

**Общество с ограниченной ответственностью
«САМТОРЕС-М»**

Лицензия МК РФ № 02696 от 16.07.2015 г.

Свидетельство СРО «Гильдия архитекторов и проектировщиков Поволжья»
№ 0311.01-2017-6317035187-П-038 от 21.03.2017 г.

Объект культурного наследия регионального значения
«Дом С.Е. Грацинского»,
расположенный по адресу:
г. Пермь, ул. 25 Октября, 47/Малышева, 14

НАУЧНО – ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

**Проект реставрации и приспособления к
современному использованию.**

**Раздел 4 (12) «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований
энергетической эффективности и требований оснащённости
зданий, строений и сооружений приборами учета используемых
энергетических ресурсов»**

Шифр: МК-0356300030519000038-ЭЭ

Экз. № _____

г. Самара, 2019 г.

**Общество с ограниченной ответственностью
«САМТОРЕС-М»**

Лицензия МК РФ № 02696 от 16.07.2015 г.

Свидетельство СРО «Гильдия архитекторов и проектировщиков Поволжья»
№ 0311.01-2017-6317035187-П-038 от 21.03.2017 г.

Объект культурного наследия регионального значения
«Дом С.Е. Грацинского»,
расположенный по адресу:
г. Пермь, ул. 25 Октября, 47/Малышева, 14

НАУЧНО – ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

**Проект реставрации и приспособления к
современному использованию.**

**Раздел 4 (12) «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований
энергетической эффективности и требований оснащённости
зданий, строений и сооружений приборами учета используемых
энергетических ресурсов»**

Заказчик:

**Муниципальное казенное учреждение
«Содержание муниципального имущества» г. Пермь**

**Директор
ООО «САМТОРЕС-М»:**

Кузнецов А.В.

МК-0356300030519000038-ЭЭ

Экз. № _____

г. Самара, 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

Обозначение	Наименование	Примечание
МК-0356300030519000038-ЭЭ.С	Содержание тома	2
МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т	Текстовая часть	3
МК-0356300030519000038-ЭЭ.РИ	Таблица регистрации изменений	35

Согласовано		

Взаминд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

МК-0356300030519000038-ЭЭ.С

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Беляков					П		1
ГИП		Васильев					ООО "Самторес-М"		
Н. контр.									

1 Исходные данные

Проектируемый объект – Объект культурного наследия регионального значения «Дом С.Е. Грацинского», расположенный по адресу: г. Пермь, ул. 25 Октября, 47/Малышева, 14.

Место строительства: Пермская область; г. Пермь.

Основные климатические параметры региона (определяемые, согласно [3]) представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные климатические параметры региона

Параметр	Значение	Размерность
Холодный период года		
Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98:	-43	°C
Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92:	-39	°C
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98:	-38	°C
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92:	-35	°C
Температура воздуха, обеспеченностью 0,94:	-19	°C
Абсолютная минимальная температура воздуха:	-47	°C
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца:	7,8	°C
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха – 0°C:	162	сут
Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха – 0°C:	-9,2	°C
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха – 8°C:	225	сут
Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха – 8°C:	-5,5	°C
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха – 10°C:	242	сут
Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха – 10°C:	-4,5	°C
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца:	78	%
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца:	77	%
Количество осадков за ноябрь – март:	195	мм
Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль:	Ю	–
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь:	3,4	м/с
Средняя скорость ветра, за период со средней суточной температурой воздуха – 8°C	2,8	м/с
Теплый период года		
Барометрическое давление	995	гПа
Температура воздуха, обеспеченностью 0,95	23	°C
Температура воздуха, обеспеченностью 0,98	26	°C
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	24,4	°C
Абсолютная максимальная температура воздуха	37	°C
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца	11,3	°C
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	68	%
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца	54	%
Количество осадков за апрель–октябрь	441	мм
Суточный максимум осадков	72	мм
Преобладающее направление ветра за июнь–август	С	–
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль	0	м/с

Таблица 1.2 – Основные годовые и месячные климатические параметры региона

Параметр / месяц, Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя месячная и годовая температуры воздуха, °C	-14	-12,3	-4,5	3,6	10,9	16	18,2	15,2	9,6	2,3	-5,3	-11,2	2,4
Среднее месячное и годовое парциальные давления, гПа	2,1	2,1	3,4	5,3	7,8	12,1	14,8	13	9,5	6,1	3,8	2,6	6,9

Согласно техническому заданию, расчетная средняя температура внутри основных помещений здания принимается равной $t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}$;

– расчетная относительная влажность воздуха внутри основных помещений здания

Лист

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

2

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

принимается равной 50%;

- нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности ограждающих конструкций определяется согласно таблице 5 [1];

- зона влажности Нормальная (2);

- условия эксплуатации ограждающих конструкций - Б;

- градусо - сутки отопительного периода ГСОП = $(t_{в} - t_{от}) \cdot Z_{от} = 5287,5$;

- нормативная глубина промерзания 1,9м.

Инв. № подл.						МК-0356300030519000038-33.Т	Лист	
							3	
	Взам. инв. №	Подл. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Кол.уч		Лист	№ док

2 Мероприятия по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности

а) Сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, тепловую энергию, воду, горячую воду для нужд горячего водоснабжения и электрическую энергию, параметрах и режимах их работы, характеристиках отдельных параметров технологических процессов;

Потребителями электроэнергии объекта являются:

- осветительное оборудование;
- технологическое оборудование ИТП.

Система горячего водоснабжения в здании не предусмотрена.

Инженерное оборудование, обеспечивающие создание требуемого напора воды, проектом не предусмотрено

б) Сведения о потребности (расчетные (проектные) значения нагрузок и расхода) объекта капитального строительства в топливе, тепловой энергии, воде, горячей воде для нужд горячего водоснабжения и электрической энергии, в том числе на производственные нужды, и существующих лимитах их потребления;

Ввиду отсутствия данных о количестве водопотребителей и санитарно-технических приборов в здании, расчет расходов воды на хозяйственно питьевые нужды, в том числе на автоматическое пожаротушение и техническое водоснабжение, включая обратное, по объекту не проводился.

Система горячего водоснабжения в здании не предусмотрена.

Таблица 2.1 Основные показатели тепловых нагрузок проекта

Наименование здания (сооружение) помещений	Объем м3	Периоды года при tн, С	Расход тепла, ВТ (ккал/ч)				Расход холода ВТ,	Установленн. мощн. Эл. двигат. кВт
			На отопление	На вентиляцию	На горячее водоснабжение	Общий		
«ДОМ С.Е. ГРАЦИНСКОГО»		-35	61055	-	-	61055		
			(52497)	-	-	(52497)		

в) Сведения об источниках энергетических ресурсов, их характеристиках (в соответствии с техническими условиями), о параметрах энергоносителей, требованиях к надежности и качеству поставляемых энергетических ресурсов;

Водоснабжение.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т	Лист
							4

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения для объекта являются существующие наружные сети хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Здание оборудуется системой хозяйственно-питьевого водоснабжения В1.

Подключение к хозяйственно-питьевому водопроводу производится с установкой колодца и задвижки DN50.

Хозяйственно-питьевой водопровод запроектирован тупиковым — на вводе в здании в техническом подполье предусмотрена установка задвижки DN50.

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети.

Система отопления выполнена в виде двухтрубных горизонтальных веток с попутным движением теплоносителя. Теплоноситель от ИТП поступает по главному стояку (Гл.СТ) на чердак, откуда по вертикальным стоякам поступает к горизонтальным веткам. Обратный трубопровод от горизонтальных веток стояками поднимается на чердак и затем главным стояком опускается в ИТП. В качестве отопительных приборов предусмотрены биметаллические радиаторы высотой 500мм. Отопительные приборы поставляются в комплекте с воздухоотводчиками, комплектом крепления к стене либо к полу. Отопительные приборы устанавливаются под окнами или около стены.

з) Перечень мероприятий по резервированию электроэнергии и описание решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах;

Резервирование электроэнергии данным проектом не предусматривается.

д) Сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в объекте капитального строительства;

Согласно п. 5 ст.11 главы №3 261-ФЗ [6], а также п.1 [1] требования энергетической эффективности не распространяются на здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры).

е) Сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов энергетических ресурсов и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются);

Согласно п. 5 ст.11 главы №3 261-ФЗ [6], а также п.1 [1] требования энергетической эффективности не распространяются на здания, строения, сооружения, которые в соответствии

Взам. инв. №
Подл. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

требований к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющих исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта, так и в процессе эксплуатации;

Согласно п. 5 ст.11 главы №3 261-ФЗ [6], а также п.1 [1] требования энергетической эффективности не распространяются на здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры).

Перечень строительных ограждающих конструкций здания, требуемые и расчетными (приведенными) сопротивлениями ограждающих конструкций, рассчитанные в разделе 3 представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Перечень строительных ограждающих конструкций здания

№ п/п	Наименование ограждения Наименование слоя	Толщина слоя δ, м	Схема конструкции	Сопротивление теплопередаче, м ² С/Вт	
				требуемое	расчетное
Стена здания 510 мм					
1	Цементно-песчаный раствор	0,02		1,35	0,79
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	0,51			
Стена здания 700 мм					
1	Цементно-песчаный раствор	0,02		1,35	1,02
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	0,7			
Перекрытие – пол над техническим подпольем					
1	Керамическая плитка	0,008		0,59	5,71
2	Клей для укладки керамической плитки	0,015			
3	Сборная стяжка ЦСП в 2 слоя по 10 мм	0,02			
4	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОФЛОР	0,05			
5	Половая доска	0,03			
6	Гидроизоляция паропроницаемой мембраной Изоспан А	0,00045			
7	Лаги 50x200, шаг 300	0,2			
8	Технологический зазор	0,115			
9	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОАКУСТИК	0,15			
10	Пародарьер Изоспан В	0,00025			
11	Доска сплошная	0,025			
12	Технологический зазор	0,08			
13	Доска сплошная	0,025			
Перекрытие чердачное					
1	Штукатурка известковая по дранке	0,04		2,52	5,26
2	Деревянная основа (дранка)	0,025			
3	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА (или аналог)	0,2			
4	Паропроницаемая мембрана	0,00045			
	Окна	-		0,69	0,69
	Двери	-		0,81	0,81

Окна выполняются в деревянных или ПВХ переплетах с двухкамерным стеклопакетом и теплоотражающим покрытием.

Согласно техническому заданию в проекте необходимо предусмотреть оптимальные

Взам. инв. №
Подл. и дата
Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист № док Подл. Дата

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

7

алгоритмы обогрева помещений и электроосвещения.

к) Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности и требования оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов не распространяются), включающий мероприятия по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к архитектурным, конструктивным, функционально-технологическим и инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений, и если это предусмотрено в задании на проектирование, – требований к устройствам, технологиям и материалам, используемым в системах электроснабжения, водоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и газоснабжения, позволяющих исключить нерациональный расход энергии и ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта, так и в процессе эксплуатации;

Применение энергоэффективного электрооборудования с автоматическим регулированием расхода энергоресурсов.

Проектом обеспечивается выполнение следующих мероприятий:

1. Проектом предусмотрено применение полиэтиленовых труб, являющихся долговечными и коррозионностойкими;
2. Оборудование осветительными приборами в местах общего пользования;
3. Установка оборудования, обеспечивающего выключение освещения при отсутствии людей в местах общего пользования (выключатели);

л) Перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемых энергетических ресурсов;

Система электроснабжения:

Проектом установка приборов учета в здании не предусмотрена.

Система водоснабжения:

Проектом установка приборов учета в здании не предусмотрена.

Отопление:

Расположение узла учета тепловой энергии предусмотрено в ИТП на узле ввода расположенном в техническом подполье, но проектирование самого узла учета отопления проектом не предусматривается.

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

8

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист № док Подп. Дата

м) Обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов (с учетом требований энергетической эффективности в отношении товаров, используемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсоснабжения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений);

Согласно п. 5 ст.11 главы №3 261-ФЗ [6], а также п.1 [1] требования энергетической эффективности не распространяются на здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры).

н) Описание и обоснование принятых архитектурных, конструктивных, функционально-технологических и инженерно-технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе в отношении наружных и внутренних систем электроснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха помещений (включая обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, решений в отношении тепловой изоляции теплопроводов, характеристик материалов для изготовления воздуховодов), горячего водоснабжения, обратного водоснабжения и повторного использования тепла подогретой воды, решений по отделке помещений, решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей;

Энергосбережение в помещениях объекта принято согласно действующим нормативным документам.

о) Спецификацию предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход энергии и ресурсов, в том числе основные их характеристики, сведения о типе и классе предусмотренных проектом проводов и осветительной арматуры;

Все электрооборудование и кабельная продукция, приобретаемые для монтажа, должно иметь сертификаты Госстандарта России с печатью продавца, а кабели – дополнительно пожарный сертификат.

Полный перечень оборудования, содержащий сведения о типе и классе проводов перечислен в спецификации на листе 1 раздела проекта МК-0356300030519000038-П-ЭС.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

9

п) Описание мест расположения приборов учета используемых энергетических ресурсов, устройств сбора и передачи данных от таких приборов;

Ввод хозяйственно-питьевого водопровода системы В1 в здание запроектирован подземным на глубине не менее 2,6 м от поверхности земли из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17 — 63x3,8, питьевая по ГОСТ 18599-2001.*

Теплоснабжение проектируемого здания предусмотрено от существующей тепловой сети. Размещение узла учета тепла предусмотрено на источнике теплоснабжения (ИТП).

Данным проектом установка приборов учета в здании не предусмотрена.

р) Описание и обоснование применяемых систем автоматизации и диспетчеризации и контроля тепловых процессов (для объектов производственного назначения) и процессов регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

Автоматизация системы водоснабжения не предусмотрена.

На подводках к отопительным приборам в соответствии с п. 6.4 9 СП 60.13330.2012 устанавливается запорно-регулирующая арматура: на подаче устанавливается регулирующий клапан (кран двойной регулировки); на обратке устанавливается шаровой кран.

с) Описание схемы прокладки наружного противопожарного водопровода;

Ввиду отсутствия данных о количестве водопотребителей, расчет расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды, в том числе на автоматическое пожаротушение, по объекту не проводился. Данным проектом наружный противопожарный водопровод не предусмотрен.

т) Сведения об инженерных сетях и источниках обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, тепловой энергией.

Временное водоснабжение осуществляется за счет привозной воды в пластиковых емкостях 19 л.

Электроснабжение объекта на период строительства осуществляется от временной электрощитовой, подключенной к МТП.

Источникам теплоснабжения сеть электроснабжения.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

10

Y_n построена для значений температуры внутреннего воздуха $t_в = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\varphi_в = 50 \%$ и наружного воздуха $t_n^l = -14 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 78 \%$ и характеризует значения безразмерного сопротивления паропроницанию для состояния полного насыщения влажного воздуха водяным паром.

$$Y_n = \frac{e_в - 10^N}{e_в - e_n}, \text{ где } N = 2,125 + \frac{156 + 8,12 \cdot [t_в - X(t_в - t_n^l)]}{236 + t_в - X(t_в - t_n^l)}$$

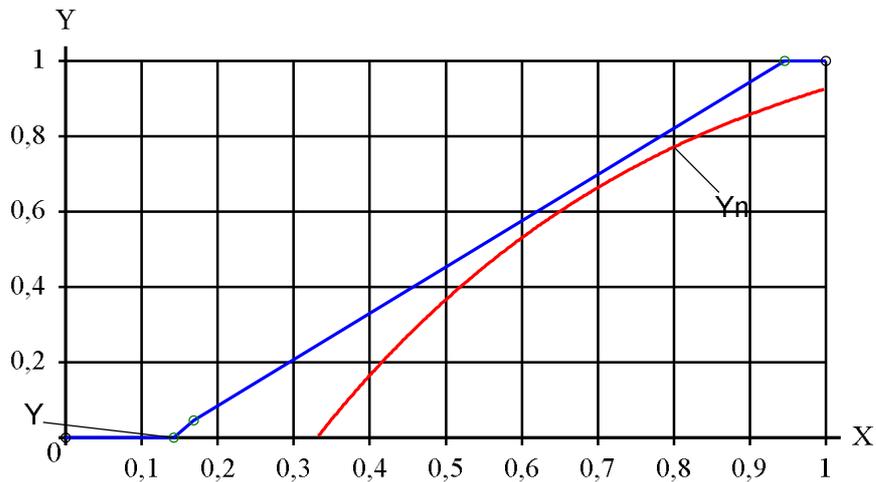


Рисунок 3.2 – Зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X

Так как линии Y и Y_n не пересекаются, то конденсации водяного пара в толще рассматриваемой конструкции не будет.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

МК-0356300030519000038-33.Т

13

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

3 Теплофизические расчеты ограждающих конструкций

Площади наружных ограждающих конструкций, отапливаемая площадь и объем здания, необходимые для расчета энергетического паспорта, и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания определялись согласно проекту в соответствии с техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений № 384-ФЗ [8], СП 50.13330.2012 [1].

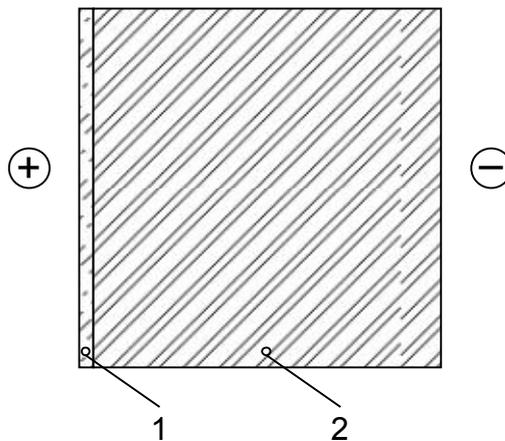
3.1 Стена здания 510 мм (условие эксплуатации – Б)

В таблице 3.1 показан состав ограждения, а на рисунке 3.1 показан порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия.

Таблица 3.1 – Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°С)	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
1	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,93	0,09
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	0,51	1800	0,81	0,11

В помещении
Температура: $t_{в} = 18^{\circ}\text{C}$
Влажность: $\varphi_{в} = 50\%$
Температура, точки росы:
 $t_{р}^{в} = 7,41^{\circ}\text{C}$
Коэффициент теплоотдачи:
 $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{C})$



Вне помещения
Температура: $t_{н} = -35^{\circ}\text{C}$
Влажность: $\varphi_{н} = 78\%$
Температура, точки росы:
 $t_{р}^{н} = -37,27^{\circ}\text{C}$
Коэффициент теплоотдачи:
 $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{C})$

Рисунок 3.1 – Порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия

Теплотехнический расчет ограждения

Определяем требуемое сопротивление строительной ограждающей конструкции.

С учетом санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации [1, формула 5.4]:

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_{в} - t_{н})}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{в}} = (18 + 35) / (4,5 \cdot 8,7) = 1,35 \text{ м}^2\cdot\text{C}/\text{Вт}.$$

Определяем приведенное сопротивление ограждения:

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

11

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

$$R_o^{np} = r \cdot R_o = r \cdot (1/\alpha_g + R1 + R2 + 1/\alpha_n) =$$

$$= 0,98 \cdot (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,51/0,81 + 1/23) = 0,98 \cdot 0,81 = 0,79 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи для гладкой ограждения: $k = 1/R_o = 1/0,8 = 1,235 \text{ Вт/м}^2\text{С}.$

Для проверки условий конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения определяем температуру этой поверхности τ_g . Для этого вычислим удельный тепловой поток, проходящий через ограждение:

$$q = k(t_g - t_n) = 1,235 \cdot (18 - 35) = -65,4 \text{ Вт/м}^2$$

$$\tau_g = t_g - \frac{q}{\alpha_g} = 18 - 65,4/8,7 = 10,4 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$\tau_g > t_p^e; \quad 10,4 > 7,41$$

Так как температура точки росы при заданных параметрах внутреннего воздуха меньше температуры внутренней поверхности ограждения, то конденсация влаги на поверхности ограждения маловероятна.

Расчет влажностного режима ограждения

Определяем сопротивление паропроницанию конструкции согласно [1]:

$$R_{n,o} = \sum_{i=1}^m R_{ni}, \quad R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \quad \text{где } m - \text{число слоев ограждения: } m=2.$$

Согласно методу расчета влажностного режима ограждающих конструкций, приведенного в [5], определяем значения безразмерного термического сопротивления X_i и безразмерного сопротивления паропроницанию Y_i на границах слоев по формулам:

$$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}; \quad Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}.$$

Сопротивления и безразмерные переменные заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сопротивления и безразмерные переменные

№ п/п	$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2\text{С/Вт}$	$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$	$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}$	$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}$
1	0,02	0,22	0,168	0,045
2	0,63	4,63	0,946	1

На рисунке 3.2 представлена зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X для рассматриваемой конструкции. Кривая

МК-0356300030519000038-33.Т

Лист

12

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

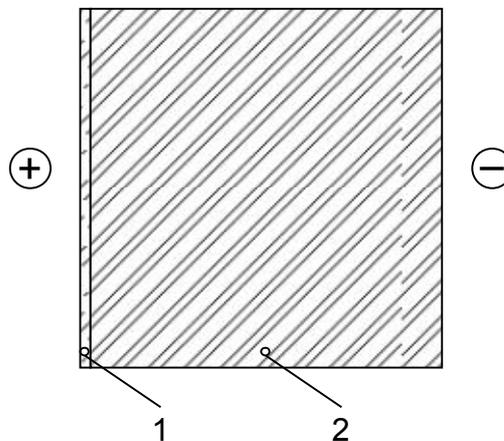
3.2 Стена здания 700 мм (условие эксплуатации – Б)

В таблице 3.3 показан состав ограждения, а на рисунке 3.3 показан порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия.

Таблица 3.3 – Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ⁰ С)	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
1	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,93	0,09
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	0,7	1800	0,81	0,11

В помещении
Температура: $t_e = 18^\circ\text{C}$
Влажность: $\varphi_e = 50\%$
Температура, точки росы:
 $t_p^e = 7,41^\circ\text{C}$
Коэффициент теплоотдачи:
 $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{C})$



Вне помещения
Температура: $t_n = -35^\circ\text{C}$
Влажность: $\varphi_n = 78\%$
Температура, точки росы:
 $t_p^n = -37,27^\circ\text{C}$
Коэффициент теплоотдачи:
 $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{C})$

Рисунок 3.3 – Порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия

Теплотехнический расчет ограждения

Определяем требуемое сопротивление строительной ограждающей конструкции.

С учетом санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации [1, формула 5.4]:

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} = (18 + 35) / (4,5 \cdot 8,7) = 1,35 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}.$$

Определяем приведенное сопротивление ограждения:

$$R_o^{\text{пр}} = r \cdot R_o = r \cdot (1/\alpha_e + R1 + R2 + 1/\alpha_n) = \\ = 0,98 (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,7/0,81 + 1/23) = 0,98 \cdot 1,04 = 1,02 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи для гладки ограждения: $k = 1/R_o = 1/1 = 0,957 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{C}$.

Для проверки условий конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения определяем температуру этой поверхности t_e . Для этого вычислим удельный тепловой поток, проходящий через ограждение:

МК-0356300030519000038-33.Т

Лист

14

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист № док Подп. Дата

$$q = k(t_g - t_n) = 0,957 \cdot (18 + 35) = 50,7 \text{ Вт/м}^2$$

$$\tau_g = t_g - \frac{q}{\alpha_g} = 18 - 50,7 / 8,7 = 12,1^\circ\text{C}$$

$$\tau_g > t_p^g; \quad 12,1 > 7,41$$

Так как температура точки росы при заданных параметрах внутреннего воздуха меньше температуры внутренней поверхности ограждения, то конденсация влаги на поверхности ограждения маловероятна.

Расчет влажностного режима ограждения

Определяем сопротивление паропрооницанию конструкции согласно [1]:

$$R_{n,o} = \sum_{i=1}^m R_{ni}, \quad R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \quad \text{где } m - \text{число слоев ограждения: } m=2.$$

Согласно методу расчета влажностного режима ограждающих конструкций, приведенного в [5], определяем значения безразмерного термического сопротивления X_i и безразмерного сопротивления паропрооницанию Y_i на границах слоев по формулам:

$$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}; \quad Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}$$

Сопротивления и безразмерные переменные заносим в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Сопротивления и безразмерные переменные

№ п/п	$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$	$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}$	$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}$
1	0,02	0,22	0,13	0,033
2	0,86	6,36	0,958	1

На рисунке 3.4 представлена зависимость безразмерного сопротивления паропрооницанию Y от безразмерного термического сопротивления X для рассматриваемой конструкции. Кривая Y_n построена для значений температуры внутреннего воздуха $t_g = 18^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\varphi_g = 50\%$ и наружного воздуха $t_n^l = -14^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 78\%$ и характеризует значения безразмерного сопротивления паропрооницанию для состояния полного насыщения влажного воздуха водяным паром.

$$Y_n = \frac{e_g - 10^N}{e_g - e_n}, \quad \text{где } N = 2,125 + \frac{156 + 8,12 \cdot [t_g - X(t_g - t_n^l)]}{236 + t_g - X(t_g - t_n^l)}$$

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

15

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

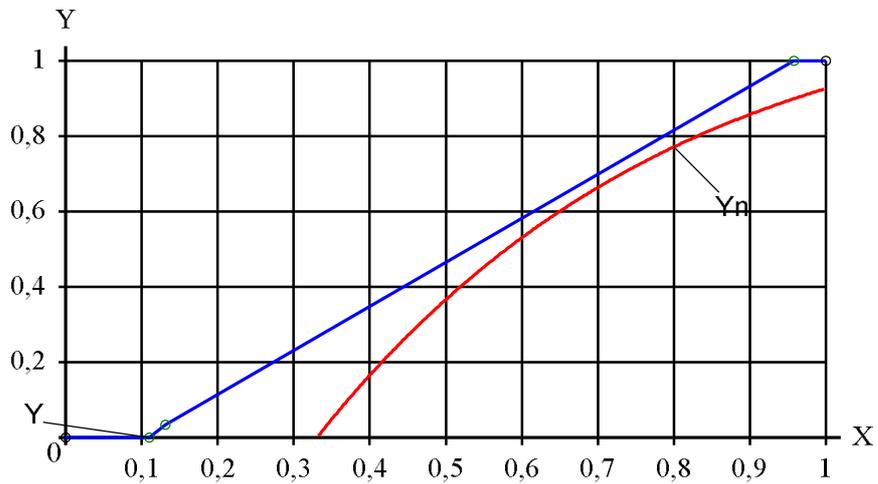


Рисунок 3.4 – Зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X

Так как линии Y и Y_n не пересекаются, то конденсации водяного пара в толще рассматриваемой конструкции не будет.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

МК-0356300030519000038-33.Т

16

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

3.3 Перекрытие – пол над техническим подпольем (условие эксплуатации – Б)

В таблице 3.5 показан состав ограждения, а на рисунке 3.5 показан порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия.

Таблица 3.5 – Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°С)	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
1	Керамическая плитка	0,008	1800	0,81	0,018
2	Клей для укладки керамической плитки	0,015	1400	0,6	0,01
3	Сборная стяжка ЦСП в 2 слоя по 10 мм	0,02	1150	0,3	0,12
4	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОФЛОР	0,05	110	0,044	0,3
5	Половая доска	0,03	500	0,18	0,06
6	Гидроизоляция паропроницаемой мембраной Изоспан А	0,00045	900	0,22	0,0009
7	Лаги 50х200, шаг 300	0,2	500	0,35	0,32
8	Технологический зазор	0,115			
9	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОАКУСТИК	0,15	45	0,04	0,3
10	Пародарьер Изоспан В	0,00025	900	0,22	0,00003
11	Доска сплошная	0,025	500	0,18	0,06
12	Технологический зазор	0,08			
13	Доска сплошная	0,025	500	0,18	0,06

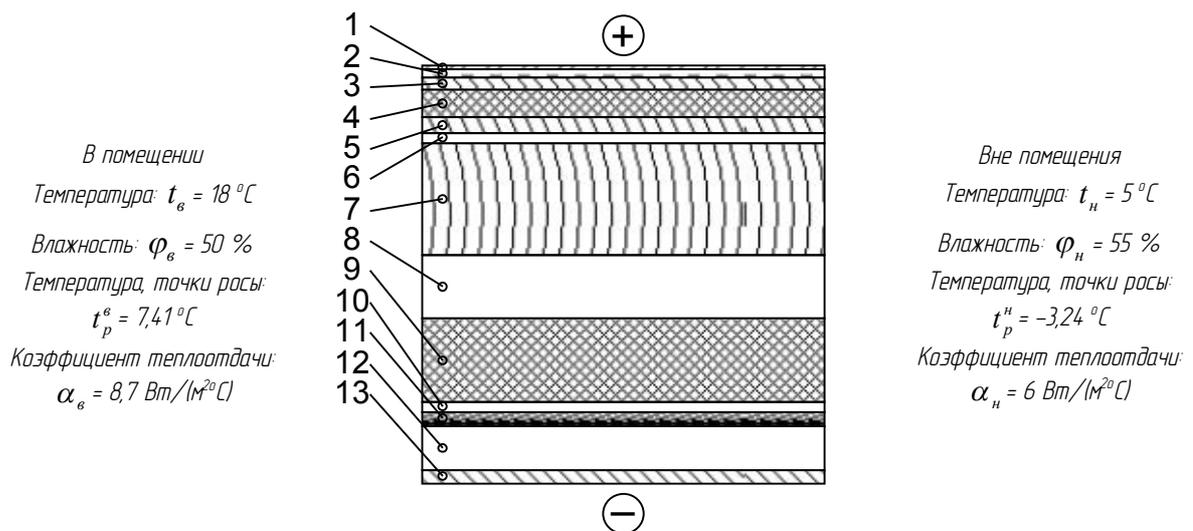


Рисунок 3.5 – Порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия

Теплотехнический расчет ограждения

Определяем требуемое сопротивление строительной ограждающей конструкции.

С учетом санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации [1, формула 5.4]:

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_{в} - t_{н})}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{в}} = (18+5)/(2,5 \cdot 8,7) = 0,59 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}.$$

Определяем приведенное сопротивление ограждения:

$$R_o^{\text{пр}} = r \cdot R_o = r \cdot (1/\alpha_{в} + R1+R2+R3+R4+R5+R6+R7+R8+R9+R10+1/\alpha_{н}) =$$

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

17

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

$$=1(1/8,7+0,008/0,81+0,015/0,6+0,02/0,3+0,05/0,044+0,03/0,18+0,00045/0,22+0,15/0,04+0,00025/0,22+0,025/0,18+0,025/0,18+1/6)= 5,71 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

Расчет влажностного режима ограждения

Определяем сопротивление паропроницанию конструкции согласно [1]:

$$R_{п,о} = \sum_{i=1}^m R_{ni}, R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ где } m - \text{ число слоев ограждения: } m=10.$$

Согласно методу расчета влажностного режима ограждающих конструкций, приведенного в [5], определяем значения безразмерного термического сопротивления X_i и безразмерного сопротивления паропроницанию Y_i на границах слоев по формулам:

$$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}; Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}.$$

Сопротивления и безразмерные переменные заносим в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Сопротивления и безразмерные переменные

№ п/п	$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Втм}$	$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}$	$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}$
1	0,01	0,44	0,021	0,039
2	0,02	1,5	0,026	0,174
3	0,06	0,16	0,037	0,189
4	1,13	0,16	0,236	0,204
5	0,16	0,5	0,265	0,248
6	0	0,05	0,266	0,253
7	3,75	0,5	0,922	0,298
8	0	7	0,922	0,925
9	0,13	0,41	0,946	0,962
10	0,13	0,41	0,97	1

На рисунке 3.6 представлена зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X для рассматриваемой конструкции. Кривая Y_n построена для значений температуры внутреннего воздуха $t_b = 18 \text{ °C}$ и относительной влажности $\phi_b = 50 \%$ и наружного воздуха $t_n^l = 5 \text{ °C}$; $\phi_n = 55 \%$ и характеризует значения безразмерного сопротивления паропроницанию для состояния полного насыщения влажного воздуха водяным паром.

$$Y_n = \frac{e_b - 10^N}{e_b - e_n}, \text{ где } N = 2,125 + \frac{156 + 8,12 \cdot [t_b - X(t_b - t_n^l)]}{236 + t_b - X(t_b - t_n^l)}.$$

Взам. инв. №
Подл. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата
------	-------	------	-------	-------	------

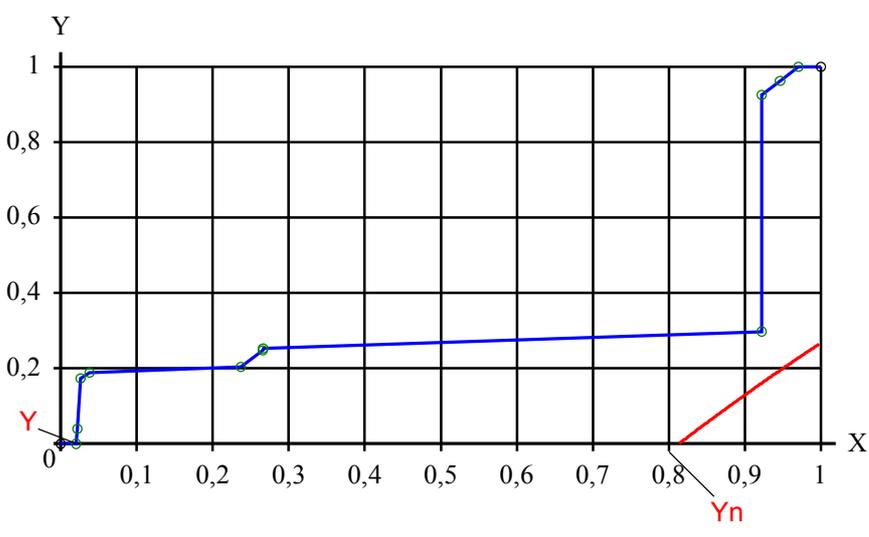


Рисунок 3.6 – Зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X

Так как линии Y и Y_n не пересекаются, то конденсации водяного пара в толще рассматриваемой конструкции не будет.

Инд. № подл.	Взам. инв. №				
Подл. и дата					
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подл.	Дата

3.4 Перекрытие чердачное (условие эксплуатации – Б)

В таблице 3.7 показан состав ограждения, а на рисунке 3.7 показан порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия.

Таблица 3.7 – Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ⁰ С)	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
1	Штукатурка известковая по дранке	0,04	1800	0,93	0,09
2	Деревянная основа (дранка)	0,025	500	0,18	0,06
3	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА (или аналог)	0,2	38	0,041	0,3
4	Паропроницаемая мембрана	0,00045	900	0,22	0,009

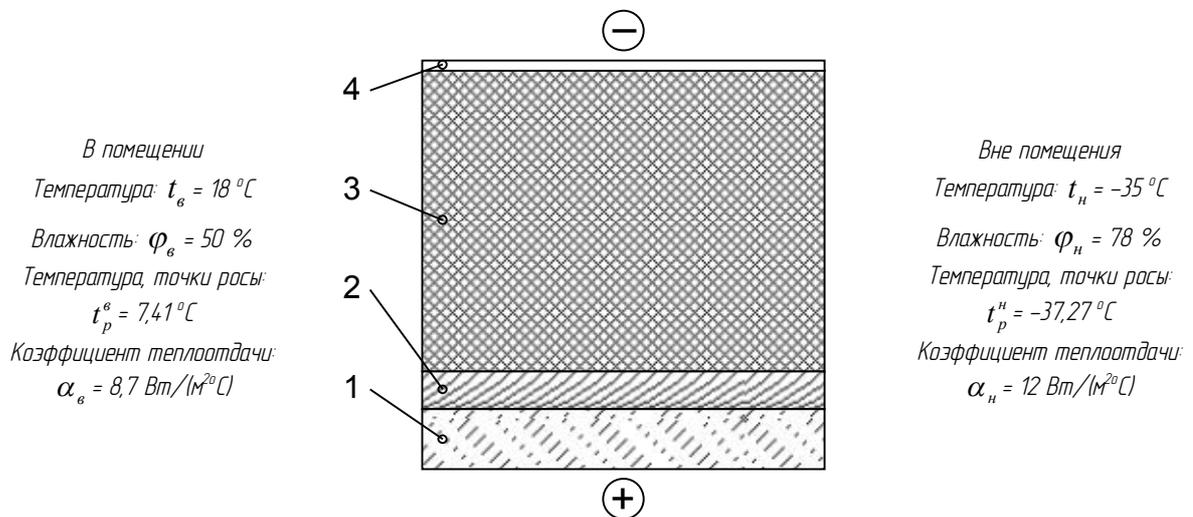


Рисунок 3.7 – Порядок расположения слоев в конструкции, граничные условия
Теплотехнический расчет ограждения

Определяем требуемое сопротивление строительной ограждающей конструкции.

Согласно [1, таблица 4] R_o^{mp} для конструкции: $R_o^{mp} = 3,15 \text{ м}^2\text{С/Вт}$.

Согласно [1, формула 5.1]: $R_o^{norm} = R_o^{mp} \cdot 0,8 = 3,15 \cdot 0,8 = 2,52 \text{ м}^2\text{С/Вт}$.

С учетом санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации [1, формула 5.4]:

$$R_o^{norm} = \frac{(t_g - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_g} = \frac{(18 + 35)}{4 \cdot 8,7} = 1,52 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Согласно [1, п.5.1] принимаем наибольшее значение $R_o^{norm} = 2,52 \text{ м}^2\text{С/Вт}$.

Определяем приведенное сопротивление ограждения:

$$R_o^{np} = r \cdot R_o = r \cdot (1/\alpha_g + R1 + R2 + R3 + R4 + 1/\alpha_n) =$$

$$= 1 \cdot (1/8,7 + 0,04/0,93 + 0,025/0,18 + 0,2/0,041 + 0,00045/0,22 + 1/12) = 5,26 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

МК-0356300030519000038-33.Т

Лист

20

Расчет влажностного режима ограждения

Определяем сопротивление паропроницанию конструкции согласно [1]:

$$R_{п,о} = \sum_{i=1}^m R_{ni}, R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ где } m - \text{ число слоев ограждения: } m=4.$$

Согласно методу расчета влажностного режима ограждающих конструкций, приведенного в [5], определяем значения безразмерного термического сопротивления X_i и безразмерного сопротивления паропроницанию Y_i на границах слоев по формулам:

$$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}; Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}.$$

Сопротивления и безразмерные переменные заносим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Сопротивления и безразмерные переменные

№ п/п	$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	$X_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_o}$	$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}$
1	0,04	0,44	0,03	0,281
2	0,13	0,41	0,056	0,545
3	4,87	0,66	0,983	0,968
4	0	0,05	0,984	1

На рисунке 3.8 представлена зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X для рассматриваемой конструкции. Кривая Y_n построена для значений температуры внутреннего воздуха $t_в = 18 \text{ °C}$ и относительной влажности $\varphi_в = 50 \%$ и наружного воздуха $t_н^l = -14 \text{ °C}$; $\varphi_н = 78 \%$ и характеризует значения безразмерного сопротивления паропроницанию для состояния полного насыщения влажного воздуха водяным паром.

$$Y_n = \frac{e_в - 10^N}{e_в - e_н}, \text{ где } N = 2,125 + \frac{156 + 8,12 \cdot [t_в - X(t_в - t_н^l)]}{236 + t_в - X(t_в - t_н^l)}.$$

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Лист

МК-0356300030519000038-33.Т

21

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

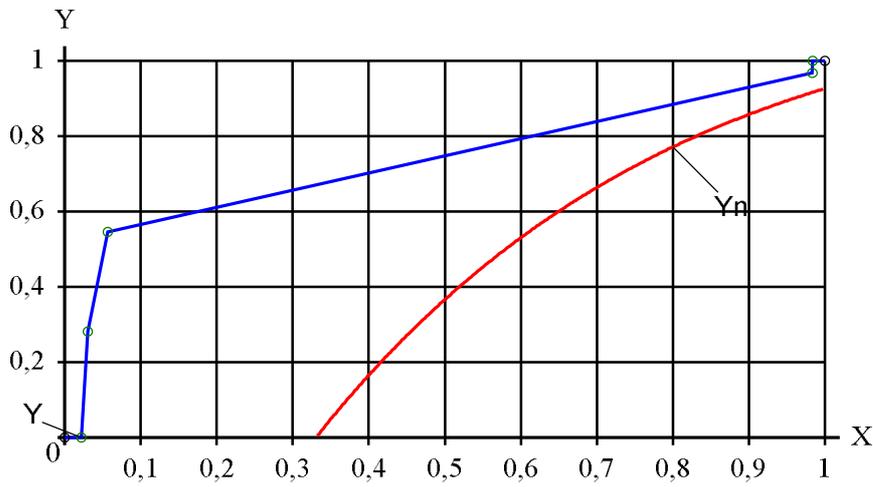


Рисунок 3.8 – Зависимость безразмерного сопротивления паропроницанию Y от безразмерного термического сопротивления X

Так как линии Y и Y_n не пересекаются, то конденсации водяного пара в толще рассматриваемой конструкции не будет.

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

МК-0356300030519000038-33.Т

4 Оценка энергетической эффективности здания

В соответствии с разработанными объемно-планировочными и компоновочными решениями здания по чертежам определяем его геометрические размеры:

отапливаемая высота здания $H = 6,9$ м,

число этажей в здании $N = 2$ этажное.

Средняя температура отопительного периода $t_{om} = -5,5$ °С;

продолжительность отопительного периода $z_{om} = 225$ сут;

расчетная температура внутреннего воздуха в здании $t_b = 18$ °С.

На основе климатических характеристик района строительства и микроклимата помещения по формуле (5.2) рассчитывается величина градусо-суток отопительного периода:

$$ГСОП = (t_b - t_{om}) \cdot z_{om} = (18 - (-5,5)) \cdot 225 = 5288 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

В технических помещениях, лестнично – лифтовых узлах (ЛЛУ) и ряде других помещений температура внутреннего воздуха отличается от основных помещений здания. Коэффициент, учитывающий отличие внутренней температуры помещения от расчетной температуры для здания рассчитывается по формуле (5.3) [1]: $n_i = \frac{t'_b - t'_{om}}{t_b - t_{om}}$ и он приводится отдельной графой в

таблице 4.1.

Расчетные характеристики строительных ограждающих конструкций здания с учетом требований [6] представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчетные характеристики строительных ограждающих конструкций здания

Этаж, помещение	Характеристика ограждения					
	Наименование	Ориентация	Площадь, $A, \text{ м}^2$	Температура помещения $T, \text{ °С}$	Сопротивление теплопередаче, $R_o^{np}, \text{ м}^2 \text{ °С} / \text{Вт}$	n_i
1	2	3	4	5	6	7
1 этаж	НС	С	23,83	18	0,81	1
	НС	С	36,93	18	1	1
	ДО	С	2,35	18	0,69	1
	ДН	С	3,04	18	0,81	1
	НС	В	27,79	18	0,81	1
	ДО	В	4,65	18	0,69	1
	ДН	В	3,57	18	0,81	1
	НС	В	36,26	18	1	1
	ДО	В	11,64	18	0,69	1
	НС	Ю	50,81	18	1	1
	ДО	Ю	18,63	18	0,69	1
	НС	З	80,07	18	0,81	1
	ДО	З	4,71	18	0,69	1
	НС	Ю	10,27	18	1	1
	ДН	Ю	3,72	18	0,81	1

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

23

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

2 этаж	НС	С	20,66	18	0,81	1
	НС	С	31,88	18	1	1
	ДО	С	4,82	18	0,69	1
	НС	В	23,38	18	0,81	1
	ДО	В	4,76	18	0,69	1
	ДН	В	3,08	18	0,81	1
	НС	В	29,63	18	1	1
	ДО	В	11,9	18	0,69	1
	НС	Ю	47,15	18	1	1
	ДО	Ю	21,43	18	0,69	1
	НС	З	59,04	18	0,81	1
	ДО	З	14,46	18	0,69	1
Лестница	НС	С	23,28	16	0,81	0,91
	ДО	С	2,37	16	0,69	0,91
Перекрытие технического подполья	П/1	-	120,63	18	5,72	1
Пол по грунту (I зона)	П/1	-	85,13	18	2,1	1
Пол по грунту (II зона)	П/II	-	39,31	18	4,3	1
Пол по грунту (III зона)	П/III	-	11,99	18	8,6	1
Перекрытие холодного чердака	ПТ	-	256,3	18	5,26	1

Ограждающие конструкции здания, представленные в таблице, группируются по типу ограждения и сводятся в таблицу 4.2. Требуемые и расчетные сопротивления теплопередаче R_o^{np} ограждающих конструкций здания приняты согласно данным раздела 3.

Таблица 4.2 – Площади и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания

Наименование ограждения	Обозначение типа ограждения	Площадь ограждения, A, m^2	Сопротивления теплопередаче		%		
			требуемое значение $R_o^{norm} \cdot n_t, m^2 \cdot C / Bm$	расчетное значение $R_o^{np}, m^2 \cdot C / Bm$			
Наружная стена 510мм	Ст	23,28		0,81	2,06		
Наружная стена 510мм		190,28		0,81	16,844		
Наружная стена 510мм		44,49		0,81	3,938		
Наружная стена 700мм		174,12		1	15,413		
Наружная стена 700мм		68,81		1	6,091		
Окна	Ок	2,37		0,69	0,209		
Окна		99,35		0,69	8,794		
Двери	Дв	13,41		0,81	1,187		
Чердачное перекрытие	Кр	256,3		5,26	22,688		
Перекрытие над техподпольем	Цок	120,63		5,72	10,678		
Пол по грунту (I зона)		85,13		2,1	7,536		
Пол по грунту (II зона)		39,31		4,3	3,479		
Пол по грунту (III зона)		11,99		8,6	1,061		
Сумма	$A_{и}^{сум}$	1129,6	-	-	100		
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата	МК-0356300030519000038-33.Т	Лист
							24

Объемно – планировочные показатели:

Отапливаемый объем всего здания $V_{om} = 1764,56 \text{ м}^3$.

В том числе:

отапливаемый объем общественных помещений: $V_{om}^{общ} = 1687,59 \text{ м}^3$;

отапливаемый объем технических помещений и ЛПУ: $V_{om}^{лпу} = 76,97 \text{ м}^3$.

Сумма площадей этажей здания: $A_{om} = 509,2 \text{ м}^2$.

Расчетная площадь общественных помещений: $A_p = 476,3 \text{ м}^2$.

Количество персонала: $m_{об} = 60 \text{ чел.}$

Коэффициент компактности здания: $K_{комп} = 0,64$.

Коэффициент остекленности здания: $f = 0,186$.

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания определяется по формулам (5.5) и (5.6) [1] при этом выбирается максимальное значение:

$$k_{об}^{мп} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{om}}} & V_{om} \leq 960 \\ \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{om}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} & V_{om} > 960 \end{cases} = 0,306 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$k_{об}^{мп} = \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}} = 0,116 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Принимаем нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики:

$$k_{об}^{мп} = 0,3068 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Удельная теплозащитная характеристика здания рассчитывается по формуле (Ж.1)[1]:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{om}} \sum_i \left(n_{i,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{0,i}^{пр}} \right) = (23,28/0,81 * 0,91 + 190,28/0,81 + 44,49/0,81 + 174,12/1 + 68,81/1 + 2,37/0,69 * 0,91 + 99,35/0,69 + 13,41/0,81 + 120,63/5,72 + 85,13/2,1 + 39,31/4,3 + 11,99/8,6 + 256,3/5,26) / 1764,56 = 0,4781 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Приведенный трансмиссионный коэффициент:

$$K_{общ} = \frac{k_{об}}{K_{комп}} = 0,746 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$\rho_{в}^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, $\text{кг}/\text{м}^3$, находится по (Г.3), $\rho_{в}^{вент} = 353 / [273 + t_{от}] = 353 / (273 + (-5,5)) = 1,319, \text{кг}/\text{м}^3$;

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

МК-0356300030519000038-33.Т

Лист

25

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период n_g , согласно Г.3 [1]:

$$n_g = 0,25 \text{ ч}^{-1}$$

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по формуле (Г.2) [1]:

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot n_g \cdot \beta_v \cdot \rho_{\text{вент}}^{\text{вент}} (1 - k_{\text{эф}}) = 0,28 * 0,25 * 0,85 * 1,319 * (1 - 0) = 0,0785, \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}),$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \text{ } ^\circ\text{C})$;

$k_{\text{эф}}$ – коэффициент эффективности рекуператора, отличен от нуля в том случае, если средняя воздухопроницаемость жилых квартир и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью n_{50} , ч^{-1} , при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции – с механическим побуждением $n_{50} \leq 2 \text{ ч}^{-1}$; Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167.

Принимаем $k_{\text{эф}} = 0$.

Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания определяется по формуле (Г.6):

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{ж(р)}}}{V_{\text{от}}^{\text{жил(общ)}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})} = (7,62 * 476,3) / (1687,59 * (18 - (-5,5))) = 0,0915 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

где $q_{\text{быт}}$ принимается в соответствии с Г.5 [1].

$$q_{\text{быт}} = \frac{90 \cdot m \cdot n_{\text{вент}} + q_{\text{орг}} \cdot A_p \cdot n_{\text{вент}}}{168 \cdot A_p} = (90 * 60 * 60 + 10 * 476,3 * 60) / (168 * 476,3) = 7,62 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

где 90 Вт – удельные тепловыделения от одного человека;

m – расчетное количество людей в общественных помещениях здания;

$q_{\text{орг}} = 10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – тепловыделения от оргтехники.

Площадь надземного остекления по сторонам света представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Площадь надземного остекления по сторонам света

Сторона света	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Всего
Площадь остекления, м^2	9,54	0	32,95	0	40,06	0	19,17	0	101,72

Определяем теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$, МДж, определяется по формуле Г.8:

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_{\text{ок}} \tau_{\text{ок}} (A_{\text{ок1}} I_1 + A_{\text{ок2}} I_2 + A_{\text{ок3}} I_3 + A_{\text{ок4}} I_4) + \tau_{\text{1ффо}} \tau_{\text{2ффо}} A_{\text{фон}} I_{\text{гор}} =$$

$$0,75 * 0,83 * (614 * 9,54 + 954 * 52,12 + 1598 * 40,06) = 74448,46 \text{ МДж}$$

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

26

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

Удельная характеристика теплоступлений в здание от солнечной радиации определяется по формуле (Г.7):

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 \cdot Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{(V_{\text{от}} \cdot \text{ГСОП})} = 11,6 * 74448,46 / (1764,56 * 5287,5) = 0,0925 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период определяется по формуле (Г.1):

$$q_{\text{от}}^p = [k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - (k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_n = (0,4781 + 0,0785 - (0,0915 + 0,0925) * 0,8 * 0,95) * (1 - 0) * 1,13 = 0,469, \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}),$$

ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических данных фактического снижения $\xi = 0,1$;

β_n – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения;

v – коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемые значения определяются по формуле $v = 0,7 + 0,000025(\text{ГСОП} - 1000) = (0,7 + 0,000025 * (5287,5 - 1000)) = 0,8$;

ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления.

Полученная расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период меньше $0,44 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$ – величины требуемой настоящим сводом правил. Класс энергетической эффективности здания "Нормальный" – C-, так как $q_{\text{от}}^p > q_{\text{от}}^{\text{мп}}$; $0,469 > 0,44$ на 6,7%

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$, кВт ч/год, определяется по формуле (Г.10):

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{\text{от}} \cdot q_{\text{от}}^p = 0,024 * 5287,5 * 1764,56 * 0,469 = 105124 \text{ кВт ч/год}$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$, кВт ч/год, определяются по формуле (Г.11):

МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т

Лист

27

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист № док Подп. Дата

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{\text{от}} \cdot (k_{\text{од}} + k_{\text{вент}}) = 0,024 \cdot 5287,5 \cdot 1764,56 \cdot (0,478 + 0,078) = 124639 \text{ Вт ч/год}$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q , кВт ч/(м³год), определяется по формуле Г.9:

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{\text{от}}^p = 0,024 \cdot 5287,5 \cdot 0,469 = 60 \text{ кВт ч/(м}^3\text{год)}$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q , кВт ч/(м²год), определяется по формуле:

$$q = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{год}}}{A_{\text{от}}} = 105124,404 / 509,2 = 206 \text{ кВт ч/(м}^2\text{год)}$$

Инв. № подл.						МК-0356300030519000038-ЭЭ.Т	Лист
							28
	Взам. инв. №	Подл. и дата	Изм.	Кол.уч	Лист		№ док

5 Энергетический паспорт здания

1 Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	24.11.2019
Адрес здания	г. Пермь, ул. 25 Октября, 47/Мальшева, 14
Разработчик проекта	ООО "Самторес-М"
Адрес и телефон разработчика	г. Самара, ул. Гаражная, 11а
Шифр проекта	МК-0356300030519000038-33
Назначение здания, серия	Общественное
Этажность, количество секций	2 этажное
Количество квартир	-
Расчетное количество жителей или служащих	60
Размещение в застройке	Отдельно стоящее
Конструктивное решение	Кирпичные стены

2 Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	t_n	°C	-35
2	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°C	-5,5
3	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	сут / год	225
4	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C · сут / год	5288
5	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°C	18
6	Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°C	-
7	Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°C	+5

3 Показатели геометрические

№ п.п.	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8	Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, M^2$	509,2	
9	Площадь жилых помещений	$A_{ж}, M^2$	-	
10	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}, M^2$	476,3	
11	Отапливаемый объем	$V_{от}, M^3$	1764,56	
12	Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,186	
13	Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,64	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

МК-0356300030519000038-33.Т

29

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата
------	-------	------	-------	-------	------

14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{\Sigma}, \text{м}^2$	1129,6	
	Фасадов	$A_{\text{фас}}$	616,11	
	Наружная стена 510мм	$A_{\text{ст}}$	23,28	
	Наружная стена 510мм		190,28	
	Наружная стена 510мм		44,49	
	Наружная стена 700мм		174,12	
	Наружная стена 700мм		68,81	
	Окна	$A_{\text{ок}}$	2,37	
	Окна		99,35	
	Двери	$A_{\text{дв}}$	13,41	
	Чердачное перекрытие	$A_{\text{покр (черд)}}$	256,3	
	Перекрытие над техподпольем	$A_{\text{цок}}$	120,63	
	Пол по грунту (I зона)		85,13	
	Пол по грунту (II зона)		39,31	
Пол по грунту (III зона)	11,99			

4 Показатели теплотехнические

№ п.п.	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_o^{пр}, (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$			
	Наружная стена 510мм	$R_{o, \text{ст}}^{пр}$		0,81	
	Наружная стена 700мм		1		
	Окна	$R_{o, \text{ок}}^{пр}$		0,69	
	Двери	$R_{o, \text{дв}}^{пр}$		0,81	
	Чердачное перекрытие	$R_{o, \text{покр (черд)}}^{пр}$		5,26	
	Перекрытие над техподпольем	$R_{o, \text{цок}}^{пр}$		5,72	
	Пол по грунту (I зона)		2,1		
	Пол по грунту (II зона)		4,3		
	Пол по грунту (III зона)		8,6		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

МК-0356300030519000038-33.Т

30

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

5 Показатели вспомогательные

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{общ}$, Вт/(м ² ·°C)	-	0,746
17	Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_{в}$, ч ⁻¹	0,25	0,25
18	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}$, Вт/м ²	-	7,62
19	Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл}$, руб./(кВт·ч)	-	

6 Удельные характеристики

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20	Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{от}$, Вт/(м ² ·°C)	0,3068	0,4781
21	Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$, Вт/(м ³ ·°C)		0,0785
22	Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$, Вт/(м ³ ·°C)		0,0915
23	Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$, Вт/(м ² ·°C)		0,0925

7 Коэффициенты

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя
24	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,95
25	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии паквартирного учета тепловой энергии на отопление	ξ	0
26	Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,8
28	Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	β_n	1,13

8 Комплексные показатели расхода тепловой энергии

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29	Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$, Вт/(м ² ·°C) [Вт/(м ² ·°C)]	0,469
30	Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{np}$, Вт/(м ² ·°C) [Вт/(м ² ·°C)]	0,44
31	Класс энергосбережения		"Нормальный" – С-
32	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		Нет

9 Энергетические нагрузки здания

№ п.п.	Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33	Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт·ч/(м ² ·год) кВт·ч/(м ² ·год)	60 206
34	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт·ч/(год)	105124
35	Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт·ч/(год)	124639

МК-0356300030519000038-33.Т

Лист

31

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Колуч Лист № док Подп. Дата

6 Список использованных источников

[1] СП 50.13330.2012 Свод правил. Тепловая защита зданий. – М: Минрегион России, 2012, – 95с.

[2] СТО 00044807-001-2006 Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. Стандарт организации. – М.: РОИС, 2006, – 64 с.

[3] СП 131.13330.2012 Свод правил. Строительная климатология. – М.: ГУП ЦППС; –109с.

[4] СП 60.13330.2012 Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование. –М: Минрегион России, 2012. – 75с.

[5] Вытчиков Ю.С. Исследование влажностного режима строительных ограждающих конструкций с помощью метода безразмерных характеристик / Ю.С.Вытчиков, И.Г. Беляков // Известия вузов. Сер. Строительство. – Новосибирск, 1998. –№8 (476), – с. 28.

[6] Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации №261-ФЗ. – М.Ж Государственная Дума, 2009, – 41 с.

[7] Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. №384-ФЗ. – М.Ж Государственная Дума, 2009, – 19с.

[8] ГОСТ Р 52749-2007 «Швы монтажные оконные с паропроницаемыми саморасширяющимися лентами» – М.: Стандартинформ, 2008, – 40 с.

[9] ГОСТ Р 21.1101-2013 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации» – М.: Стандартинформ, 2009, – 47 с.

[10]ГОСТ Р 54851-2011 «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче» – М.: Стандартинформ, 2012, – 23 с.

[11] Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ

[12]Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87)

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	МК-0356300030519000038-33.Т	Лист
							32

