :

$$p = \frac{A_F}{A_{w+F+ed}} = \frac{1084,4}{6084,7} = 0,178,$$

Показатель компактности здания k_B^{des} :

$$k_B^{des} = \frac{A_B^{sum}}{V_h} = \frac{9683,8}{15733,2} = 0,61 = k_B^{req} = 0,61$$

4.2. Теплотехнические показатели

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания K_m^{tr} :

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_c}{R_c^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_d}{R_d^r} + \frac{A_f}{R_f^r}}{A_c^{sum}}$$

$A_w, A_F, A_{ed}, A_c, A_f$ - площадь соответственно стен, заполнений световых проемов, наружных дверей и ворот, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, м²,

$R_w^r, R_F^r, R_{ed}^r, R_c^r, R_f^r$ - приведенное сопротивление теплопередаче соответственно стен, заполнений световых проемов, наружных дверей и ворот, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, $\frac{m^0C}{Bm}$,

$$K_m^{tr} = \frac{4956,8/3,41+1084,4/0,63+45,3/1,04+1764,7*0,312/2,126+1802,6/4,75}{9653,8} =$$

$$= 0,402 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Средняя кратность здания за отопительный период $n_a, 1/\text{ч}$,

$$n_a = \frac{L_v n_v / 168 + G_{inf} k n_{inf} / 168 \rho_a^{ht}}{\beta_v V_h},$$

где L_v – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, либо нормируемое значение при механической вентиляции, $\text{м}^3/\text{ч}$, принимается равным $5A_t$; A_t – для общественных зданий - расчетная площадь, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей, м^2

$$L_v = 5 \cdot 3289,3 = 16446,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

n_v – число работы механической вентиляции в течении недели, ч

G_{inf} – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, $\text{кг}/\text{ч}$, для общественных зданий - воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время $G_{inf} = 0,5 \beta_h V_h$,

$$G_{inf} = 0,5 \cdot 1,13 \cdot 15733,2 = 8889,3 \text{ кг}/\text{ч},$$

n_{inf} – число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и $(168 - n_v)$ для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, равный для: стыков панелей стен - 0,7; окон и балконных дверей с тройными отдельными переплетами - 0,7; то же, с двойными отдельными переплетами - 0,8; то же, со спаренными переплетами - 0,9; то же, с одинарными переплетами - 1,0,

ρ_a^{ht} – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, $\text{кг}/\text{м}^3$

$$\rho_a^{ht} = \frac{353}{273 + 0,5(t_{int} + t_{ext})} =$$

$$= 1,308 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

$$n_a = \frac{16446,5 \cdot 40/168 + 8889,3 \cdot 0,7 \cdot 168/168 \cdot 1,3}{1,13 \cdot 15733,2} =$$

$$= 0,489,$$

Приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания K_m^{inf} ,

$$K_m^{inf} = \frac{0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \gamma_a^{ht} \cdot k}{A_e^{sum}},$$

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

β_v – коэффициент, учитывающий долю внутренних ограждающих конструкций в отапливаемом объеме здания, принимаемый равным 0,85;

V_h – отапливаемый объем здания, м³;

γ_a^{ht} – средняя плотность воздуха за отопительный период, кг/м³,

$$\gamma_a^{ht} = \frac{353}{273 + t_{ext}^{av}},$$

где t_{ext}^{av} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С,

$$\gamma_a^{ht} = \frac{353}{273 - 3,1} = 1,308 \text{ кг} / \text{м}^3,$$

$$K_m^{inf} = \frac{0,28 \cdot 0,489 \cdot 0,85 \cdot 15733,2 \cdot 1,308 \cdot 0,7}{9653,8} = 0,174 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}.$$

Общий коэффициент теплопередачи здания K_m , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,402 + 0,174 = 0,576 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}.$$

4.3. Теплоэнергетические показатели

Общие теплопотери через наружную ограждающую оболочку здания за отопительный период Q_h , кВт ч:

$$Q_{ht}^y = 0,024 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum} = 0,024 \cdot 0,576 \cdot 4943 \cdot 9653,8 = 659663,8 \text{ кВт ч}$$

Бытовые теплопоступления в здании за отопительный период Q_{int} , кВтч,

$$Q_{int} = 0,024 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_r = 0,024 \cdot 12,5 \cdot 214 \cdot 3357,9 = 233949,87, \text{ кВтч},$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период, Q_s , кВтч:

$$Q_s = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (450,4 \cdot 12 + 512,8 \cdot 551 + 69,7 \cdot 232 + 51,5 \cdot 232) = 187121 \text{ кВтч}.$$

Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период Q_h^y , кВтч:

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

ν – коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать тепло; рекомендуемое значение $\nu=0,8$;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока

номенклатурного ряда отопительных приборов, и при отсутствии регулирующих

клапанов в отопительных приборах, а также учитывающий дополнительные теплопотери

через радиаторные участки ограждений, теплотери трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; для многосекционных и других протяженных зданий $\beta_h=1,13$.

$$Q_h^y = [Q_{ht}^y - (Q_{int}^y + Q_s^y) \cdot v \cdot k] \beta_v = [659663,8 - (2339,49 + 187121) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,13 = 582711,4 \text{ кВтч.}$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} , кВтч/м²,

$$q_h^{des} = \frac{Q_h^y}{A_h} = \frac{582711,4}{4518} = 129,0 \text{ кВтч/м}^2$$

Требуемый удельный расход тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление данного типа здания, q_e^{req} принимается равным $160 \cdot 0,85 = 136 \text{ кВтч/м}^2$

Класс энергетической эффективности:

$$K = \frac{129,0 - 160}{160} 100\% = -19\%,$$

Данный расчет относит здание к классу «В» по энергоэффективности и характеризуется как **высокий**.

Проект соответствует требованиям СНиП 23-02-2003 и приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 мая 2010 года № 262.

4.4. Теплотехнические параметры.

Потребность в тепловой энергии на отопление здания.

Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} при проектировании систем отопления и вентиляции составляет: $t_{ext} = -28^\circ\text{C}$

Расчетная температура внутреннего воздуха t_{int} , при теплотехнических расчетах по нормам на рассматриваемое здание: $t_{int} = 20^\circ\text{C}$.

Расчетная температура внутреннего воздуха t_{int}^h при проектировании систем отопления принята по нормам на рассматриваемое здание: $t_{int}^h = 20^\circ\text{C}$.

Расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания, определяется по формуле;

$$Q_h = \beta_{hl} [(K_{г.н/паб}^{inf} + K_m^{tr})(t_h^{int} - t_{ext}) A_e^{sum}] 0,001 = 1,13 [(0,174+0,402) \cdot 1,13] (20+28) \cdot 9653,8 \cdot 0,001 = 301 \text{ кВт.}$$

Экономия тепла от применения эффективной системы авторегулирования отопления (термостаты)

Сравнение выполняется с базовым потреблением системы отопления за отопительный период при отсутствии местного авторегулирования на вводе в здание и индивидуального на отопительных приборах при проектном утеплении здания.

$$Q_{h.bas} = \frac{301 \cdot 4943 \cdot 24}{20 + 28} = 743921,5 \text{ кВтч/год}$$

Потребность в тепловой энергии на горячее водоснабжение здания.

Средний за сутки отопительного периода расход горячей воды V_{hw}

$$V_{hw} = 320_{\text{чел}} \cdot 3,4_{\text{л/сут}} = 1,088 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Определим среднечасовой расход за отопительный период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение:

$$Q_{hw} = \frac{V_{hw}(55 - t_c)(1 + k_{hl}) \rho_w \cdot c_w}{3,6 \cdot 24} \text{ где}$$

t_c - температура холодной воды $t_c = 5^\circ\text{C}$

k_{hl} - коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами = 0.15

ρ_w - плотность воды $\rho_w = 1 \text{ кг/л}$

c_w - удельная теплоемкость воды $c_w = 4,2 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$

$$Q_{h.bas} = \frac{1,088 \cdot (55 - 5)(1 + 0,15) \cdot 1 \cdot 4,2}{3,6 \cdot 24} = 3,04 \text{ кВт}$$

Определим максимальный часовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение по формуле:

$$Q_{\max hw} = \frac{Q_{hw}(k_{hl} + k_h)}{(1 + k_{hl})} \text{ где}$$

k_h - коэффициент часовой неравномерности = 9

$$Q_{\max hw} = \frac{3,04(0,15 + 9)}{(1 + 0,15)} = 24,18 \text{ кВт}$$

Определим удельный расчетный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение по формуле:

$$Q_{yhw} = \frac{Q_{\max hw} \cdot 1000}{A_h} \text{ где}$$

A_h - площадь помещений: $A_h = 4518$

$$Q_{yhw} = \frac{24,18 * 1000}{4518} = 5,35 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Определим годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение с учетом отключения системы на ремонт по формуле:

$$Q_{yhw} = \frac{(Q_{hw} * 24)(344Khl + zhl + a(344 - zhl)(55 - tcs))}{(1 + khl) \dots \dots \dots (55 - tc)} \text{ где}$$

Zhl - продолжительность отопительного периода =214сут.
 a - коэффициент, учитывающий снижение уровня водоразбора в зданиях, в летний период принимается =1.0
 tcs - температура холодной воды в летний период tcs=15°C
 344сут. - продолжительность пользования централизованным горячим водоснабжением

$$Q_{yhw} = \frac{(5,35 * 24)(344 * 0,15 + 214 + 1(344 - 214)(55 - 15))}{(1 + 0,15) \dots \dots \dots (55 - 5)} = 12205 \text{ кВтч}$$

Определим удельную энергоёмкость системы горячего водоснабжения здания:

$$q_{hw}^y = \frac{Q_{hw}}{A_h} = \frac{12205}{4518} = 2,7 \text{ кВтч} / \text{м}^2$$

Определим общий расчетный расход тепловой энергии зданием:

$$Q = Q_h + Q_{hw} + Q_v;$$

где:

Qh - расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания Qh =311кВт.

Qhw - расчетный часовой расход тепла на горячее водоснабжение Qhw=3,04 кВт.

Qv - расчетный часовой расход тепла на принудительную вентиляцию, учтен при подсчёте приведенного инфильтрационного (условного) коэффициента теплопередачи здания.

$$Q = 301 + 3,04 + 0 = 304,04 \text{ кВт}.$$

Определим базовое количество теплоты, потребляемое зданием за год:

$$Q^y = Q^y_{h.bas} + Q^y_{hw} + Q_v(u * D_d) / (t^h_{int} - t_{ext}), \text{ где}$$

u - среднее число часов работы вентиляционных установок принудительной вентиляции, тепловых завес и кондиционирования воздуха =12час.

$$Q^y = 743921,5 + 12205 + 0 = 756126,5 \text{ кВтч}$$

Удельная тепловая энергоёмкость здания составит:

$$q^y = \frac{Q^y}{A_h} = \frac{756126,5}{4518} = 167,4 \text{ кВтч} / \text{м}^2$$

$$q^y = \frac{860 * q_y}{Q_{p_n}} = \frac{860 * 167,4}{7000} = 20,6 \text{ кг.у.т.} / \text{м}^2$$

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

Общая информация

Дата заполнения	09.11.2011г.
Адрес здания	ЦО №1748 "Вертикаль", г. Москва, Сиреневый бульвар д.68 стр.1
Разработчик проекта	ООО "Спецстройиндустрия"
Адрес и телефон разработчика	129345, г. Москва, ул. Осташковская, д. 4, стр. 2, тел.:(495) 472-88-61
Шифр проекта	12-2011-ПСД-ЭЭ

Расчетные условия

N п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°C	20,0
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°C	-28,0
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°C	-
4	Расчетная температура техподполья	t_c	°C	-
5	Продолжительность отопительного периода	Z_{ht}	сут.	214,0
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°C	-3,1
7	Градусосутки отопительного периода	D_d	°C	4943

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Общеобразовательное учреждение
9	Размещение в застройке	Отдельно стоящее
10	Тип	Трехэтажное
11	Конструктивное решение	Крупнопанельное

Геометрические и теплоэнергетические показатели

N п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5	6
Геометрические показатели					
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания всего,	A_e^{sum}, M^2	-	9653,8	9653,8
	в том числе:				
	стен	A_w, M^2	-	4956,8	4956,8
	окон и балконных дверей	A_F, M^2	-	1084,4	1084,4
	витражей	A_F, M^2	-	-	-
	фонарей	A_F, M^2	-	-	-
	входных дверей и ворот	A_{bd}, M^2	-	45,3	45,3

	покрытий (совмещенных)	$A_c, \text{м}^2$	-	1802,6	1802,6
	чердачных перекрытий (холодного чердака)	$A_c, \text{м}^2$	-	-	-
	перекрытий теплых чердаков	$A_c, \text{м}^2$	-	-	-
	перекрытий над техподпольями	$A_f, \text{м}^2$	-	-	-
	перекрытий над неотамливаемыми подвалами или подпольями	$A_f, \text{м}^2$	-	1764,7	1764,7
	перекрытий над проездами и под эркерами	$A_f, \text{м}^2$	-	-	-
	пола по грунту	$A_f, \text{м}^2$	-	-	-
13	Площадь квартир	$A_h, \text{м}^2$	-	-	-
14	Полезная площадь (общественных зданий)	$A_r, \text{м}^2$	-	3375,9	3375,9
15	Площадь жилых помещений	$A_r, \text{м}^2$	-	-	-
16	Расчетная площадь (общественных зданий)	A_h	-	4518	4518
17	Отапливаемый объем	$V_h, \text{м}^3$	-	15733,2	15733,2
18	Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,18	0,178	0,178
19	Показатель компактности здания	k_b^{des}	0,61	0,61	0,61
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_o^r, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$			
	стен	$R_w, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	3,13	3,41	-
	окон и балконных дверей	$R_F, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	0,54	0,63	-
	витражей	$R_F, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
	фонарей	$R_F, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
	входных дверей и ворот	$R_{ed}, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	0,47	1,04	-
	покрытий (совмещенных)	$R_c, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	4,67	4,75	-
	чердачных перекрытий (холодных чердаков)	$R_c, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
	перекрытий теплых чердаков (включая покрытие)	$R_c, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
	перекрытий над техподпольями	$R_f, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
	перекрытий над неотапливаемыми подвалами и подпольями	$R_f, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	4,12	6,81	-
	перекрытий над проездами и под эркерами	$R_f, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
	пола по грунту	$R_f, \text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
21	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}, \text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$	-	0,402	-
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a, \text{ч}^{-1}$	-	0,489	-
	Кратность воздухообмена здания при испытаниях (при 50 Па)	$n_{50}, \text{ч}^{-1}$	-	-	-
Пояснительная записка 12-2011-ПСД-ЭЭ					Лист 18

23	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf}, \text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$	-	0,174	0,174
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m, \text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$	-	0,576	0,568
Энергетические показатели					
25	Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h, \text{кВтч}$	-	659663,8	
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{inb}, \text{Вт}/\text{м}^2$	-	12,50	
27	Бытовые тепlopоступления в здания за отопительный период	$Q_{inb}, \text{кВтч}$	-	233 949,87	
28	Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s, \text{кВтч}$	-	187121	
29	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^v, \text{кВтч}$	-	582711,4	

Коэффициенты

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_0^{des}	-	-
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_{des}	-	-
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ζ	0,95	0,95
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	k	0,70	0,70
34	Коэффициент учета дополнительного тепlopотребления	β_h	1,13	1,13

Комплексные показатели

35	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$q_h^{des}, \text{кВтч}/\text{м}^2$		129,0
36	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_b^{req}, \text{кВтч}/\text{м}^2$		160*0,85=136,00
37	Класс энергетической эффективности	-	-	В

38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию	-	-	да
39	Дорабатывать ли проект	-	-	нет

Указания к повышению энергетической эффективности

40	Рекомендуем:
----	--------------

41	Паспорт заполнен	
	Организация	ООО "Спецстройиндустрия"
	Адрес и телефон	129345, г. Москва, ул. Осташковская, д. 4, стр. 2, тел.:(495) 472-88-61
	Ответственный исполнитель	Бурнашов В.С.

М.П.

∥