

Общество с ограниченной ответственностью «Метрология и Автоматизация»  
443013, РФ, Самарская обл., г. Самара, ул. Киевская 5А, тел.: +7 (846) 247-89-19  
[ma@ma-samara.ru](mailto:ma@ma-samara.ru) [www.ma-samara.com](http://www.ma-samara.com)

**Заказчик – АО «Мостдорстрой»**

**Комплекс по переработке сырой нефти и тяжелых нефтяных фракций и производству высококачественных битумных материалов в Оренбургской области**

**Проектная документация**

**Раздел 10 ««Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»**

**703/21-П-ЭЭ-01**

**Том 10 (1)**

**Заказчик – АО «Мостдорстрой»**

**Комплекс по переработке сырой нефти и тяжелых нефтяных фракций и производству высококачественных битумных материалов в Оренбургской области**

**Проектная документация**

**Раздел 10 ««Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»**

**703/21-П-ЭЭ-01**

**Том 10 (1)**

**Директор по ПИР**



**М.С. Новикова**

**Главный инженер проекта**



**Я.В. Измайлова**

### Состав проектной документации

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	703/21-П-ПЗ	Раздел 1 «Пояснительная записка»	
2	703/21-П-ПЗУ	Раздел 2 «Схема планировочной организации земельного участка»	
3	703/21-П-АР	Раздел 3 «Архитектурные решения»	
4.1	703/21-П-КР1	Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения». Часть 1 «Текстовая и графическая часть»	
4.2	703/21-П-КР2	Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения». Часть 2 «Графическая часть»	
4.3	703/21-П-КР3	Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения». Часть 3 «Графическая часть»	
4.4	703/21-П-КР4	Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения». Часть 4 «Графическая часть»	
		Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений».	
5.1	703/21-П-ИОС1	Подраздел 1 «Система электроснабжения»	
5.2	703/21-П-ИОС2	Подраздел 2 «Система водоснабжения»	
5.3	703/21-П-ИОС3	Подраздел 3 «Система водоотведения»	
5.4.1	703/21-П-ИОС4.1	Подраздел 4 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» Часть 1 «Здания и сооружения»	
5.4.2	703/21-П-ИОС4.2	Подраздел 4 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» Часть 2 «Тепловые сети»	
5.5	703/21-П-ИОС5	Подраздел 5 «Сети связи»	
5.7.1.1	703/21-П-ИОС7.1.1	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 1 «Основное производство» Книга 1 «Текстовая часть»	
5.7.1.2	703/21-П-ИОС7.1.2	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 1 «Основное производство» Книга 2 «Графическая часть»	
5.7.1.3	703/21-П-ИОС7.1.3	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 1 «Основное производство» Книга 3 «Графическая часть»	
5.7.2.1	703/21-П-ИОС7.2.1	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 2 «Объекты общезаводского хозяйства» Книга 1 «Текстовая часть»	
5.7.2.2	703/21-П-ИОС7.2.2	Подраздел 7.1 «Технологические решения».	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

703/21-П-СП

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Состав проектной документации		
Разраб.		Измайлова		<i>Измайлова</i>	09.21			
Пров.						П	1	3
Н. контр.		Федорова		<i>Федорова</i>	09.21	 <b>МЕТРОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ</b>		
ГИП		Измайлова		<i>Измайлова</i>	09.21			

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
		Часть 2 «Объекты общезаводского хозяйства» Книга 2 «Графическая часть»	
5.7.2.3	703/21-П-ИОС7.2.3	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 2 «Объекты общезаводского хозяйства» Книга 3 «Графическая часть»	
5.7.3	703/21-П-ИОС7.3	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 3 «Котельная»	
5.7.4.1	703/21-П-ИОС7.4.1	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 4 «Автоматизация комплексная» Книга 1 «Текстовая часть»	
5.7.4.2	703/21-П-ИОС7.4.2	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 4 «Автоматизация комплексная» Книга 2 «Графическая часть»	
5.7.4.3	703/21-П-ИОС7.4.3	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 4 «Автоматизация комплексная» Книга 3 «Графическая часть»	
5.7.5	703/21-П-ИОС7.5	Подраздел 7.1 «Технологические решения». Часть 5 «Сведения о расчетной численности, профессионально-квалифицированном составе работников. Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда»	
6	703/21-П-ПОС	Раздел 6 «Проект организации строительства»	
8	703/21-П-ООС	Раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды»	
9	703/21-П-ПБ-01	Раздел 9 «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»	
10	703/21-П-ОДИ-01	Раздел 10 «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов»	Не разрабаты вается
10 (1)	703/21-П-ЭЭ-01	Раздел 10(1) «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»	
11	703/21-П-СМ-01	Раздел 11 «Смета на строительство объектов капитального строительства»	
12	ИП БОВ-43-08.21-ГОЧС	Раздел 12 «Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций»	ИП Бочаров О.В.
		Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами	
	ИЦ БСБ-18-06.21-ИГДИ	Технический отчет по результатам инженерно- геодезических изысканий для подготовки проектной документации	ООО «Инженерны й центр «БСБ»
	ИЦ БСБ-18-06.21-ИГИ	Технический отчет по результатам инженерно- геологических изысканий для подготовки проектной документации	ООО «Инженерны й центр

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-СП

Лист

2

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
			«БСБ»
	ИЦ БСБ-18-06.21-ИЭИ	Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации	ООО «Инженерный центр «БСБ»
	ИЦ БСБ-18-06.21-ИГМИ	Технический отчет по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий для подготовки проектной и рабочей документации	ООО «Инженерный центр «БСБ»

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-СП

Лист

3

### Содержание тома 10 (1)

Обозначение	Наименование	Примечание
703/21-П-СП	Состав проектной документации	3 листа
703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Текстовая часть	103 листа
Количество листов в томе 10		108 листов

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	703/21-П-ЭЭ-01-С  Содержание тома 10(1)	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Глазков			<i>[Подпись]</i>	03.22		П	1	3
Проверил	Дубов			<i>[Подпись]</i>	03.22				
Тех.контр.	Осадчук			<i>[Подпись]</i>	03.22				
Н.контр.	Фёдорова			<i>[Подпись]</i>	03.22				
ГИП	Измайлова			<i>[Подпись]</i>	03.22				



В разработке технической документации принимали участие специалисты:

Инженер-проектировщик

Инженер-проектировщик



Глазков

Независимую внутреннюю экспертизу и нормоконтроль технической документации осуществили специалисты:

Главный инженер



С.В. Дубов

Главный конструктор



А.А. Осадчук

Ведущий инженер нормоконтроля



М.Ю. Федорова

Согласовано

Взам.

Подп. и дата

Инв. №

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Глазков			03.22	П	1	101
Пров.		Дубов			03.22			
Т.контроль		Осадчук			03.22			
Н. контр.		Федорова			03.22			
ГИП		Измайлова			03.22			
Раздел 10(1) «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов»						 <b>МЕТРОЛОГИЯ и АВТОМАТИЗАЦИЯ</b>		

## Содержание

1 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности.....	3
1.1 Общая часть .....	3
1.2 Климатические данные.....	5
1.3 Показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в зданиях, строениях и сооружениях .....	6
1.4 Требования к архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений .....	7
1.5 Требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений и сооружений и их свойствам, к используемым в зданиях, строениях и сооружениях устройствам и технологиям, а также к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий, строений и сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции и капитального ремонта зданий, строений и сооружений, так и в процессе их эксплуатации .....	13
2 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 оснащённости их приборами учёта используемых энергетических ресурсов .....	15
2.1 Общие сведения.....	15
2.2 Обоснование выбора оптимальных инженерно-технических решений .....	16
2.3 Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию отопительный период (по методике для общественных зданий) .....	90
2.4 Обоснование выбора оптимальных инженерно-технических решений электроснабжения установки .....	98
2.5 Обоснование соответствия зданий, строений и сооружений требованиям оснащённости их приборами учета энергоресурсов.....	100
3 Перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности ..	101

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
							2	
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

# 1 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности

## 1.1 Общая часть

Основанием для выполнения проекта является:

- Договор подряда № 701/21 (НоК) между АО «Мостдорстрой» и ООО «Новое Качество» от 07.07.2021 на проектно-изыскательские работы по объекту «Комплекс по переработке сырой нефти и тяжелых нефтяных фракций в Оренбургской области»;
- Договор субподряда № 703/21 между ООО «Новое Качество» и ООО «Метрология и Автоматизация».

Проектная документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, техническими условиями, техническими регламентами и обеспечивает безопасную эксплуатацию объекта капитального строительства.

В состав комплекса входят ранее запроектированные, корректируемые и новые объекты.

На все ранее запроектированные объекты получено положительное заключение государственной экспертизы ГЭ № 56-1-4-0051-11 от 19.05.2011 г.

В состав комплекса входят:

- блок ЭЛОУ-АВТ;
- битумный блок с воздушной компрессорной;
- блоки вспомогательного оборудования;
- объекты общезаводского хозяйства.

### Краткая характеристика объектов:

ЭЛОУ-АВТ – блок подготовки и переработки нефти и мазута для получения товарных и промежуточных нефтепродуктов, производительностью 250 тыс. т/год по сырью.

Битумный блок с воздушной компрессорной - блок получения битума БНД 90/130 по ГОСТ 22245-90 методом окисления гудрона; компрессорные установки для получения сжатого воздуха на технологические нужды. Проектная мощность по сырью (гудрон) битумного блока с воздушной компрессорной составляет – 30,84 тыс.тонн/год.

В блоке вспомогательного оборудования проектом предусмотрены следующие узлы:

- реагентное хозяйство (приготовление и дозирование 1-2% раствора щелочи, прием хранение и дозирование деэмульгатора, ингибитора и нейтрализатора);

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

3

- дренажно-аварийная система – для освобождения аппаратов и трубопроводов перед ремонтом и аварийного освобождения аппаратов;
- факельная система;
- узел охлаждающей жидкости – для охлаждения насосного оборудования;
- узел подачи топлива к форсункам печей – сепарация и подогрев топливного газа, подготовка и циркуляция жидкого топлива;
- узел циркуляции теплоносителя – для технологического обогрева оборудования и трубопроводов.

#### Объекты общезаводского хозяйства

Котельная с блоком водоподготовки – получение пара на технологические нужды, теплофикационной воды для отопления помещений и горячего водоснабжения. Емкости для хранения аварийного запаса фр. 240-360 для котельной поз. Е-101, Е-102, объемом по 25 м<sup>3</sup>.

Административно-бытовой корпус с лабораторией – кабинеты для руководителя, инженерно-технического персонала и промышленно-аналитическая лаборатория производственного комплекса.

Операторная технологическая - для управления технологическим процессом получения нефтепродуктов.

Операторная слива-налива нефтепродуктов с пропускным пунктом - обеспечивает охрану на въезде-выезде производственного комплекса, управление процессами слива-налива сырья и нефтепродуктов, контроль взвешивания автоцистерн, учет отпуски нефтепродуктов и слива сырья; бытовые помещения для персонала.

Контрольно-пропускной пункт на въезде-выезде производственного комплекса;

Склад реагентов – хранение запаса реагентов в закрытой таре.

Водяная скважина для обеспечения технологических нужд и пожаротушения производственного комплекса.

Резервуары запаса воды – 2 железобетонных резервуара объемом по 1700 м<sup>3</sup>.

Водяная насосная – закрытая насосная, обеспечивающая пожаротушение и водоснабжение котельной; в помещении насосной хранится запас пенообразователя в закрытой таре.

Блок сбора стоков - резервуар двухсекционный железобетонный поз. Р-1 (Р-2), объемом 500 м<sup>3</sup> для сбора промливневых стоков и последующего вывоза в автоцистернах на пункт утилизации.

Модульные канализационные насосные станции для производственно-ливневых стоков КНС1, КНС2, КНС3 для сбора и перекачки стоков в резервуар поз. Р-1 (Р-2).

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Взам.
						Подп. и дата
Инв. №						

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

4

Накопительная емкость хозяйственно-бытовых стоков, 63 м<sup>3</sup>, для последующего вывоза в автоцистернах на пункт утилизации.

Насосно-фильтровальная станция - обеспечивает качество и запас хозяйственно-питьевой воды.

Системы пожаротушения, водоснабжения и канализации.

Системы пожарной сигнализации и оповещения, контроля загазованности.

Распределенная система управления технологическим процессом (PCY) и система противоаварийной автоматической защиты (СПАЗ).

Электрокабельные сети, наружное освещение, системы молниезащиты и заземления.

Противопожарные проезды и автодороги.

## 1.2 Климатические данные

Сведения о климатических и метеорологических условиях строительства приняты по СП 131.13330.2020.

Холодный период года характеризуется следующими климатическими параметрами:

- абсолютный минимум - минус 43°С;
- абсолютный максимум - плюс 42°С.

Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью:

- 0,98 - минус 36°С;
- 0,92 - минус 34°С.

Температура воздуха наиболее холодных пятидневки, обеспеченностью:

- 0,98 - минус 34°С;
- 0,92 — минус 32°С. (по СП 131.13330.2020)
- 0,92 — минус 31°С. (по СП 131.13330.2020) для расчета теплотехники здания в период до 01.07.2015г.

Продолжительность и средняя температура воздуха со среднесуточной температурой:

- ≤ 0°С — 153 суток при температуре минус 10,6°С;
- ≤ 8°С — 204 суток при температуре минус 6,9°С;
- ≤ 10°С — 217 суток при температуре минус 6,0°С.

Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца-80%.

Количество осадков за ноябрь-март 143 мм.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

5

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль — восточное.

Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8^{\circ}\text{C}$  — 4,5 м/с.

Теплый период года характеризуется следующими климатическими параметрами:

- Барометрическое давление — 1005 гПа.
- Температура воздуха, обеспеченностью:
- 0,95 - плюс  $27,0^{\circ}\text{C}$ ;
- 0,98 - плюс  $32,0^{\circ}\text{C}$ .

Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца - плюс  $28,5^{\circ}\text{C}$

Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца - 58%.

Количество осадков за апрель – октябрь 250 мм.

Преобладающее направление ветра за июнь-август — северное.

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль -3,9 м/с.

Расчетные параметры наружного воздуха приняты по СП 131.13330.2020. «Строительная климатология».

При проектировании отопления и вентиляции приняты следующие параметры наружного воздуха:

- температура для проектирования вентиляции и отопления  $T_{нар} = -32^{\circ}\text{C}$ ;
- летняя температура для проектирования вентиляции  $T_{нар} = +27,0^{\circ}\text{C}$ ;
- летняя температура для проектирования кондиционирования  $T_{нар} = +32,0^{\circ}\text{C}$ ;
- средняя температура отопительного периода  $T_{ср} = -6,9^{\circ}\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода 202 суток.

Расчетные параметры внутреннего воздуха приняты по СП 60.13330.2020), ГОСТ 12.1.005-88 и заданию на проектирование.

### 1.3 Показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в зданиях, строениях и сооружениях

Данные о потребности в энергоресурсах представлены в таблице 1.1.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Таблица 1.1 – Потребность в энергоресурсах

Наименование статьи расхода	Единица измерения	Расход	Примечание
<b>1. Электроэнергия</b>			
Потребляемая мощность	кВт ч	2252,75	КТП1-10/0,4кВ-1600кВА
Расход электроэнергии	кВт ч/год	19,73·10 <sup>6</sup>	
<b>2. Тепловая энергия</b>			
Пар низкого давления T <sub>раб</sub> =164°C, P <sub>раб</sub> =0,6 МПа	т/ч	1,8-3,8	Котельная
	тыс.т/год	14,4-30,4	
Теплофикационная вода	м <sup>3</sup> /ч	18,2-18,6	
T <sub>раб</sub> =115–70°C, P <sub>раб</sub> =0,5–0,3 МПа	тыс.м <sup>3</sup> /год	145,6-148,8	Печь
	Термальное масло	м <sup>3</sup> /ч	
T <sub>раб</sub> =166°C, P <sub>раб</sub> =0,78 МПа	тыс. м <sup>3</sup> /год	96	
	<b>3. Топливный газ</b>		
Топливный газ	нм <sup>3</sup> /ч	2	Баллоны с пропаном
T <sub>раб</sub> =5–20°C, P <sub>раб</sub> =0,05 МПа	тыс. нм <sup>3</sup> /год	16,0	
<b>4. Азот</b>			
Азот низкого давления	нм <sup>3</sup> /ч	По необходимости	Баллоны с азотом
T <sub>раб</sub> =5–20°C, P <sub>раб</sub> =0,5 МПа	тыс. нм <sup>3</sup> /год		

**1.4 Требования к архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений**

**1.4.1 Требования к тепловой защите зданий**

**1.4.1.1 Нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций**

Расчетная температура наружного воздуха  $t_{ext}$  составляет минус 32 °С;

Средняя температура отопительного периода  $t_{ht}$  – минус 6,9 °С.

Продолжительность отопительного периода  $z_{ht} = 202$  сут;

Расчетная температура внутреннего воздуха зданий:

– АБК и Технологическая операторная -  $t_{int} = +22$ °С;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

- Товарно-сырьевая насосная -  $t_{int} = +13^{\circ}\text{C}$  (помещения ПВК и насосная) и  $t_{int} = +10^{\circ}\text{C}$  (помещение ТП);
- Операторная слива-налива нефтепродуктов с пропускным пунктом –  $t_{int} = +23^{\circ}\text{C}$ ;
- Водяная насосная –  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C}$ ;
- Реагентное хозяйство –  $t_{int} = +13^{\circ}\text{C}$  (помещения закрытой насосной, вент-камеры и РП) и  $t_{int} = +22^{\circ}\text{C}$  (помещение аппаратной),

Градусосутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (23 - (-6,3)) \cdot 202 = 5918,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) \cdot 202 = 5716,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - (-6,3)) \cdot 202 = 3898,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

По таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_{req}$  для производственных зданий с сухим и нормальным режимами методом интерполяции.

Полученные данные приведены в таблице 1.2.

- Нормируемое сопротивление теплопередаче стен при  $t_{int} = +23^{\circ}\text{C}$  и  $D_d = 5918,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

$$R_{req} = 2,18 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

- Нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия при  $t_{int} = +23^{\circ}\text{C}$  и  $D_d = 5918,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

$$R_{req} = 2,98 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

- Нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия при  $t_{int} = +22^{\circ}\text{C}$  и  $D_d = 5716,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

$$R_{req} = 2,14 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

- Нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия при  $t_{int} = +22^{\circ}\text{C}$  и  $D_d = 5716,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

$$R_{req} = 2,93 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

- Нормируемое сопротивление теплопередаче стен при  $t_{int} = +13^{\circ}\text{C}$  и  $D_d = 3898,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

$$R_{req} = 1,78 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

- Нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия при  $t_{int} = +13^{\circ}\text{C}$  и  $D_d = 3898,6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

$$R_{req} = 2,47 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

- Нормируемое сопротивление теплопередаче стен при  $t_{int} = +10^{\circ}\text{C}$

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

8

$$R_{\text{рег}} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{\Delta t \cdot \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(10 - (-31))}{7 \cdot 8,7} = 0,673 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

– Нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия при  $t_{\text{int}} = +10 \text{ °C}$

$$R_{\text{рег}} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{\Delta t \cdot \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(10 - (-31))}{7 \cdot 8,7} = 0,785 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Таблица 1.2 – Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций из кирпича:

Наименование ограждение	R <sub>рег</sub> , м <sup>2</sup> · °C/Вт, при температуре в помещении			
	+23	+22	+13	+10
Стены	2,18	2,14	1,78	0,673
Покрытия	2,98	2,93	2,47	0,785

Условия эксплуатации строительных конструкций в зависимости от влажностного режима.

В помещениях отсутствуют значимые выделения влаги, поддержание влажностного режима по условиям производства не требуется. Влажность внутреннего воздуха составляет до 60 % при температуре до 12°С и до 50 % при большей температуре.

Влажностный режим помещений в холодный период года определен по п. 4.3 СП 50.13330.2012, как сухой.

Комплекс расположен в сухой зоне влажности по приложению В СП 50.13330.2012.

#### 1.4.1.2 Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций

Для производственных зданий с сухим и нормальным режимом нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции приведен в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Ограждающая конструкция	$\Delta t_n, \text{°C}$	$\Delta t_n, \text{°C}$
Наружные стены	$t_{\text{int}} - t_d$ , но не более 7	7
Покрытия	$0,8(t_{\text{int}} - t_d)$ , но не более 6	6

где:  $t_{\text{int}} = 10, 13, 22, 23 \text{ °C}$  — температура внутреннего воздуха,  $t_d = 7 \text{ °C}$  — температура точки росы.

Расчетный температурный перепад определяется по формуле:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.	

						703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		9

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \cdot \alpha_{int}}$$

где:

$t_{ext} = -31 \text{ }^\circ\text{C}$  — расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, принятая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2020;

$R_0$  — приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций;  
 $\alpha_{int} = 8,7$  — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности;

$n = 1$  — коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху.

Для ограждающих конструкций (стен) зданий:

АБК:  $\Delta t_0 = 1,74 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Технологическая операторная:  $\Delta t_0 = 2,46 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Товарно-сырьевая насосная:  $\Delta t_0 = 2,43 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Операторная слива-налива нефтепродуктов с пропускным пунктом:  
 $\Delta t_0 = 1,78 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Водяная насосная:  $\Delta t_0 = 2,57 \text{ }^\circ\text{C}$

Реагентное хозяйство:  $\Delta t_0 = 1,76 \text{ }^\circ\text{C}$  (для  $t_{int} = +13 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и  $\Delta t_0 = 1,92 \text{ }^\circ\text{C}$  (для  $t_{int} = +22 \text{ }^\circ\text{C}$ )

Для ограждающих конструкций (покрытий) здании:

АБК:  $\Delta t_0 = 1,42 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Технологическая операторная:  $\Delta t_0 = 1,45 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Товарно-сырьевая насосная:  $\Delta t_0 = 3,43 \text{ }^\circ\text{C}$  (для  $t_{int} = +10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и  $\Delta t_0 = 1,83 \text{ }^\circ\text{C}$  (для  $t_{int} = +13 \text{ }^\circ\text{C}$ );

Операторная слива-налива нефтепродуктов с пропускным пунктом:  
 $\Delta t_0 = 1,95 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Водяная насосная:  $\Delta t_0 = 1,97 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Реагентное хозяйство:  $\Delta t_0 = 1,64 \text{ }^\circ\text{C}$  (для  $t_{int} = +13 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и  $\Delta t_0 = 1,47 \text{ }^\circ\text{C}$  (для  $t_{int} = +22 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

#### 1.4.1.3 Основные проектные решения по автоматизации процесса регулирования отопления, вентиляция и кондиционирование воздуха

Для приточных установок предусмотрена автоматизация, обеспечивающая контроль над работой вентиляционных систем.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

10

В комплект поставки входят шкафы системы автоматического управления, совмещенные с силовыми щитами, датчики КиП, исполнительные механизмы, узлы терморегулирования.

Приточное оборудование имеет 100% резервирование, кроме систем:

П1 — для здание АКБ

П2 (летняя) — для водяной насосной;

Оборудование для аварийных и противодымных систем вытяжной и приточной вентиляции без резервирования.

Местная система автоматизации предусматривает:

Для реагентного хозяйства:

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П2(П2а), обслуживающей аппаратную (в пределах  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) и РП (не ниже  $+10^\circ\text{C}$ );

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П1 (П1а), обслуживающей помещение насосной (не ниже  $+13^\circ\text{C}$ ) и венткамеру (не ниже  $+10^\circ\text{C}$ );

- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистемы П2(П2а), обслуживающую аппаратную и РП 0,4кВ;

- переключение на резервную установку при полном падении давления в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистемы П1(П1а), обслуживающую насосную и венткамеру.

Для здания АБК:

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П1, обслуживающей лаборатории (не ниже  $+20^\circ\text{C}$ ), склад кислот и реагентов (не ниже  $+18^\circ\text{C}$ ),

- поддержание температуры воздуха не ниже  $+16^\circ\text{C}$  в складе арбитражных проб и тамбур-шлюзе склада арбитражных проб для приточной системы П2(П2а);

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П3(П3а), обслуживающей кабинеты (не ниже  $+18^\circ\text{C}$ ), гардероб спецодежды при душевой (не ниже  $+25^\circ\text{C}$ ), коридоры (не ниже  $+16^\circ\text{C}$ ), ПВК (не ниже  $+10^\circ\text{C}$ );

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П4(П4а), обслуживающей узел связи (не ниже  $+16^\circ\text{C}$ ), щитовую (не ниже  $+10^\circ\text{C}$ );

- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятор для вентсистемы П4(П4а), обслуживающую узел связи и щитовую;

- переключение на резервную установку при полном падении давления в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистем:

Изм. №	Взам.
	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

11

- П2(П2а) - склад арбитражных проб, тамбур-шлюз склада арбитражных проб;
- П3(П3а) - кабинеты, гардероб при душевой, ПВК и коридоры;
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 5 мм.вод.ст в вытяжном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистем В6(В6а) — склад арбитражных проб.

Для технологической операторной:

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П1 (П1а), обслуживающей операторную и аппаратную (в пределах  $+20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), кабинет начальника смены (не ниже  $+18^{\circ}\text{C}$ ), узел связи (не ниже  $+16^{\circ}\text{C}$ ), ПВК (не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ );
- поддержание температуры воздуха для приточной системы П2 (П2а), обслуживающей комнату приема пищи (не ниже  $+22^{\circ}\text{C}$ ), комнату дежурного слесаря КИП (не ниже  $+18^{\circ}\text{C}$ ), кладовую и коридоры (не ниже  $+16^{\circ}\text{C}$ );
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистем: П1(П1а) — операторная, аппаратная, кабинет, узел связи, ПВК;
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистем: П2(П2а) — комната приема пищи, комната дежурного слесаря КИП, кладовая и коридоры.

Для закрытой товарно-сырьевой насосной:

- поддержание температуры воздуха не ниже  $+13^{\circ}$  для приточной системы П1 (П1а), обслуживающей помещение насосной;
- поддержание температуры воздуха не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$  для приточной системы П2(П2а), обслуживающей помещение ТП и ПВК;
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора Для вентсистемы: П2(П2а) – ТП;
- переключение на резервную установку при полном падении давления в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистем: П1(П1а) - насосная;
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 5 мм.вод. ст. и при выходе из строя вентилятора для вентсистем: В1(В1а) — насосная.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Для водяной насосной

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П1 (П1а) в помещении насосной (не ниже +13°), в РП и ПВК (не ниже +10°);
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вент-системы: П1(П1а) - насосная, РП и ПВК.

Для операторной слива-налива с пропускным пунктом

- поддержание температуры воздуха для приточной системы П1 (П1а), обслуживающей операторную и аппаратную (в пределах +20±2°С), ПВК (не ниже +10°С); тамбур (не ниже +5°С);
- поддержание температуры воздуха для приточной системы П2 (П2а), обслуживающей комнату приема пищи (не ниже +22°С), гардеробную (не ниже +23°С), коридор (не ниже +16°С); тамбур (не ниже +5°С);
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 25 мм.вод. ст. в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вент-систем: П1(П1а) — операторная, аппаратная, ПВК, тамбур;
- переключение на резервную установку при полном падении давления в приточном воздуховоде и при выходе из строя вентилятора для вентсистем: П2(П2а) - комната приема пищи, гардеробная, сушилка, коридор и тамбур;
- переключение на резервную установку при падении давления ниже 5 мм.вод. ст. и при выходе из строя вентилятора для вентсистем: В2(В2а) — аппаратная.

**1.5 Требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений и сооружений и их свойствам, к используемым в зданиях, строениях и сооружениях устройствам и технологиям, а также к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий, строений и сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции и капитального ремонта зданий, строений и сооружений, так и в процессе их эксплуатации**

**1.5.1 Требования к отдельным элементам зданий**

Для отдельных элементов ограждающих конструкций нормируются приведенное сопротивление теплопередаче, температура внутренней поверхности и

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

другие показатели, нормируемые для здания в целом и подробно описанные в предыдущем подразделе.

### 1.5.2 Требования к тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

В соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 следует предусматривать тепловую изоляцию технологического и отопительно-вентиляционного оборудования, технологических трубопроводов и трубопроводов систем внутреннего теплоснабжения и т.п. Теплоизоляционная конструкция должна обеспечивать нормативный уровень тепловых потерь оборудованием и трубопроводами, безопасную для человека температуру их наружных поверхностей, требуемые параметры теплоносителя при эксплуатации.

В проектной документации с целью экономичного использования тепловой энергии для уменьшения тепловых потерь в окружающую среду и поддержания заданной температуры продукта, а также исходя из требований охраны труда и техники безопасности, предусмотрено использование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

Емкости подземные для приема нефти, выполненные с обогревом теплофикационной водой, и мазута, выполненные с обогревом паром, изолированы от теплопотерь матами прошивными теплоизоляционными энергетическими марки 100 в обкладке из стеклоткани со всех сторон.

Горизонтальные емкости парка товарных нефтепродуктов изолированы от теплопотерь матами теплоизоляционными "ТЕХ МАТ" из минеральной ваты.

Резервуары для хранения сырой нефти и мазута, выполненные с паровыми подогревателями, изолированы матами прошивными теплоизоляционными энергетическими марки 100 в обкладке из стеклоткани со всех сторон.

Технологические трубопроводы в зависимости от диаметра заизолированы матами теплоизоляционными "ТЕХ МАТ" из минеральной ваты толщиной до 70 мм или цилиндрами теплоизоляционными из минеральной ваты на синтетическом связующем.

Арматура и фланцевые соединения заизолированы матрацами из матов теплоизоляционных "ТЕХ МАТ" из минеральной ваты в ткани конструкционной Т-23Р из стеклянных крученых нитей толщиной 100 мм.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

14

## 2 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 оснащённости их приборами учёта используемых энергетических ресурсов

### 2.1 Общие сведения

Проектом предусмотрено рациональное использование энергетических ресурсов путем выбора соответствующего уровня теплозащиты здания с учетом эффективности систем теплоснабжения и обеспечения микроклимата, рассматривая здание и системы его обеспечения как единое целое.

Наружные ограждающие конструкции здания, согласно предписываемому подходу, удовлетворяют следующим требованиям по:

- допустимому приведенному сопротивлению теплопередаче в соответствии с нормами;
- минимальным допустимым температурам внутренней поверхности в соответствии с нормами;
- максимально допустимой воздухопроницаемости.

Расчетная величина удельной потребности тепловой энергии на отопление здания снижена за счет:

а) объемно-планировочных решений, обеспечивающих наименьшую площадь наружных ограждений, уменьшение числа наружных углов, увеличение ширины зданий, а также использования ориентации и рациональной компоновки многосекционных зданий;

б) снижения площади световых проемов зданий до минимально необходимой по требованиям естественной освещенности в соответствии с санитарными правилами и требованиями взрывопожаробезопасности;

в) использования эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях, обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

15

Ограждающие конструкции зданий запроектированы с использованием эффективного утеплителя.

Толщина утеплителя обеспечивает необходимую тепловую инерцию зданий и сокращает энергопотребление на отопление.

Монтаж тепловой изоляции должен производиться квалифицированным персоналом специализированной монтажной организации в строгом соответствии с проектом и рекомендациями завода-изготовителя.

## **2.2 Обоснование выбора оптимальных инженерно-технических решений**

### **2.2.1 Ограждающие конструкции зданий**

#### **2.2.1.1 АБК**

#### **Сопrotивление теплопередаче стены (2 слоя)**

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

–  $f_{int} = 60 \%$ ;

–  $t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

–  $d_1 = 39 \text{ см} = 39 / 100 = 0,39 \text{ м}$ ;

–  $d_2 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией; плотность  $800 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

–  $r_{o1} = 800 \text{ кг/м}^3$

–  $l_1 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;

–  $s_1 = 4,9 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;

–  $m_1 = 0,075 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

16

связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность 75 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - минераловатные и стекловолоконные материалы):

- $\rho_{02} = 75 \text{ кг/м}^3$ ;
- $\lambda_2 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 0,51 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,58 \text{ мг/(м ч Па)}$ ,

**Климатические данные:**

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{\text{ext}, 5} = -31^\circ\text{C}$ ;
- $t_{\text{ext}, 1} = -14,8^\circ\text{C}$ ;
- $D_{\text{ext}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 10} = -5,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

**Результаты расчета:**

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещения - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{C}$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций - наружные стены

$$a_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{}^\circ\text{C)}$$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$$a_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{}^\circ\text{C)}$$

Конструкция - однородная.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

17

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 2.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$$d = d_1 = 0,39 \text{ м}$$

$$l = l_1 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

$$R_1 = d / l = 0,39 / 0,35 = 1,11429 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$$d = d_2 = 0,1 \text{ м}$$

$$l = l_2 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

$$R_2 = d / l = 0,1 / 0,045 = 2,22222 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

8) Продолжение расчета по п.9.1 СП 23-101-2004

$$R_k = R_1 + R_2 = 1,11429 + 2,22222 = 3,33651 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 3,33651 + 1/23 = 3,49493 \text{ (м}^2\text{С)/Вт.}$$

9) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

По табл. 6:

$$n = 1 .$$

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{С)}$$

$$D_{t0} = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (22 - (-31)) / (3,49493 * 8,7) = 1,74308 \text{ }^\circ\text{С (формула (4));}$$

п. 5.8)

10) Влажностный режим помещения в холодный период года

$$\text{Т.к. } t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{С} > 12 \text{ }^\circ\text{С} \text{ и } t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{С} < 24 \text{ }^\circ\text{С}; f_{int} \leq 60 \%$$

Следовательно, по табл. 1 влажностный режим - сухой или нормальный.

11) Продолжение расчета по табл. 5

Т.к. влажностный режим помещения - сухой или нормальный:

$$\text{Т.к. } f_{int} > 50 \%$$

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) - отсутствуют.

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

По табл. 5  $D_{tn} = 7^\circ\text{C}$

12) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{t0} = 1,74308^\circ\text{C} \leq D_{tn} = 7^\circ\text{C}$  (24,90114% от предельного значения) - условие выполнено

13) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12^\circ\text{C}$

$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^\circ\text{C}$

$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202$  сут.

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) * 202 = 5716,6^\circ\text{C}$  сут (формула (2); п. 5.3).

14) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{int} = 22^\circ\text{C} \leq 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ :

Следовательно, по табл. 1 влажностный режим - сухой или нормальный.

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения - сухой или нормальный:

Тип конструкций - стены.

По табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$R_{req} = 2,14332$  ( $\text{m}^2\text{C}/\text{Вт}$ )

$R_o = 3,49493$  ( $\text{m}^2\text{C}/\text{Вт}$ )  $\geq R_{req} 2,14332$  ( $\text{m}^2\text{C}/\text{Вт}$ ) (163,06151% от предельного значения) - условие выполнено

16) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^\circ\text{C}$ .

$t_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 22 - 1 * (22 - (-31)) / (3,49453 * 8,7) = 20,25692^\circ\text{C}$ .

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$t_d = 13,88^\circ\text{C}$

$t_{si} = 20,25692^\circ\text{C} \geq t_d = 13,88^\circ\text{C}$  (145,94323% от предельного значения) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче покрытия (4 слоя)**

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

- $f_{int} = 60\%$ ;
- $t_{int} = 22^\circ\text{C}$ ;

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

19

Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 22 \text{ см} = 22 / 100 = 0,22 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 4 \text{ см} = 4 / 100 = 0,04 \text{ м}$ ;
- $d_3 = 12 \text{ см} = 12 / 100 = 0,12 \text{ м}$ ;
- $d_4 = 17 \text{ см} = 17 / 100 = 0,17 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Железобетон (ГОСТ 26633); плотность  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_{01} = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_1 = 18,95 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_1 = 0,03 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность  $150 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

- $\rho_{02} = 150 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_2 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 0,66 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,54 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б, Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность  $100 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

- $\rho_{03} = 100 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_3 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_3 = 0,51 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_3 = 0,58 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								20
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией; плотность 800 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $r_{04} = 800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_4 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_4 = 4,9 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_4 = 0,075 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $t_{\text{ext}, 1} = -14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $Dt_{\text{ext}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 10} = -5,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещения - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{C} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций - покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций - гладкие потолки.

По табл. 7  $a_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{}^\circ\text{C)}$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$$a_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{}^\circ\text{C)}$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

21

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 4.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$$d = d_1 = 0,22 \text{ м .}$$

$$l = l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

$$R_1 = d / l = 0,22/2,04 = 0,10784 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$$d = d_2 = 0,04 \text{ м .}$$

$$l = l_2 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

$$R_2 = d / l = 0,04/0,046 = 0,86957 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

$$d = d_3 = 0,12 \text{ м .}$$

$$l = l_3 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

$$R_3 = d / l = 0,12/0,045 = 2,66667 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

$$d = d_4 = 0,17 \text{ м .}$$

$$l = l_4 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

$$R_4 = d / l = 0,17/0,35 = 0,48571 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

10) Продолжение расчета по п 9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,10784 + 0,86957 + 2,66667 + 0,48571 = 4,12979 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 4,12979 + 1/23 = 4,28821 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

11) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

По табл. 7  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (22 - (-31)) / (4,28821 * 8,7) = 1,42063^\circ\text{С (формула(4); п. 5.8).$$

12) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22^\circ\text{С} > 12^\circ\text{С}$  и  $t_{int} = 22^\circ\text{С} < 24^\circ\text{С}$ ;  $f_{int} = 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

13) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

По табл.5  $D_{tn} = 6^\circ\text{C}$

14) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{t_0} = 1,42063^\circ\text{C} < = D_{tn} = 6^\circ\text{C}$  (23,67717% от предельного значения) – условие выполнено.

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12^\circ\text{C}$ :

$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^\circ\text{C}$

$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) * 202 = 5716,6^\circ\text{C сут}$  (формула (2); п. 5.3).

16) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{int} = 22^\circ\text{C} < = 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{int} < = 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

17) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

По табл.4 в зависимости от  $D_d$

$R_{req} = 2,92915 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

$R_0 = 4,28821 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} > = R_{req} = 2,92915 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (146,39776% от предельного значения) – условие выполнено.

18) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^\circ\text{C}$

$t_{si} = t_{int} - \alpha (t_{int} - t_{ext}) / (R_0 \alpha_{int}) = 22 - 1 * (22 - (-31)) / (4,28821 * 8,7) = 20,57937^\circ\text{C}$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$t_d = 13,88^\circ\text{C}$ .

$t_{si} = 20,57937^\circ\text{C} > = t_d = 13,88^\circ\text{C}$  (148,26635% от предельного значения) - условие выполнено.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

## Сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций

### Исходные данные

#### Остекленность:

–  $b = 0,77$ ;

#### Воздух внутри помещения:

–  $f_{int} = 60\%$ ;

–  $t_{int} = 22^{\circ}\text{C}$ ;

#### Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

–  $t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C}$ ;

–  $t_{ext, I} = -14,8^{\circ}\text{C}$ ;

–  $D_{t_{ext}} = 8,1^{\circ}\text{C}$ ;

–  $z_{ht, 8} = 202$  сут;

–  $t_{ht, 8} = -6,3^{\circ}\text{C}$ ;

–  $z_{ht, 10} = 215$  сут;

–  $t_{ht, 10} = -5,4^{\circ}\text{C}$ ;

–  $n = 5,5$  м/с;

#### Результаты расчета:

##### 1) Теплотехнический расчет

Конструкция - светопрозрачная.

##### 2) Расчет светопрозрачных ограждающих конструкций

Тип здания или помещения - производственные.

$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^{\circ}\text{C}$

$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202$  сут

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) * 202 = 5716,6^{\circ}\text{C}$  сут (формула (2); п. 9.4 СП 23-101).

##### 3) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22^{\circ}\text{C} > 12^{\circ}\text{C}$  и  $t_{int} = 22^{\circ}\text{C} \leq 24^{\circ}\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

##### 4) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

24

Тип конструкции – Окна и балконные двери, витрины и витражи.

По табл.4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 0,34292(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$$

5) Определение приведенного сопротивления теплопередаче  $R_{o^r}$ :

Переplet светопрозрачных конструкций – деревянный или из ПВХ.

Заполнение светового проема – стеклопакет.

Тип стеклопакета – двухкамерный.

Остекление – из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 8 мм).

$$R_{o^r} = 0,50 = 0,5(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}.$$

В соответствии с п. 9.4.3 СП 23-101-2004 для конструкций с деревянными или пластмассовыми переpletами при каждом увеличении  $b$  на величину 0,1 следует уменьшать значение  $R_o$  на 5% и наоборот.

$$g = (b - 0,75)/0,1 = (0,77 - 0,75)/0,1 = 0,2 .$$

$$g = \text{int}(g) = \text{int}(0,2) = 0.$$

$$R_{o^r} = R_o^r (1 - 0,05 g) = 0,5 * (1 - 0,05 * 0) = 0,5 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}.$$

6) Проверка условия остекленности здания

Проверка условия остекленности здания не требуется.

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31 \text{ °C}.$$

Светопрозрачная конструкция - окно.

$$\text{По табл. 7 } a_{int} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$$n = 1 .$$

$$t_{int} = t_{int-n} (t_{int} - t_{ext}) / (R_{o^r} a_{int}) = 22 - 1 * (22 - (-31)) / (0,5 * 8) = 8,75 \text{ °C}$$

$$t_{int} > = 3 \text{ °C (291,66667\% от предельного значения)} - \text{условие выполнено.}$$

7) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

$R_{o^r} = 0,5(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт} > = R_{req} = 0,34292 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  (145,8066% от предельного значения) – условие выполнено.

**2.2.1.2 Технологическая операторная**

Сопротивление теплопередаче стены (2 слоя)

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

- $f_{int} = 60 \%$ ;
- $t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 20 \text{ см} = 20 / 100 = 0,2 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Железобетон (ГОСТ 26633); плотность 2500 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_{o1} = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_1 = 18,95 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_1 = 0,03 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность 75 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - минераловатные и стекловолоконистые материалы):

- $\rho_{o2} = 75 \text{ кг/м}^3$ ;
- $\lambda_2 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 0,51 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,58 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{ext, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $t_{ext, 1} = -14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $D_{text} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{ht, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 10} = -5,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $v_n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Результаты расчета:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								26
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

1)Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещения - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания – постоянная.

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций - наружные стены.

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5)Определение термического сопротивления конструкции с последова-

тельно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 2.

6)Определение термического сопротивления для первого слоя

$$d = d_1 = 0,2 \text{ м .}$$

$$l = l_1 = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C}) .$$

$$R_1 = d / l = 0,2/2,04 = (\text{м}^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

7)Определение термического сопротивления для второго слоя

$$d = d_2 = 0,1 \text{ м .}$$

$$l = l_2 = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C}) .$$

$$R_2 = d / l = 0,1/0,045 = 2,22222 (\text{м}^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

8) Продолжение расчета по п 9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 = 0,09804 + 2,22222 = 2,32026 (\text{м}^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 2,32026 + 1/23 = 2,47868 (\text{м}^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.
Изм.	Коп.уч.	Лист
№ док.	Подп.	Дата

9) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

По табл. 7  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$

$D_{t_0} = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (22 - (-31)) / (2,47868 * 8,7) = 2,45774 \text{ °C}$  (формула(4); п. 5.8).

10) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22\text{°C} > 12\text{°C}$  и  $t_{int} = 22\text{°C} < 24\text{°C}$ ;  $f_{int} = 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

11) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ) – отсутствуют.

По табл.5  $D_{tn} = 7\text{°C}$

12) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{t_0} = 2,45774 \text{ °C} \leq D_{tn} = 7\text{°C}$  (35,11057% от предельного значения) – условие выполнено.

13) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12 \text{ °C}$ :

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3 \text{ °C}$$

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$$

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) * 202 = 5716,6 \text{ °C сут}$$
 (формула (2); п. 5.3).

14) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22\text{°C} > 12\text{°C}$  и  $t_{int} = 22\text{°C} \leq 24\text{°C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
										28
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

По табл.4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 2,14332 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

$R_o = 2,47868 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт} \geq R_{req} = 2,14332 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$  (115,64675% от предельного значения) – условие выполнено.

16) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^\circ\text{C}$$

$$t_{si} = t_{int-n} (t_{int}-t_{ext})/(R_o a_{int}) = 22-1 * (22--31)/(4,28821*8,7) = 19,54226^\circ\text{C}$$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 13,88^\circ\text{C} .$$

$t_{si} = 19,54226^\circ\text{C} \geq t_d = 13,88^\circ\text{C}$  (140,79438% от предельного значения) - условие выполнено.

Сопротивление теплопередаче покрытия (5 слоев)

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

- $f_{int}=60\%$ ;
- $t_{int}=22^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 20 \text{ см} = 20 / 100 = 0,2 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 2 \text{ см} = 2 / 100 = 0,02 \text{ м}$ ;
- $d_3 = 14 \text{ см} = 14 / 100 = 0,14 \text{ м}$ ;
- $d_4 = 4 \text{ см} = 4 / 100 = 0,04 \text{ м}$ ;
- $d_5 = 12 \text{ см} = 12 / 100 = 0,12 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Железобетон (ГОСТ 26633); плотность  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

$$R_{o1} = 2500 \text{ кг/м}^3$$

- $l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_1 = 18,95 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_1 = 0,03 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

29

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Раствор цементно-песчаный; плотность 1800 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_2 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $\lambda_2 = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 11,09 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,09 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией; плотность 800 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_3 = 800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $\lambda_3 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_3 = 4,9 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_3 = 0,075 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

(Зона влажности - Нормальная, Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность 150 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

- $\rho_4 = 150 \text{ кг/м}^3$
- $\lambda_4 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_4 = 0,66 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_4 = 0,54 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 5:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем(ТУ5762-010-04001485-96); плотность 100 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

- $\rho_5 = 100 \text{ кг/м}^3$
- $\lambda_5 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_5 = 0,51 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_5 = 0,58 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Климатические данные:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

30

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{ext, 5} = -31 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- $t_{ext, 1} = -14,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $D_{text} = 8,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 8} = -6,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $z_{ht, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 10} = -5,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Результаты расчета.

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещения - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31 \text{ }^{\circ}\text{C}$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций - покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций - гладкие потолки. По табл. 7  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 5.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$d = d_1 = 0,2 \text{ м}$

$l = l_1 = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$

$R_1 = d/l = 0,2/2,04 = 0,09804 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								31
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$$d = d_2 = 0,02 \text{ м}$$

$$l = l_2 = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

$$R_2 = d/l = 0,02/0,93 = 0,02151 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

$$d = d_3 = 0,14 \text{ м}$$

$$l = l_3 = 0,35 \text{ Вт/(м}^2\text{С)}$$

$$R_3 = d/l = 0,14/0,35 = 0,4 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

$$d = d_4 = 0,04 \text{ м}$$

$$l = l_4 = 0,046 \text{ Вт/(м}^2\text{С)}$$

$$R_4 = d/l = 0,04 / 0,046 = 0,86957 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

10) Определение термического сопротивления для пятого слоя

$$d = d_5 = 0,12 \text{ м}$$

$$l = l_5 = 0,045 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$$

$$R_5 = d/l = 0,12 / 0,045 = 2,66667 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

11) Продолжение расчета по п.9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,09804 + 0,02151 + 0,4 + 0,86957 + 2,66667 = 4,05579 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 4,05579 + 1/23 = 4,21421 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

12) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

$$\text{по табл. 7 } a_{int} = 8,721421 \text{ (м}^2\text{С)/Вт}$$

$$D_{to} = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 - (22 - (-31)) / (4,21421 \cdot 8,7) = 1,44557 \text{ }^\circ\text{С (формула (4); п. 5.8)}$$

13) Влажностный режим помещения в холодный период года

$$\text{Т.к. } t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{С} > 12 \text{ }^\circ\text{С} \text{ и } t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{С} \leq 24 \text{ }^\circ\text{С}; f_{int} \leq 60 \%$$

Следовательно, по табл.1 влажностный режим помещения - сухой или нормальный.

14) Продолжение расчета по табл. 5.8

Т.к. влажностный режим помещения - сухой или нормальный

Т.к.  $f_{int} > 50\%$  :

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ В/ м}^3$ ) - отсутствуют .

### 2.2.1.3 Товарно-сырьевая насосная

Сопротивление теплопередаче стен (2 слоя)

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								32
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Исходные данные:Воздух внутри помещения:

- $f_{\text{int}} = 55 \%$ ;
- $t_{\text{int}} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 38 \text{ см} = 38 / 100 = 0,38 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 6 \text{ см} = 6 / 100 = 0,06 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Кладка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе; плотность  $1600 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - кирпичная кладка):

- $\rho_{01} = 1600 \text{ кг/м}^3$
- $l_1 = 0,64 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_1 = 8,48 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_1 = 0,14 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность  $100 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - минераловатные и стекловолоконистые материалы):

- $\rho_{02} = 100 \text{ кг/м}^3$
- $l_2 = 0,045 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 0,51 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,58 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $t_{\text{ext}, 1} = -14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $D_{\text{text}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 10} = -5,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Результаты расчета.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								33
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещения - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$t_{ext} = t_{ext}, 5 = -31 \text{ } ^\circ\text{C}$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – наружные стены.

$a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последова-

тельно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 2.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$d = d_1 = 0,38 \text{ м}$

$l = l_1 = 0,64 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$R_1 = d/l = 0,38 / 0,64 = 0,59375 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$d = d_2 = 0,06 \text{ м}$

$l = l_2 = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$R_2 = d/l = 0,06 / 0,045 = 1,33333 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

8) Продолжение расчета по п.9.1 СП23-101

$R_k = R_1 + R_2 = 0,59375 + 1,33333 = 1,92708 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

$R_0 = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 1,92708 + 1/23 = 2,0855 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

9) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

По табл. 6:

$n = 1.$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								34
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$D_{to} = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_0 a_{int}) = 1 - (13 - (-31)) / (2,0855 \cdot 8,7) = 2,4250 \text{ °C} \text{ (формула (4); п. 5.8)}$$

10) Влажностный режим помещения в холодный период года

$$\text{Т.к. } t_{int} = 13 \text{ °C} > 12 \text{ °C} \text{ и } t_{int} = 13 \text{ °C} \leq 24 \text{ °C}; f_{int} \leq 60 \%$$

Следовательно, по табл. 1 влажностный режим – сухой или нормальный.

11) Продолжение расчета по п. 5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный:

$$\text{Т.к. } f_{int} > 50 \%$$

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ) – отсутствуют.

По табл. 5  $D_{tn} = 7 \text{ °C}$ .

12) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{to} = 2,42506 \text{ °C} \leq D_{tn} = 7 \text{ °C}$  (34,64371% от предельного значения) – условия выполнено.

13) Продолжение расчета по п.5.3

$$\text{Т.к. } t_{int} > 12 \text{ °C}$$

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3 \text{ °C}$$

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут.}$$

$$= (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - (-6,3)) \cdot 202 = 3898,6 \text{ °C сут. (формула (2); п. 5.3)}$$

14) Влажностный режим помещения в холодный период года

$$\text{Т.к. } t_{int} = 13 \text{ °C} > 12 \text{ °C} \text{ и } t_{int} = 13 \text{ °C} \leq 24 \text{ °C}; f_{int} \leq 60 \%$$

Следовательно, по табл. 1 влажностный режим – сухой или нормальный

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения сухой или нормальный:

Тип конструкции – стены.

По табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 1,77972 \text{ (м}^2 \text{ °C)/Вт.}$$

$R_0 = 2,0855 \text{ (м}^2 \text{ °C)/Вт} \geq R_{req} = 1,77972 \text{ (м}^2 \text{ °C)/Вт}$  (117,18135% от предельного значения) – условие выполнено.

16) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31 \text{ °C}$$

$$t_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_0 a_{int}) = 13 - 1 \cdot (13 - (-31)) / (2,0855 \cdot 8,7) = 10,57494 \text{ °C.}$$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{in}, f_{int}$

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

$$t_d = 4,18^\circ\text{C}.$$

$t_{si} = 10,57494^\circ\text{C} \geq t_d = 4,18^\circ\text{C}$  (252,989% от предельного значения) – условие выполнено.

### Сопrotивление теплопередаче покрытия ТП (4 слоя)

#### Исходные данные:

#### Воздух внутри помещения:

- $f_{int} = 55 \%$ ;
- $t_{int} = 10^\circ\text{C}$ ;

#### Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 5 \text{ см} = 5 / 100 = 0,05 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;
- $d_3 = 5 \text{ см} = 5 / 100 = 0,05 \text{ м}$ ;
- $d_4 = 3 \text{ см} = 3 / 100 = 0,03 \text{ м}$ ;

#### Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - А; Теплотехнические показатели - Железобетон (ГОСТ 26633); плотность  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

- $r_{o1} = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_1 = 1,92 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_1 = 17,98 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_1 = 0,03 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

#### Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - А; Теплотехнические показатели - Раствор цементно-песчаный; плотность  $1800 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

- $r_{o2} = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 9,6 \text{ Вт/(кв.м}^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,09 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

#### Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - А; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

36

связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность 150 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - минераловатные и стекловолоконные материалы):

- $r_{03} = 150 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_3 = 0,044 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;
- $s_3 = 0,61 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{С)}$ ;
- $m_3 = 0,54 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - А; Теплотехнические показатели - Раствор цементно-песчаный; плотность 1800 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $r_{04} = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_4 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;
- $s_4 = 9,6 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{С)}$ ;
- $m_4 = 0,09 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{ext, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $t_{ext, 1} = -14,8 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $D_{text} = 8,1 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $z_{ht, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 10} = -5,4 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Влажность наружного воздуха:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $e_{ext} = 690 \text{ Па}$ ;
- $e_{ext0} = 284 \text{ Па}$ ;
- $e_{ext3} = 1038 \text{ Па}$ ;
- $z_0 = 152 \text{ сут}$ ;
- $z_1 = 4 \text{ мес}$ ;
- $z_2 = 2 \text{ мес}$ ;
- $z_3 = 6 \text{ мес}$ ;
- $t_0 = -10,3 \text{ }^\circ\text{С}$ ,

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

37

–  $t_1 = -11,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

–  $t_2 = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

–  $t_3 = 15,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{C}$  .

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций - покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций - потолки с выступающими ребрами при отношении высоты  $h$  ребер к расстоянию  $a$  между гранями соседних ребер не более 0,3.

По табл. 7  $a_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C})$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$a_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C})$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 4.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$d = d_1 = 0,05 \text{ м}$

$l = l_1 = 1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$  .

$R_1 = d / l = 0,05 / 1,92 = 0,02604 \text{ (м}^2\text{ }^\circ\text{C})/\text{Вт}$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$d = d_2 = 0,01 \text{ м}$  .

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

38

$$l = l_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

$$R_2 = d / l = 0,01/0,76 = 0,01316 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

$$d = d_3 = 0,05 \text{ м}$$

$$l = l_3 = 0,044 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

$$R_3 = d / l = 0,05/0,044 = 1,13636 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

$$d = d_4 = 0,03 \text{ м}$$

$$l = l_4 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

$$R_4 = d / l = 0,03/0,76 = 0,03947 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

10) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,02604 + 0,01316 + 1,13636 + 0,03947 = 1,21503 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 1,21503 + 1/23 = 1,37345 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

11) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

По табл. 7  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (10 - (-31)) / (1,37345 * 8,7) = 3,43125^\circ\text{С (формула(4);$$

п. 5.8).

12) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} \leq 12^\circ\text{С}$ ;  $f_{int} \leq 75\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

13) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

По табл.5  $D_{tn} = 6^\circ\text{С}$

14) Продолжение расчета по п. 5.8

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$D_{t_0} = 3,43125^{\circ}\text{C} \leq D_{t_n} = 6^{\circ}\text{C}$  (57,1875% от предельного значения) – условие выполнено.

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} \leq 12^{\circ}\text{C}$ :

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$t_d = 1,39^{\circ}\text{C}$

16) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} \leq 12^{\circ}\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 75\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

17) Продолжение расчета по п. 5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

По табл.5  $D_{t_n} = 6^{\circ}\text{C}$

18) Продолжение расчета по п. 5.4

$n = 1$ .

По табл. 7  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{C})$

$R_{req} = n (t_{int}-t_{ext})/(D_{t_n} a_{int}) = 1 * (10--31)/(6*8,7) = 0,78544 (\text{м}^2\text{C})/\text{Вт}$  (формула(3);

п. 5.4).

19) Продолжение расчета по п. 5.3

$R_0 = 1,37345 (\text{м}^2\text{C})/\text{Вт} \geq R_{req} = 0,78544 (\text{м}^2\text{C})/\text{Вт}$  (174,86377 % от предельного значения) – условие выполнено.

20) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C}$

$t_{si} = t_{int}-n (t_{int}-t_{ext})/(R_0 a_{int}) = 10-1 * (10--31)/(1,37345*8,7) = 6,56875^{\circ}\text{C}$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$t_d = 1,39^{\circ}\text{C}$ .

$t_{si} = 6,56875^{\circ}\text{C} \geq t_d = 1,39^{\circ}\text{C}$  (472,57194% от предельного значения) -

условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче покрытия насосной и ПВК (5 слоев)**

Исходные данные:

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

40

Воздух внутри помещения:

- $f_{int} = 55 \%$ ;
- $t_{int} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 22 \text{ см} = 22 / 100 = 0,22 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;
- $d_3 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;
- $d_4 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;
- $d_5 = 3 \text{ см} = 3 / 100 = 0,03 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Железобетон (ГОСТ 26633); плотность  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_{01} = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_1 = 18,95 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_1 = 0,03 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Раствор цементно-песчаный; плотность  $1800 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_{02} = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_2 = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_2 = 11,09 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;
- $m_2 = 0,09 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность  $150 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - минераловатные и стекловолоконные материалы):

- $\rho_{03} = 150 \text{ кг/м}^3$ ;
- $l_3 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;
- $s_3 = 0,66 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

41

–  $m_3 = 0,54$  мг/(м ч Па);

Теплотехнические показатели слоя 4:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели – Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией; плотность  $800$  кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $r_{04} = 800$  кг/м<sup>3</sup>;
- $l_4 = 0,35$  Вт/(м°С);
- $s_4 = 4,9$  Вт/(кв.м °С);
- $m_4 = 0,075$  мг/(м ч Па);

Теплотехнические показатели слоя 5:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Раствор цементно-песчаный; плотность  $1800$  кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $r_{05} = 1800$  кг/м<sup>3</sup>;
- $l_5 = 0,93$  Вт/(м°С);
- $s_5 = 11,09$  Вт/(кв.м °С);
- $m_5 = 0,09$  мг/(м ч Па);

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{ext, 5} = -31$  °С;
- $t_{ext, I} = -14,8$  °С;
- $D_{t_{ext}} = 8,1$  °С;
- $z_{ht, 8} = 202$  сут;
- $t_{ht, 8} = -6,3$  °С;
- $z_{ht, 10} = 215$  сут;
- $t_{ht, 10} = -5,4$  °С;
- $n = 5,5$  м/с;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

42

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^{\circ}\text{C} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций - покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций – гладкие потолки.

По табл. 7  $a_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$$a_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 5.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$$d = d_1 = 0,22 \text{ м}$$

$$l = l_1 = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

$$R_1 = d / l = 0,2/2,04 = 0,10784 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$$d = d_2 = 0,01 \text{ м} .$$

$$l = l_2 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

$$R_2 = d / l = 0,01/0,93 = 0,01075 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

$$d = d_3 = 0,1 \text{ м}$$

$$l = l_3 = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$$

$$R_3 = d / l = 0,1/0,046 = 2,17391 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

$$d = d_4 = 0,1 \text{ м}$$

$$l = l_4 = 0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$$

$$R_4 = d / l = 0,1/0,35 = 0,28571 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

10) Определение термического сопротивления для пятого слоя

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								43
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$$d = d_5 = 0,03 \text{ м}$$

$$l = l_5 = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$$

$$R_5 = d / l = 0,03/0,93 = 0,03226 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

11) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,10784 + 0,01075 + 2,17391 + 0,28571 + 0,03226 = 2,61047 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 2,61047 + 1/23 = 2,76889 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

12) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

$$\text{По табл. 7 } a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$$

$$D_{t_0} = n(t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (13 - (-31)) / (2,76889 * 8,7) = 1,82653^\circ\text{С (формула(4);$$

п. 5.8).

13) Влажностный режим помещения в холодный период года

$$\text{Т.к. } t_{int} = 13^\circ\text{С} > 12^\circ\text{С} \text{ и } t_{int} = 13^\circ\text{С} \leq 24^\circ\text{С}; f_{int} \leq 60\%;$$

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

14) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

$$\text{Т.к. } f_{int} > 50\%;$$

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

$$\text{По табл.5 } D_{tn} = 6^\circ\text{С}$$

15) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{t_0} = 1,82653^\circ\text{С} \leq D_{tn} = 6^\circ\text{С}$  (30,44217% от предельного значения) – условие выполнено.

16) Продолжение расчета по п. 5.3

$$\text{Т.к. } t_{int} > 12^\circ\text{С}:$$

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^\circ\text{С.}$$

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут.}$$

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - (-6,3)) * 202 = 3898,6^\circ\text{С сут (формула(2); п. 5.3)}$$

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

17) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C} > 12^{\circ}\text{C}$  и  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C} \leq 24^{\circ}\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

18) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

По табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 2,47465 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

$R_o = 2,76889 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq R_{req} = 2,47465 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (111,89017 % от предельного значения) – условие выполнено

19) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$$t_{ext, 5} = t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C}$$

$$t_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o \alpha_{int}) = 13 - 1 * (13 - (-31)) / (2,76889 * 8,7) = 11,17347^{\circ}\text{C}$$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 4,18^{\circ}\text{C}$$

$t_{si} = 11,17347^{\circ}\text{C} \geq t_d = 4,18^{\circ}\text{C}$  (267,30789% от предельного значения) -

условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций**Исходные данныеВоздух внутри помещения:

- $f_{int} = 55\%$ ;
- $t_{int} = 13^{\circ}\text{C}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C}$ ;
- $t_{ext, I} = -14,8^{\circ}\text{C}$ ;
- $D_{t_{ext}} = 8,1^{\circ}\text{C}$ ;
- $z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 8} = -6,3^{\circ}\text{C}$ ;
- $z_{ht, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{ht, 10} = -5,4^{\circ}\text{C}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Инв. №	Взам.				
	Подп. и дата				
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Влажность наружного воздуха:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $e_{ext} = 690$  Па;
- $e_{ext0} = 284$  Па;
- $e_{ext3} = 1038$  Па;
- $z_0 = 152$  сут;
- $z_1 = 4$  мес;
- $z_2 = 2$  мес;
- $z_3 = 6$  мес,
- $t_0 = -10,3$  °С,
- $t_1 = -11,9$  °С;
- $t_2 = 0,3$  °С;
- $t_3 = 15,9$  °С;

Результаты расчета:1) Теплотехнический расчет

Конструкция - светопрозрачная.

2) Расчет светопрозрачных ограждающих конструкций

Тип здания или помещения - производственные.

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^{\circ}\text{C}$$

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$$

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - (-6,3)) * 202 = 3898,6 \text{ }^{\circ}\text{C сут (формула (2); п. 9.4 СП 23-101).$$

3) Влажностный режим помещения в холодный период годаТ.к.  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C} > 12^{\circ}\text{C}$  и  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C} \leq 24^{\circ}\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

4) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Тип конструкции – Окна и балконные двери, витрины и витражи.

По табл.4 в зависимости от  $D_d$ 

$$R_{req} = 0,29747 \text{ (м}^2\text{C)/Вт}$$

5) Определение приведенного сопротивления теплопередаче  $R_{0r}$ :

Переплет светопрозрачных конструкций – алюминиевый.

Заполнение светового проема – однокамерный стеклопакет.

Инв. №	Подп. и дата					Взам.					
	Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ				Лист
											46

Переplet – раздельный.

Остекление – из обычного стекла.

$$R_{o^r} = 0,50 = 0,5(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}.$$

6) Проверка условия остекленности здания

Проверка условия остекленности здания не требуется.

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ °C}.$$

Светопрозрачная конструкция - окно.

$$\text{По табл. 7 } a_{\text{int}} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$$n = 1 .$$

$$t_{\text{int}} = t_{\text{int}-n} (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) / (R_{o^r} a_{\text{int}}) = 13 - 1 * (13 - (-31)) / (0,5 * 8) = 2 \text{ °C}$$

$$t_{\text{int}} < 3 \text{ °C}$$

Требуется установка батареи под окном или изменение конструктивного решения светопрозрачной конструкции.

7) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

$R_{o^r} = 0,5(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт} \geq R_{\text{req}} = 0,29747 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  (168,08418% от предельного значения) – условие выполнено.

**2.2.1.4 Операторная слива-налива нефтепродуктов с пропускным пунктом**

**Сопrotивление теплопередаче стены (2 слоя)**

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

- $f_{\text{int}} = 60 \%$ ;
- $t_{\text{int}} = 23 \text{ °C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- $d_1 = 39 \text{ см} = 39 / 100 = 0,39 \text{ м}$ ;
- $d_2 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели – Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией; плотность  $800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_{o1} = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- $l_1 = 0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								47
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- $s_1 = 4,9 \text{ Вт}/(\text{кв.м } ^\circ\text{С})$ ;
- $m_1 = 0,075 \text{ мг}/(\text{м ч Па})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность  $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; Вид материала - минераловатные и стекловолоконистые материалы):

- $\rho_{02} = 100 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- $l_2 = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;
- $s_2 = 0,51 \text{ Вт}/(\text{кв.м } ^\circ\text{С})$ ;
- $m_2 = 0,58 \text{ мг}/(\text{м ч Па})$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;
- $t_{\text{ext}, 1} = -14,8 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;
- $D_{\text{ext}} = 8,1 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;
- $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 8} = -6,3 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;
- $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 10} = -5,4 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м}/\text{с}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ } ^\circ\text{С} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – наружные стены.

$$a_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ } ^\circ\text{С})$$

Инв. №	Подп. и дата					Взам.
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						Лист
						48

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 2.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$$d = d_1 = 0,39 \text{ м}$$

$$l = l_1 = 0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}) .$$

$$R_1 = d / l = 0,39/0,35 = 1,11429 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$$d = d_2 = 0,01 \text{ м} .$$

$$l = l_2 = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}) .$$

$$R_2 = d / l = 0,01/0,045 = 2,22222 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

8) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 = 1,11429 + 2,22222 = 3,33651 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 3,33651 + 1/23 = 3,49493 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

9) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (23 - 31) / (3,49493 * 8,7) = 1,77587\text{°C (формула(4); п. 5.8).}$$

10) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 23\text{°C} > 12\text{°C}$  и  $t_{int} = 23\text{°C} \leq 24\text{°C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

11) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

По табл.5  $D_{tn} = 7^\circ\text{C}$

12) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{t_0} = 1,77597^\circ\text{C} \leq D_{tn} = 7^\circ\text{C}$  (25,371% от предельного значения) – условие выполнено.

13) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12^\circ\text{C}$ :

$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^\circ\text{C}$ .

$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут.}$

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (23 - (-6,3)) * 202 = 5918,6^\circ\text{C сут}$  (формула (2); п. 5.3)

14) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 23^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{int} = 23^\circ\text{C} \leq 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Тип конструкции – стены.

По табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$R_{req} = 2,18372 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

$R_o = 3,49493 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq R_{req} = 2,18372 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (160,04479 % от предельного значения) – условие выполнено

16) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^\circ\text{C}$

$t_{si} = t_{int-n} (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 23 - 1 * (23 - (-31)) / (3,49493 * 8,7) = 21,22403^\circ\text{C}$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$t_d = 14,82^\circ\text{C}$ .

$t_{si} = 21,22403^\circ\text{C} \geq t_d = 14,82^\circ\text{C}$  (143,21208% от предельного значения) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче стены (4 слоя)**

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

50

–  $f_{int} = 60 \%$ ;

–  $t_{int} = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

–  $d_1 = 22 \text{ см} = 22 / 100 = 0,22 \text{ м}$ ;

–  $d_2 = 12 \text{ см} = 12 / 100 = 0,12 \text{ м}$ ;

–  $d_3 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;

–  $d_4 = 2 \text{ см} = 2 / 100 = 0,02 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Железобетон (ГОСТ 26633); плотность  $2500 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

–  $\rho_{01} = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;

–  $l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;

–  $s_1 = 18,95 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;

–  $m_1 = 0,03 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Rockwool - плиты теплоизоляц. из минеральной ваты на синт. связующем (ТУ5762-010-04001485-96); плотность  $150 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

–  $\rho_{02} = 150 \text{ кг/м}^3$ ;

–  $l_2 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;

–  $s_2 = 0,66 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;

–  $m_2 = 0,54 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели – Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией; плотность  $800 \text{ кг/м}^3$ ; Вид материала - бетоны и растворы):

–  $\rho_{03} = 800 \text{ кг/м}^3$ ;

–  $l_3 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ ;

–  $s_3 = 4,9 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{C)}$ ;

–  $m_3 = 0,075 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Раствор цементно-песчаный; плотность 1800 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала - бетоны и растворы):

- $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;
- $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;
- $s_4 = 11,09 \text{ Вт/(кв.м }^\circ\text{С)}$ ;
- $m_4 = 0,09 \text{ мг/(м ч Па)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $t_{\text{ext}, 1} = -14,8 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $Dt_{\text{ext}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 10} = -5,4 \text{ }^\circ\text{С}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{С} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций – гладкие потолки.

По табл. 7  $a_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{}^\circ\text{С)}$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

$$a_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{}^\circ\text{С)}$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.	703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						Лист
									52
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 4.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

$$d = d_1 = 0,22 \text{ м}$$

$$l = l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

$$R_1 = d / l = 0,22/2,04 = 0,10784 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

$$d = d_2 = 0,012 \text{ м} .$$

$$l = l_2 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

$$R_2 = d / l = 0,012/0,046 = 2,6087 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

$$d = d_3 = 0,1 \text{ м} .$$

$$l = l_3 = 0,35 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

$$R_3 = d / l = 0,1/0,35 = 0,28571 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

$$d = d_4 = 0,02 \text{ м} .$$

$$l = l_4 = 0,93 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

$$R_4 = d / l = 0,02/0,93 = 0,02151 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

10) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,10784 + 2,6087 + 0,28571 + 0,02151 = 3,02376 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 3,02376 + 1/23 = 3,18218 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

11) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$n = 1$$

$$\text{По табл.7 } a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$$

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (23 - (-31)) / (3,18218 * 8,7) = 1,95052^\circ\text{С (формула(4); п. 5.8).$$

12) Влажностный режим помещения в холодный период года

$$\text{Т.к. } t_{int} = 23^\circ\text{С} > 12^\circ\text{С} \text{ и } t_{int} = 23^\circ\text{С} \leq 24^\circ\text{С}; f_{int} \leq 60\%;$$

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

13) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

По табл.5  $D_{tn} = 6^\circ\text{C}$

14) Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{to} = 1,95052^\circ\text{C} \leq D_{tn} = 6^\circ\text{C}$  (32,50867% от предельного значения) – условие выполнено.

15) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12^\circ\text{C}$ :

$t_{ht} = t_{ht}, 8 = -6,3^\circ\text{C}$ .

$Z_{ht} = Z_{ht}, 8 = 202 \text{ сут.}$

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) Z_{ht} = (23 - 6,3) * 202 = 5918,6^\circ\text{C сут}$  (формула(2); п. 5.3)

16) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 23^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{int} = 23^\circ\text{C} \leq 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

17) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

По табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$R_{req} = 2,97965 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

$R_o = 3,18218 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq R_{req} = 2,97965 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (106,79711 % от предельного значения) – условие выполнено

18) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

$t_{ext} = t_{ext}, 5 = -31^\circ\text{C}$

$t_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 23 - 1 * (23 - (-31)) / (3,18218 * 8,7) = 21,04948^\circ\text{C}$

По табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$t_d = 14,82^\circ\text{C}$ .

$t_{si} = 21,04948^\circ\text{C} \geq t_d = 14,82^\circ\text{C}$  (142,03428% от предельного значения) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций**Исходные данныеОстекленность:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

–  $b = 0,66$ ;

Воздух внутри помещения:

–  $f_{int} = 60\%$ ;

–  $t_{int} = 22^{\circ}\text{C}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

–  $t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C}$ ;

–  $t_{ext, I} = -14,8^{\circ}\text{C}$ ;

–  $D_{t_{ext}} = 8,1^{\circ}\text{C}$ ;

–  $z_{ht, 8} = 202$  сут;

–  $t_{ht, 8} = -6,3^{\circ}\text{C}$ ;

–  $z_{ht, 10} = 215$  сут;

–  $t_{ht, 10} = -5,4^{\circ}\text{C}$ ;

–  $n = 5,5$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

(Оренбургская область; Оренбург):

–  $e_{ext} = 690$  Па;

–  $e_{ext0} = 284$  Па;

–  $e_{ext3} = 1038$  Па;

–  $z_0 = 152$  сут;

–  $z_1 = 4$  мес;

–  $z_2 = 2$  мес;

–  $z_3 = 6$  мес,

–  $t_0 = -10,3^{\circ}\text{C}$ ,

–  $t_1 = -11,9^{\circ}\text{C}$ ;

–  $t_2 = 0,3^{\circ}\text{C}$ ;

–  $t_3 = 15,9^{\circ}\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - светопрозрачная.

2) Расчет светопрозрачных ограждающих конструкций

Тип здания или помещения - производственные.

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

55

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3^{\circ}\text{C}$$

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут}$$

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) * 202 = 5716,6 \text{ }^{\circ}\text{C сут}$  (формула (2); п. 9.4 СП 23-101).

### 3) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22^{\circ}\text{C} > 12^{\circ}\text{C}$  и  $t_{int} = 22^{\circ}\text{C} \leq 24^{\circ}\text{C}$ ;  $f_{int} < = 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

### 4) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Тип конструкции – Окна и балконные двери, витрины и витражи.

По табл.4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 0,34292(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

### 5) Определение приведенного сопротивления теплопередаче $R_{o}^r$ :

Переplet светопрозрачных конструкций – деревянный или из ПВХ.

Заполнение светового проема – двойное остекление.

Остекление – из обычного стекла.

Переplet – отдельный.

$$R_{o}^r = 0,44 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

В соответствии с п. 9.4.3 СП 23-101-2004 для конструкций с деревянными или пластмассовыми переpleтами при каждом увеличении  $b$  на величину 0,1 следует уменьшать значение  $R_o$  на 5% и наоборот.

$$g = (b - 0,75)/0,1 = (0,66 - 0,75)/0,1 = -0,9 .$$

$$g = \text{int}(g) = \text{int}(-0,9) = 0.$$

$$R_{o}^r = R_o^r (1 - 0,05 g) = 0,44 * (1 - 0,05 * 0) = 0,44 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

### 6) Проверка условия остекленности здания

Проверка условия остекленности здания не требуется.

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C}.$$

Светопрозрачная конструкция - окно.

$$\text{По табл. 7 } a_{int} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$n = 1 .$$

$$t_{int} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_{o}^r a_{int}) = 22 - 1 * (22 - (-31)) / (0,44 * 8) = 6,94318^{\circ}\text{C}$$

$t_{int} > = 3^{\circ}\text{C}$  (231,43933% от предельного значения) - условие выполнено.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

7) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

$R_{0r} = 0,44(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт} \geq R_{\text{req}} = 0,34292 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  (128,30981% от предельного значения) – условие выполнено.

**2.2.1.5 Водяная насосная****Сопrotивление теплопередаче стены (3 слоя)**Исходные данные:Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_{\text{int}} = 60 \%$ ;
- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{\text{int}} = 13 \text{ °C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 2 \text{ см} = 2 / 100 = 0,02 \text{ м}$ ;
- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 38 \text{ см} = 38 / 100 = 0,38 \text{ м}$ ;
- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 5 \text{ см} = 5 / 100 = 0,05 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 0,77 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 2 - кирпичная кладка):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 3 - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{\text{ext}, 5} = -30 \text{ °C}$ ;
- Средняя месячная температура января  $t_{\text{ext}, 1} = -15,4 \text{ °C}$ ;
- Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца  $D_{\text{ext}} = 8,1 \text{ °C}$ ;
- Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ °C}$   $Z_{\text{ht}, 8} = 204 \text{ сут}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								57
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 8} = -6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $z_{ht, 10} = 217$  сут;
- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 10} = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь  $n = 5,7$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

- Среднегодовая упругость водяного пара наружного воздуха  $e_{ext} = 770$  Па;
- Среди. упругость водяного пара наружн. воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами  $e_{ext0} = 364$  Па;
- Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за летний период  $e_{ext3} = 1212$  Па;
- Продолжительность периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $z_0 = 152$  сут;
- Продолжительность зимнего периода  $z_1 = 3$  мес;
- Продолжительность весенне-осеннего периода  $z_2 = 4$  мес;
- Продолжительность летнего периода  $z_3 = 5$  мес;
- Средняя температура периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $t_0 = -6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура зимнего периода  $t_1 = -8,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура весенне-осеннего периода  $t_2 = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура летнего периода  $t_3 = 14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30\text{ }^{\circ}\text{C} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

58

Тип конструкций – наружные стены.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности:

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:

$$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 3.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_1 = 0,02 \text{ м}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_1 = 0,77 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$$R_1 = d / l = 0,02/0,77 = 0,02597 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$$d = d_2 = 0,38 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_2 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$$R_2 = d / l = 0,38/0,76 = 0,5 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$$d = d_3 = 0,05 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_3 = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

$$R_3 = d / l = 0,05/0,039 = 1,28205 \text{ (м}^2\text{°C)}/\text{Вт}$$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								59
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

9) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 = 0,02597 + 0,5 + 1,28205 = 1,80802 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 1,80802 + 1/23 = 1,96644 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

10) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

По табл. 6:

$$n = 1$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности:

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$$

Расчетный температурный перепад:

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (13 - (-30)) / (1,96644 * 8,7) = 2,51344 \text{ °C (формула(4));}$$

п. 5.8).

11) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13 \text{ °C} > 12 \text{ °C}$  и  $t_{int} = 13 \text{ °C} \leq 24 \text{ °C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

12) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

Нормируемый температурный перепад принимается по табл.5  $D_{tn} = 7 \text{ °C}$

13) Продолжение расчета по п. 5.8

$Dt_o = 2,51344 \text{ °C} \leq D_{tn} = 7 \text{ °C}$  (35,90629% **от предельного значения**) – условие выполнено.

14) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12 \text{ °C}$ :

Средняя температура наружного воздуха:

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,9 \text{ °C.}$$

Продолжительность отопительного периода:

$$Z_{ht} = Z_{ht, 8} = 204 \text{ сут.}$$

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

Градусосутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - 6,9) * 204 = 4059,6^\circ\text{C сут (формула (2); п. 5.3)}$$

15) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{int} = 13^\circ\text{C} \leq 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

16) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Тип конструкций – стены.

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции принимается по табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 1,81192 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

$R_o = 1,96644 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq R_{req} = 1,81192 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (108,52797 % **от предельного значения**) – условие выполнено

17) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30^\circ\text{C}$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$t_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o \alpha_{int}) = 13 - 1 * (13 - (-30)) / (1,96644 * 8,7) = 10,48656^\circ\text{C}$$

Температура точки росы принимается по табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 5,42^\circ\text{C}$$

$t_{si} = 10,48656^\circ\text{C} \geq t_d = 5,42^\circ\text{C}$  (193,47897% **от предельного значения**) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче стены (5 слоев)**

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_{int} = 60\%$ ;
- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 13^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 25 \text{ см} = 25 / 100 = 0,25 \text{ м}$ ;
- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;
- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

61

– Толщина 4-го слоя  $d_4 = 3 \text{ см} = 3 / 100 = 0,03 \text{ м}$ ;

– Толщина 5-го слоя  $d_5 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

– Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 2,05 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 2 – бетоны и растворы):

– Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 3 - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

– Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 4 – бетоны и растворы):

– Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 4  $\lambda_4 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 5:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 5 – материалы гидроизоляционные):

– Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 5  $\lambda_5 = 0,17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

– Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{\text{ext}, 5} = -30 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

– Средняя месячная температура января  $t_{\text{ext}, 1} = -15,4 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

– Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца  $Dt_{\text{ext}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

– Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ }^\circ\text{С}$   $z_{\text{ht}, 8} = 204 \text{ сут}$ ;

– Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ }^\circ\text{С}$   $t_{\text{ht}, 8} = -6,9 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

– Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10 \text{ }^\circ\text{С}$   $z_{\text{ht}, 10} = 217 \text{ сут}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								62
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10^{\circ}\text{C}$  tht,  $10 = -6^{\circ}\text{C}$ ;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь  $n = 5,7$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

- Среднегодовая упругость водяного пара наружного воздуха  $e_{\text{ext}} = 770$  Па;
- Среди. упругость водяного пара наружн. воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами  $e_{\text{ext}0} = 364$  Па;
- Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за летний период  $e_{\text{ext}3} = 1212$  Па;
- Продолжительность периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $z_0 = 152$  сут;
- Продолжительность зимнего периода  $z_1 = 3$  мес;
- Продолжительность весенне-осеннего периода  $z_2 = 4$  мес;
- Продолжительность летнего периода  $z_3 = 5$  мес;
- Средняя температура периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $t_0 = -6,6^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура зимнего периода  $t_1 = -8,9^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура весенне-осеннего периода  $t_2 = 0,6^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура летнего периода  $t_3 = 14,6^{\circ}\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{\text{ext}} = t_{\text{ext}, 5} = -30^{\circ}\text{C} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – покрытия.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций - потолки с выступающими ребрами при отношении высоты  $h$  ребер к расстоянию  $a$  между гранями соседних ребер не более 0,3.

Коэффициент теплопередачи внутренней поверхности принимается по табл. 7  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:

$$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 5.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_1 = 0,25 \text{ м}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_1 = 2,05 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$$R_1 = d / l = 0,25/2,05 = 0,12195 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$$d = d_2 = 0,01 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_2 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$$R_2 = d / l = 0,01/0,76 = 0,01316 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$$d = d_3 = 0,1 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_3 = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								64
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$$R3 = d / \lambda = 0,1/0,046 = 2,17391 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

Толщина слоя:

$$d = d4 = 0,03 \text{ м .}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$\lambda = \lambda4 = 0,76 \text{ Вт/(м}^2\text{°С) .}$$

Сопротивление теплопередаче слоя 4:

$$R4 = d / \lambda = 0,1/0,76 = 0,03947 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

10) Определение термического сопротивления для пятого слоя

Толщина слоя:

$$d = d5 = 0,01 \text{ м .}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$\lambda = \lambda5 = 0,17 \text{ Вт/(м}^2\text{°С) .}$$

Сопротивление теплопередаче слоя 5:

$$R5 = d / \lambda = 0,01/0,17 = 0,05882 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

11) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$R_k$

$$= R1 + R2 + R3 + R4 + R5 = 0,12195 + 0,01316 + 2,17391 + 0,03947 + 0,05882 = 2,40731 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 2,40731 + 1/23 = 2,56573 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

12) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Коэффициент:

$$n = 1$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности принимается по табл.7

$$a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$$

Расчетный температурный перепад:

$$\Delta t_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (13 - (-30)) / (2,56573 * 8,7) = 1,92636 \text{°С (формула(4); п. 5.8).}$$

13) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13 \text{°С} > 12 \text{°С}$  и  $t_{int} = 13 \text{°С} < = 24 \text{°С}$ ;  $f_{int} < = 60\%$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

Нормируемый температурный перепад принимается по табл.5  $D_{tn} = 6^\circ\text{C}$

Продолжение расчета по п. 5.8

$D_{to} = 1,92636^\circ\text{C} \leq D_{tn} = 6^\circ\text{C}$  (32,106% от предельного значения) – условие выполнено.

14) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12^\circ\text{C}$ :

Средняя температура наружного воздуха:

$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,9^\circ\text{C}$ .

Продолжительность отопительного периода:

$z_{ht} = z_{ht, 8} = 204 \text{ сут.}$

Градусо-сутки отопительного периода:

$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - (-6,9)) * 204 = 4059,6^\circ\text{C сут}$  (формула (2); п. 5.3)

15) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{int} = 13^\circ\text{C} \leq 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

16) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции принимается по табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$R_{req} = 2,5149 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

$R_o = 2,56573 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq R_{req} = 2,5149 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (102,02115 % от предельного значения) – условие выполнено

17) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30^\circ\text{C}$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$t_{si} = t_{int-n} (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 13 - 1 * (13 - (-30)) / (2,56573 * 8,7) = 11,07364^\circ\text{C}$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Температура точки росы принимается по табл. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 5,42 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

$t_{si} = 11,07364 \text{ } ^\circ\text{C} \geq t_d = 5,42 \text{ } ^\circ\text{C}$  (204,3107% от предельного значения) - условие выполнено.

### 2.2.1.6 Реагентное хозяйство

#### Сопротивление теплопередаче стен закрытой насосной, венткамеры и РП (3 слоя)

##### Исходные данные:

##### Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_{int} = 60 \%$ ;
- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 13 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

##### Толщины слоев многослойных конструкций:

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 2 \text{ см} = 2 / 100 = 0,02 \text{ м}$ ;
- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 38 \text{ см} = 38 / 100 = 0,38 \text{ м}$ ;
- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;

##### Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ ;

##### Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 2 – кирпичная кладка):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ ;

##### Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 3 - минераловатные и стекловолоконные материалы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ ;

##### Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{ext, 5} = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

- Средняя месячная температура января  $t_{ext, 1} = -15,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

- Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца  $D_{t_{ext}} = 8,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								67
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$   $z_{ht, 8} = 204$  сут;
- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 8} = -6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $z_{ht, 10} = 217$  сут;
- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 10} = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь  $n = 5,7$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

- Среднегодовая упругость водяного пара наружного воздуха  $e_{ext} = 770$  Па;
- Среди. упругость водяного пара наружн. воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами  $e_{ext0} = 364$  Па;
- Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за летний период  $e_{ext3} = 1212$  Па;
- Продолжительность периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $z_0 = 152$  сут;
- Продолжительность зимнего периода  $z_1 = 3$  мес;
- Продолжительность весенне-осеннего периода  $z_2 = 4$  мес;
- Продолжительность летнего периода  $z_3 = 5$  мес;
- Средняя температура периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $t_0 = -6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура зимнего периода  $t_1 = -8,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура весенне-осеннего периода  $t_2 = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура летнего периода  $t_3 = 14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  .

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – наружные стены.

Коэффициент теплопередачи внутренней поверхности  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$

По табл. 8 СП 23-101-2004:

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:

$a_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 3.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$d = d_1 = 0,02 \text{ м}$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$l = l_1 = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$  .

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$R_1 = d / l = 0,02/0,7 = 0,02857 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$d = d_2 = 0,38 \text{ м}$  .

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$l = l_2 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$  .

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$R_2 = d / l = 0,38/0,76 = 0,5 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$d = d_3 = 0,1 \text{ м}$  .

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

69

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_3 = 0,046 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

$$R_3 = d / l = 0,1/0,046 = 2,17391 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

9) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 = 0,02857 + 0,5 + 2,17391 = 2,70248 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 2,70248 + 1/23 = 2,8609 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

10) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

По табл. 6:

Коэффициент:

$$n = 1$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности:  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$

Расчетный температурный перепад:

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (13 - 30) / (2,8609 * 8,7) = 1,72761^\circ\text{С (формула(4));}$$

п. 5.8).

11) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13^\circ\text{С} > 12^\circ\text{С}$  и  $t_{int} = 13^\circ\text{С} \leq 24^\circ\text{С}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

12) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт/м}^3$ ) – отсутствуют.

Нормируемый температурный перепад принимается по табл.5  $D_{tn} = 7^\circ\text{С}$

13) Продолжение расчета по п. 5.8

$Dt_o = 1,72761^\circ\text{С} \leq D_{tn} = 7^\circ\text{С}$  (24,68014% **от предельного значения**) – условие выполнено.

14) Продолжение расчета по п. 5.3

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Т.к.  $t_{int} > 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

Средняя температура наружного воздуха:

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,9^{\circ}\text{C}.$$

Продолжительность отопительного периода:

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 204 \text{ сут.}$$

Градусо-сутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - 6,9) * 204 = 4059,6^{\circ}\text{C сут (формула (2); п. 5.3)}$$

15) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C} > 12^{\circ}\text{C}$  и  $t_{int} = 13^{\circ}\text{C} \leq 24^{\circ}\text{C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

16) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Тип конструкций – стены.

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции принимается по табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 1,81192 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$$

$R_o = 2,8609 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)/Вт} > R_{req} = 1,81192 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$  (157,89328 % от предельного значения) – условие выполнено

17) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30^{\circ}\text{C}$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$t_{si} = t_{int} - n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o \alpha_{int}) = 13 - 1 * (13 - (-30)) / (2,8609 * 8,7) = 11,27239^{\circ}\text{C}$$

Температура точки росы принимается по табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 5,42^{\circ}\text{C}.$$

$t_{si} = 11,27239^{\circ}\text{C} > t_d = 5,42^{\circ}\text{C}$  (207,97768% от предельного значения) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче стен аппаратной (3 слоя)**

Исходные данные:

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

71

Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_{int} = 60 \%$ ;
- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 2 \text{ см} = 2 / 100 = 0,02 \text{ м}$ ;
- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 40 \text{ см} = 40 / 100 = 0,4 \text{ м}$ ;
- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 12 \text{ см} = 12 / 100 = 0,12 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 2 – кирпичная кладка):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 2,02 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 3 - минераловатные и стекловолоконистые материалы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,043 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{ext, 5} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Средняя месячная температура января  $t_{ext, 1} = -15,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца  $Dt_{ext} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ }^\circ\text{C}$   $z_{ht, 8} = 204 \text{ сут}$ ;
- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ }^\circ\text{C}$   $t_{ht, 8} = -6,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10 \text{ }^\circ\text{C}$   $z_{ht, 10} = 217 \text{ сут}$ ;
- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10 \text{ }^\circ\text{C}$   $t_{ht, 10} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

72

– Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь  $n = 5,7$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

- Среднегодовая упругость водяного пара наружного воздуха  $e_{ext} = 770$  Па;
- Среди. упругость водяного пара наружн. воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами  $e_{ext0} = 364$  Па;
- Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за летний период  $e_{ext3} = 1212$  Па;
- Продолжительность периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $z_0 = 152$  сут;
- Продолжительность зимнего периода  $z_1 = 3$  мес;
- Продолжительность весенне-осеннего периода  $z_2 = 4$  мес;
- Продолжительность летнего периода  $z_3 = 5$  мес;
- Средняя температура периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $t_0 = -6,6$  °С;
- Средняя температура зимнего периода  $t_1 = -8,9$  °С;
- Средняя температура весенне-осеннего периода  $t_2 = 0,6$  °С;
- Средняя температура летнего периода  $t_3 = 14,6$  °С;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30 \text{ °С} .$$

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – наружные стены.

Коэффициент теплопередачи внутренней поверхности  $a_{int} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>°С)

По табл. 8 СП 23-101-2004:

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:  $a_{ext} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>°С)

Конструкция - однородная.

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

73

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 3.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_1 = 0,02 \text{ м}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_1 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$$R_1 = d / l = 0,02/0,76 = 0,02632 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$$d = d_2 = 0,4 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_2 = 2,02 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$$R_2 = d / l = 0,4/2,02 = 0,19802 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$$d = d_3 = 0,12 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_3 = 0,043 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

$$R_3 = d / l = 0,12/0,043 = 2,7907 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

9) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 = 0,02632 + 0,19802 + 2,7907 = 3,01504 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_o = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 3,01504 + 1/23 = 3,15946 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								74
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

10) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

По табл. 6:

Коэффициент:

$$n = 1$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности:  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$

Расчетный температурный перепад:

$$Dt_o = n(t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (22 - (-30)) / (3,17346 * 8,7) = 1,88344\text{°С} \text{ (формула(4); п. 5.8).}$$

11) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22\text{°С} > 12\text{°С}$  и  $t_{int} = 22\text{°С} \leq 24\text{°С}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

12) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ) – отсутствуют.

Нормируемый температурный перепад принимается по табл.5  $D_{tn} = 7\text{°С}$

13) Продолжение расчета по п. 5.8

$Dt_o = 1,88344\text{°С} \leq D_{tn} = 7\text{°С}$  (26,90629% от предельного значения) – условие выполнено.

14) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12\text{°С}$ :

Средняя температура наружного воздуха:

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,9\text{°С}.$$

Продолжительность отопительного периода:

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 204 \text{ сут.}$$

Градусосутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,9)) * 204 = 5895,6\text{°С сут} \text{ (формула (2); п. 5.3)}$$

15) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22\text{°С} > 12\text{°С}$  и  $t_{int} = 22\text{°С} \leq 24\text{°С}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

16) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Тип конструкций – стены.

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции принимается по табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 2,17912 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

$R_o = 3,15946 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} > R_{req} = 2,17912 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$  (145,63035 % от предельного значения) – условие выполнено

17) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30\text{°C}$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$t_{si} = t_{int-n} (t_{int}-t_{ext})/(R_o a_{int}) = 22-1 * (22--30)/(3,17346*8,7) = 20,11656\text{°C}$$

Температура точки росы принимается по табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 13,88 \text{ °C}$$

$t_{si} = 20,11656 \text{ °C} > t_d = 13,88 \text{ °C}$  (144,93199% от предельного значения) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче покрытия закрытой насосной, венткамеры и РП (6 слоев)**

Исходные данные:

Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_{int} = 60 \%$ ;
- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 13 \text{ °C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 22 \text{ см} = 22 / 100 = 0,22 \text{ м}$ ;
- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;
- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$ ;
- Толщина 4-го слоя  $d_4 = 9 \text{ см} = 9 / 100 = 0,09 \text{ м}$ ;
- Толщина 5-го слоя  $d_5 = 3 \text{ см} = 3 / 100 = 0,03 \text{ м}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								76
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- Толщина 6-го слоя  $d_6 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 2 – бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 3 - минераловатные и стекловолоконистые материалы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 4 – бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 4  $\lambda_4 = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 5:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 5 – бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 5  $\lambda_5 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;

Теплотехнические показатели слоя 6:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 6 – материалы гидроизоляционные):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 6  $\lambda_6 = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{\text{ext}, 5} = -30 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Средняя месячная температура января  $t_{\text{ext}, 1} = -15,4 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца  $Dt_{\text{ext}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ }^\circ\text{С}$   $z_{\text{ht}, 8} = 204 \text{ сут}$ ;

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

77

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 8} = -6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $z_{ht, 10} = 217$  сут;
- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 10} = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь  $n = 5,7$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

- Среднегодовая упругость водяного пара наружного воздуха  $e_{ext} = 770$  Па;
- Среди. упругость водяного пара наружн. воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами  $e_{ext0} = 364$  Па;
- Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за летний период  $e_{ext3} = 1212$  Па;
- Продолжительность периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $z_0 = 152$  сут;
- Продолжительность зимнего периода  $z_1 = 3$  мес;
- Продолжительность весенне-осеннего периода  $z_2 = 4$  мес;
- Продолжительность летнего периода  $z_3 = 5$  мес;
- Средняя температура периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $t_0 = -6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура зимнего периода  $t_1 = -8,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура весенне-осеннего периода  $t_2 = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура летнего периода  $t_3 = 14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2) Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3) Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30\text{ }^{\circ}\text{C} .$$

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Взам.
						Подп. и дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Изм. №

4) Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций – гладкие потолки.

Коэффициент теплопередачи внутренней поверхности по табл.7  $a_{int} = 8,7$

Вт/(м<sup>2</sup>°С)

По табл. 8 СП 23-101-2004:

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:  $a_{ext} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>°С)

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 6.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_1 = 0,22 \text{ м}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_1 = 1,92 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$$R_1 = d / l = 0,22/1,92 = 0,11458 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$$d = d_2 = 0,01 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$$R_2 = d / l = 0,01/0,76 = 0,01316 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$$d = d_3 = 0,1 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.						
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$l = l_3 = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

$$R_3 = d / l = 0,1/0,042 = 2,38095 \text{ (м}^2\text{°С)}/\text{Вт}$$

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_4 = 0,09 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_4 = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 4:

$$R_4 = d / l = 0,09/0,29 = 0,31034 \text{ (м}^2\text{°С)}/\text{Вт}$$

10) Определение термического сопротивления для пятого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_5 = 0,03 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_5 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 5:

$$R_5 = d / l = 0,03/0,76 = 0,03947 \text{ (м}^2\text{°С)}/\text{Вт}$$

11) Определение термического сопротивления для шестого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_6 = 0,01 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_6 = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С}) .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 6:

$$R_6 = d / l = 0,01/0,17 = 0,05882 \text{ (м}^2\text{°С)}/\text{Вт}$$

12) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,11458 + 0,01316 + 2,38095 + 0,31034 + 0,03947 + 0,05$$

$$882 = 2,91732 \text{ (м}^2\text{°С)}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 2,91732 + 1/23 = 3,07574 \text{ (м}^2\text{°С)}/\text{Вт}$$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

13) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Коэффициент:

$$n = 1$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности:  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$

Расчетный температурный перепад:

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (13 - (-30)) / (3,07574 * 8,7) = 1,60694\text{°C} \text{ (формула(4));}$$

п. 5.8).

14) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13\text{°C} > 12\text{°C}$  и  $t_{int} = 13\text{°C} \leq 24\text{°C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

15) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ) – отсутствуют.

Нормируемый температурный перепад принимается по табл.5  $D_{tn} = 6\text{°C}$

16) Продолжение расчета по п. 5.8

$Dt_o = 1,60694\text{°C} \leq D_{tn} = 6\text{°C}$  (26,78233% от предельного значения) – условие выполнено.

17) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12\text{°C}$ :

Средняя температура наружного воздуха:

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,9\text{°C}.$$

Продолжительность отопительного периода:

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 204 \text{ сут.}$$

Градусо-сутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (13 - (-6,9)) * 204 = 4059,6\text{°C сут} \text{ (формула (2); п. 5.3)}$$

18) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 13\text{°C} > 12\text{°C}$  и  $t_{int} = 13\text{°C} \leq 24\text{°C}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

19) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции принимается по табл. 4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 2,5149 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

$R_o = 3,07574 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт} \geq R_{req} = 2,5149 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$  (122,30069 % от предельного значения) – условие выполнено

20) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -30^\circ\text{C}$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$t_{si} = t_{int-n} (t_{int}-t_{ext})/(R_o a_{int}) = 13-1 * (13--30)/(3,07574*8,7) = 11,39306^\circ\text{C}$$

Температура точки росы принимается по табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 5,42^\circ\text{C}$$

$t_{si} = 11,39306^\circ\text{C} \geq t_d = 5,42^\circ\text{C}$  (210,20406% от предельного значения) - условие выполнено.

**Сопротивление теплопередаче покрытия аппаратной ( 6 слоев)**Исходные данные:Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_{int} = 60\%$ ;
- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 13^\circ\text{C}$ ;

Толщины слоев многослойных конструкций:

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 40 \text{ см} = 40 / 100 = 0,4 \text{ м}$ ;
- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;
- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 15 \text{ см} = 15 / 100 = 0,15 \text{ м}$ ;
- Толщина 4-го слоя  $d_4 = 3 \text{ см} = 3 / 100 = 0,03 \text{ м}$ ;
- Толщина 5-го слоя  $d_5 = 3 \text{ см} = 3 / 100 = 0,03 \text{ м}$ ;
- Толщина 6-го слоя  $d_6 = 1 \text{ см} = 1 / 100 = 0,01 \text{ м}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								82
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 2,02 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 2 – бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 3 - минераловатные и стекловолокнистые материалы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,042 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 4:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 4 – бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 4  $\lambda_4 = 0,29 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 5:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 5 – бетоны и растворы):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 5  $\lambda_5 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Теплотехнические показатели слоя 6:

(Зона влажности - Нормальная; Вид материала слоя 6 – материалы гидроизоляционные):

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 6  $\lambda_6 = 0,17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;

Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{\text{ext}, 5} = -31 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Средняя месячная температура января  $t_{\text{ext}, 1} = -14,8 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца  $D_{\text{t}_{\text{ext}}} = 8,1 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8 \text{ }^\circ\text{С}$   $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10 \text{ }^\circ\text{С}$   $t_{\text{nt}, 8} = -6,3 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

- Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10 \text{ }^\circ\text{С}$   $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;

Инв. №	Подп. и дата					Взам.
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						Лист
						83

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более  $10^{\circ}\text{C}$   $t_{ht, 10} = -5,4^{\circ}\text{C}$ ;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь  $n = 5,5$  м/с;

Влажность наружного воздуха:

- Среднегодовая упругость водяного пара наружного воздуха  $e_{ext} = 770$  Па;
- Среди. упругость водяного пара наружн. воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами  $e_{ext0} = 364$  Па;
- Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за летний период  $e_{ext3} = 1212$  Па;
- Продолжительность периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $z_0 = 152$  сут;
- Продолжительность зимнего периода  $z_1 = 3$  мес;
- Продолжительность весенне-осеннего периода  $z_2 = 4$  мес;
- Продолжительность летнего периода  $z_3 = 5$  мес;
- Средняя температура периода с отрицательной среднемесячной температурой наружного воздуха  $t_0 = -6,6^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура зимнего периода  $t_1 = -8,9^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура весенне-осеннего периода  $t_2 = 0,6^{\circ}\text{C}$ ;
- Средняя температура летнего периода  $t_3 = 14,6^{\circ}\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1)Теплотехнический расчет

Конструкция - несветопрозрачная.

2)Выбор показателей тепловой защиты здания

Тип здания или помещение - производственные.

3)Продолжение расчета по п. 5.3

Эксплуатация здания - постоянная.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31^{\circ}\text{C} .$$

4)Определение сопротивления теплопередаче

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Тип конструкций – покрытия.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций –полы.

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

84

Коэффициент теплопередачи внутренней поверхности по табл.7  $a_{int} = 8,7$   
Вт/(м<sup>2</sup>°С)

По табл. 8 СП 23-101-2004:

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности:  $a_{ext} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>°С)

Конструкция - однородная.

Конструкция - многослойная.

5) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

Количество слоев - 6.

6) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_1 = 0,4 \text{ м}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_1 = 2,02 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$$R_1 = d / l = 0,4 / 2,02 = 0,19802 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

7) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$$d = d_2 = 0,01 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$$R_2 = d / l = 0,01 / 0,76 = 0,01316 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

8) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$$d = d_3 = 0,15 \text{ м} .$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_3 = 0,042 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

$$R_3 = d / l = 0,151 / 0,042 = 3,57143 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								85
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

9) Определение термического сопротивления для четвертого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_4 = 0,03 \text{ м .}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_4 = 0,29 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

Сопротивление теплопередаче слоя 4:

$$R_4 = d / l = 0,03/0,29 = 0,10345 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

10) Определение термического сопротивления для пятого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_5 = 0,03 \text{ м .}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_5 = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

Сопротивление теплопередаче слоя 5:

$$R_5 = d / l = 0,03/0,76 = 0,03947 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

11) Определение термического сопротивления для шестого слоя

Толщина слоя:

$$d = d_6 = 0,01 \text{ м .}$$

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя:

$$l = l_6 = 0,17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С) .}$$

Сопротивление теплопередаче слоя 6:

$$R_6 = d / l = 0,01/0,17 = 0,05882 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

12) Продолжение расчета по п. 9.1 СП 23-101

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,19802 + 0,01316 + 3,57143 + 0,10345 + 0,03947 + 0,05$$

$$882 = 3,98435 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 1/a_{int} + R_k + 1/a_{ext} = 1/8,7 + 3,98435 + 1/23 = 3,07574 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт}$$

13) Определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Коэффициент:

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								86
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$$n = 1$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности:  $a_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$

Расчетный температурный перепад:

$$Dt_o = n (t_{int} - t_{ext}) / (R_o a_{int}) = 1 * (22 - (-31)) / (4,14277 * 8,7) = 1,4705\text{°С} \text{ (формула(4));}$$

п. 5.8).

14) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22\text{°С} > 12\text{°С}$  и  $t_{int} = 22\text{°С} \leq 24\text{°С}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

15) Продолжение расчета по табл.5

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Т.к.  $f_{int} > 50\%$ ;

Явные избытки тепла в здании ( $> 23 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ) – отсутствуют.

Нормируемый температурный перепад принимается по табл.5  $D_{tn} = 6\text{°С}$

16) Продолжение расчета по п. 5.8

$Dt_o = 1,4705\text{°С} \leq D_{tn} = 6\text{°С}$  (24,50833% от предельного значения) – условие выполнено.

17) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к.  $t_{int} > 12\text{°С}$ :

Средняя температура наружного воздуха:

$$t_{ht} = t_{ht, 8} = -6,3\text{°С}.$$

Продолжительность отопительного периода:

$$z_{ht} = z_{ht, 8} = 202 \text{ сут.}$$

Градусо-сутки отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 - (-6,3)) * 202 = 5716,6\text{°С сут} \text{ (формула (2); п. 5.3)}$$

18) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{int} = 22\text{°С} > 12\text{°С}$  и  $t_{int} = 22\text{°С} \leq 24\text{°С}$ ;  $f_{int} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

19) Продолжение расчета по п. 5.3

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции принимается по табл. 4 в зависимости от  $D_d$

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$$R_{req} = 2,92915 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

$$R_o = 4,14277 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq R_{req} = 2,92915 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \text{ (141,4325 \% от предельного значения)} - \text{условие выполнено}$$

20) Определение температуры внутренней поверхности однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_{ext, 5} = -31^\circ\text{C}$$

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$t_{si} = t_{int-n} (t_{int}-t_{ext})/(R_o a_{int}) = 22-1 * (22--31)/(4,14277 * 8,7) = 20,5295^\circ\text{C}$$

Температура точки росы принимается по табл. прил. Р СП 23-101 в зависимости от  $t_{int}$  и  $f_{int}$

$$t_d = 13,88^\circ\text{C}$$

$t_{si} = 20,5295^\circ\text{C} \geq t_d = 13,88^\circ\text{C}$  (147,90706% от предельного значения) - условие выполнено.

### 2.2.1.7 Склад реагентов

Покрытие и стены выполнены из панелей-сэндвич с базальтовым утеплителем (группа горючести НГ), укладываемых по стальным прогонам, для стен - направляющим. В качестве стропильных конструкций кровли применены двускатные фермы с уклоном по аналогии с конструкцией фермы серии 1.460.3-23. Согласно Технической информации ТИ 084-12 «панели металлические трехслойные с утеплителем из минеральной ваты» ЗАО «Самарский завод ЭЛЕКТРОЩИТ-Стройиндустрия» табл. 4 для производственных зданий г. Оренбург при  $t_{int}=18^\circ\text{C}$ .

Стеновые панели толщиной 100мм-  $R_o \text{ тр}=1,93 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

Кровельные панели толщиной 150мм-  $R_o \text{ тр}=2,66 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

### Сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций

#### Исходные данные:

#### Воздух внутри помещения:

- $f_{int} = 55 \%$ ;
- $t_{int} = 18^\circ\text{C}$ ;

#### Климатические данные:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $t_{ext, 5} = -31^\circ\text{C}$ ;
- $t_{ext, I} = -14,8^\circ\text{C}$ ;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								88
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- $D_{\text{ext}} = 8,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 8} = -6,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- $z_{\text{ht}, 10} = 215 \text{ сут}$ ;
- $t_{\text{ht}, 10} = -5,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- $n = 5,5 \text{ м/с}$ ;

Влажность наружного воздуха:

(Оренбургская область; Оренбург):

- $e_{\text{ext}} = 690 \text{ Па}$ ;
- $e_{\text{ext}0} = 284 \text{ Па}$ ;
- $e_{\text{ext}3} = 1038 \text{ Па}$ ;
- $z_0 = 152 \text{ сут}$ ;
- $z_1 = 4 \text{ мес}$ ;
- $z_2 = 2 \text{ мес}$ ;
- $z_3 = 6 \text{ мес}$ ;
- $t_0 = -10,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,
- $t_1 = -11,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- $t_2 = 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- $t_3 = 15,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Теплотехнический расчет

Конструкция - светопрозрачная.

2) Расчет светопрозрачных ограждающих конструкций

Тип здания или помещения - производственные.

$$t_{\text{ht}} = t_{\text{ht}, 8} = -6,3^\circ\text{C}$$

$$z_{\text{ht}} = z_{\text{ht}, 8} = 202 \text{ сут}$$

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) z_{\text{ht}} = (18 - (-6,3)) * 202 = 4908,6 \text{ } ^\circ\text{C сут (формула (2); п. 9.4 СП 23-101).$$

3) Влажностный режим помещения в холодный период года

Т.к.  $t_{\text{int}} = 18^\circ\text{C} > 12^\circ\text{C}$  и  $t_{\text{int}} = 18^\circ\text{C} \leq 24^\circ\text{C}$ ;  $f_{\text{int}} \leq 60\%$ ;

Следовательно, по табл.1 влажностный режим – сухой или нормальный.

3) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

Т.к. влажностный режим помещения – сухой или нормальный;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								89
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Тип конструкции – Окна и балконные двери, витрины и витражи.

По табл.4 в зависимости от  $D_d$

$$R_{req} = 0,32272(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$$

4) Определение приведенного сопротивления теплопередаче  $R_{o,r}$ :

Переplet светопрозрачных конструкций – алюминиевых.

Заполнение светового проема – двухкамерный стеклопакет в одинарном переpletе.

Остекление – из обычного стекла.

Межстекольное расстояние-8мм.

$$R_{o,r} = 0,43(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$$

5) Проверка условия остекленности здания

Проверка условия остекленности здания не требуется.

$$t_{ext} = t_{ext, 5} = -31 \text{ °C.}$$

Светопрозрачная конструкция - окно.

$$\text{По табл. 7 } a_{int} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$$n = 1 .$$

$$t_{int} = t_{int-n} (t_{int}-t_{ext})/(R_{o,r} a_{int}) = 18-1 * (18--31)/(0,43*8) = 3,75581 \text{ °C}$$

$$t_{int} > = 3 \text{ °C (125,19367\% от предельного значения) - условие выполнено.}$$

6) Продолжение расчета по п. 9.4 СП 23-101

$R_{o,r} = 0,43(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт} > = R_{req} = 0,32272 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  (133,24244% от предельного значения) – условие выполнено.

**2.3 Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию отопительный период (по методике для общественных зданий)**

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания,  $q_{отP}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°C)

$$q_{отP} = [\text{коб} + \text{квент} - (\text{кбыт} + \text{крад}) \nu] (1 - \epsilon) \beta h$$

$q_{отP} = [0,16 + 1,75] * (1 - 0,1) * 1,13 = 1,94 \text{ Вт}/(\text{м}^3\text{°C})$  - Технологическая операторная;

$q_{отP} = [0,20 + 1,81 - 0,03 * 0,80 * 0,5] * (1 - 0,1) * 1,13 = 2,03 \text{ Вт}/(\text{м}^3\text{°C})$  — Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$q_{от}^P = [0,11 + 1,66] * (1 - 0,1) * 1,13 = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  — Реагентное хозяйство.

Вспомогательное оборудование;

$q_{от}^P = [0,23 + 2,55 - 0,02 * 0,80 * 0,5] * (1 - 0,1) * 1,13 = 2,81 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  — Товарно-сы-

рьевая насосная;  $q_{от}^T = [0,18 + 0,20] * (1 - 0,1) * 1,13 = 0,38 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  - Водяная насосная

$q_{о,°} = [0,11 + 0,33 - 0,07 * 0,80 * 0,5] * (1 - 0,1) * 1,13 = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  - АБК

$k_{об}$  - удельная теплозащитная характеристика здания,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ ;

$k_{вент}$  - удельная вентиляционная характеристика Здания,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$

$k_{быт}$  — удельная характеристика бытовых тепловыделений здания,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ ;

$k_{рад}$  — удельная характеристика теплоступлений в здание от солнечной радиации,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ ;

$\xi$  — коэффициент, учитывающий снижение теплотребления зданий при наличии учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических данных фактического снижения  $\xi = 0,1$ ;

$\beta_h$  — коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для.

$\nu$  - коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, рекомендуемые значения определяются по формуле и  $= 0,7 + 0,000025(\text{ГСОП} - 1000)$ ;

$\nu = 0,7 + 0,000025(5313 - 1000) = 0,80$

$\zeta$  – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения.

Удельную вентиляционную характеристику здания  $k_{вент} \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ , следует определять по формуле

$$k_{вент} = 0,28 \cdot \nu \cdot \beta_{вент} (1 - k_{эф}) \quad (1)$$

$k_{вент} = 0,28 * 1 * 4,74 * 1,32 = 1,75 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  — Технологическая операторная;

$k_{вент} = 0,28 * 1 * 4,9 * 1,32 = 1,81 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  - Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$k_{вент} = 0,28 * 1 * 4,5 * 1,32 = 1,66 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  - Реагентное хозяйство. Вспомогательное оборудование;

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

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

$k_{\text{вент}}=28 \cdot 1 \cdot 6,9 \cdot 1,32=2,55 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$  — Товарно-сырьевая насосная;

$k_{\text{вент}} 0,28 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,32=0,20 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$  - Водяная насосная

$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,32=0,33 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$  — АБК

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

$\beta v$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать  $\beta v = 0,85$ ;

$\rho_{\text{вент}}$ - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,  $\text{кг}/\text{м}^3$

$$\rho_{\text{вент}} = 353 / [273 + t_{\text{от}}] \quad (2)$$

$$\rho_{\text{вент}} = 353 / [273 + t_{\text{от}}]$$

$$\rho_{\text{вент}} = 353 / [273 + (-6,3)] = 1,32 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$t_{\text{от}}$  - то же, что и в формуле (52),  $^\circ\text{C}$ .

$n_v$  - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период,  $\text{ч}^{-1}$ , определяемая по (2)

$k_{\text{эф}}$ - коэффициент эффективности рекуператора.

Коэффициент эффективности рекуператора,  $k_{\text{эф}}$  отличен от нуля в том случае, если: средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью  $n_{50} \text{ ч}^{-1}$ , при разности давлений  $50 \text{ Па}$  наружного и внутреннего воздуха при вентиляции - с механическим побуждением  $n < 2 \text{ ч}^{-1}$ ;

Кратность воздухообмена Зданий и помещений при разности давлений  $50 \text{ Па}$  и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167.

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период  $n_v \text{ ч}^{-1}$  рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_v = [(L_{\text{вент}} \rho_{\text{вент}}) / 168 + G_{\text{инф}} \rho_{\text{инф}}] / (168 \rho_{\text{вент}}) / (\beta v V_{\text{от}}) \quad (3)$$

$n_v = [(5660 \cdot 168) / 168 + (3,98 \cdot 168) / (168 \cdot 1,32)] / (0,85 \cdot 1405) = 4,74 \text{ ч}^{-1}$  — Технологическая операторная;

$n_v = [(2850 \cdot 168) / 168 + (15,46 \cdot 168) / (168 \cdot 1,32)] / (0,85 \cdot 683) = 4,9 \text{ ч}^{-1}$  - Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$n_v = [(11250 \cdot 168) / 168 + (13,03 \cdot 168) / (168 \cdot 1,32)] / (0,85 \cdot 2916) = 4,5 \text{ ч}^{-1}$  -Реагентное хозяйство вспомогательное оборудование;

Инв. №	Взам.
	Подп. и дата

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$n_{в} = [(15700 \cdot 168) / 168 \cdot (38,9 \cdot 168) / (168 \cdot 1,32)] / (0,85 \cdot 2673) = 6,9 \text{ ч}^{-1}$  — Товарно-сырьевая насосная;

$n_{в} = [(11300 \cdot 168) / 168 + (6,07 \cdot 168) / (168 \cdot 1,32)] / (0,85 \cdot 2772) = 0,55 \text{ ч}^{-1}$  - Водяная насосная  
 $n = [(15557 \cdot 168) / 168 + (29,4 \cdot 168) / (168 \cdot 1,32)] / (0,85 \cdot 2047) = 0,90 \text{ ч}^{-1}$  — АБК.

где  $L_{вент}$  количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок – 5Ар для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений.

$n_{вент}$  - число часов работы механической вентиляции в течении недели;

168 - число часов в неделе;

$G_{инф}$  - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции,  $\text{кг}/\text{ч}$ : для жилых зданий - воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно ; для общественных зданий- воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время в зависимости от этажности здания: до трех этажей - равным  $0,1 \beta v V_{общ}$ , от четырех до девяти этажей -  $0,15 \beta v V_{общ}$ , выше девяти этажей -  $0,2 \beta v V_{общ}$ , где  $V_{общ}$  - отапливаемый объем общественной части здания,

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

$V_{от}$  - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий,  $\text{м}^3$ ;

$p_e^{вент}$  – то же, что и в формул (2)

$\beta v$  - то же, что и в формуле (2)

В случаях, когда здание состоит из нескольких зон с различным воздухообменом, средние кратности воздухообмена находятся для каждой зоны в отдельности (зоны, на которые разделено здание, должно составлять весь отапливаемый объем). Все полученные средние кратности воздухообмена суммируются и суммарный коэффициент подставляется в формулу (1) для расчета удельной вентиляционной характеристики зданий.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнения проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле:

$$G_{\text{инф}} = (A_{\text{ок}}/R_{\text{ок}}^{\text{тр}})(\Delta p_{\text{ок}}/10)^{2/3} + (A_{\text{дв}}/R_{\text{дв}}^{\text{тр}})(\Delta p_{\text{дв}}/10)^{1/2} \quad (4)$$

$$G_{\text{инф}} = (8,64/2,73)(15,9/10)^{1/2} = 3,98 \text{ — Технологическая операторная;}$$

$G_{\text{инф}} = (21,24/2,21)(11,6/10)^{2/3} + (10,6/2,73)(15,9/10)^{1/2} = 15,46$  — Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$G_{\text{инф}} = (28,25/2,73)(15,9/10)^{1/2} = 13,03$  — Реагентное хозяйство. Вспомогательное оборудование;

$G_{\text{инф}} = (43,95/2,21)(11,6/10)^{2/3} + (36,9/2,73)(15,9/10)^{1/2} = 38,9$  — Товарно-сырьевая насосная;

$$G_{\text{инф}} = (13,17/2,73)(15,9/10)^{1/2} = 6,07 \text{ — Водяная насосная}$$

$$G_{\text{инф}} = (50,22/2,21)(11,6/10)^{2/3} + (9,84/2,73)(15,9/10)^{1/2} = 29,4 \text{ — АБК}$$

где

$A_{\text{ок}}$  и  $A_{\text{дв}}$  - соответственно суммарная площадь окон, балконных дверей и входных наружных дверей, м<sup>2</sup>

$R_{\text{ок}}^{\text{тр}}$ ,  $R_{\text{дв}}^{\text{тр}}$  - соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и входных наружных дверей, (м<sup>2</sup>/ч)/кг;

$\Delta p_{\text{ок}}$  и  $\Delta p_{\text{дв}}$  - соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, определяют по формуле (7.2) для окон и балконных дверей с заменой в ней величины 0,55 на 0,28 и с вычислением удельного веса по формуле (7.3) при температуре воздуха равной  $t_{\text{от}}$  где  $t_{\text{от}}$  - то же, что и в формуле (5.2).

Удельную характеристику бытовых тепловыделений здания,  $q_{\text{быт}}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С), следует определять по формуле

$$q_{\text{быт}} = Q_{\text{быт}} / V_{\text{от}}(t_{\text{ж}} - t_{\text{от}}) \quad (5)$$

где  $q_{\text{быт}}$  - величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений ( $A_{\text{ж}}$ ) или расчетной площади общественного здания ( $A_{\text{р}}$ ), Вт/м<sup>2</sup>, принимаемая для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека  $q_{\text{быт}} = 17$  Вт/м<sup>2</sup>;

б) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир 45 м<sup>2</sup> общей площади и более на человека  $q_{\text{быт}} = 10$  Вт/м<sup>2</sup>,

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

квартир по интерполяции величины быт между 17 и 10 Вт/м<sup>2</sup>;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (90 Вт/чел), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м<sup>2</sup>) с учетом рабочих часов в неделю;

$t_b, t_{от}$  - то же, что и в формуле (5.2), °С;

Аж - то же, что и в (2)

Удельную характеристику тепlopоступлений в здание от солнечной радиации,  $k_{рад}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), следует определять по формуле

$$k_{рад} = \frac{11,6Q_{рад}^{год}}{V_{от}ГСОП} \quad (6)$$

$k_{рад} = (11,6 \cdot 11669) / (683 \cdot 5313) = 0,03$  Вт/(м<sup>3</sup> °С) - Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$k_{рад} = (11,6 \cdot 30356) / (2673 \cdot 5313) = 0,02$  Вт/(м<sup>3</sup> °С) — Товарно-сырьевая насосная;

$k_{рад} = (11,6 \cdot 69582) / (2047 \cdot 5313) = 0,07$  Вт/(м<sup>3</sup> °С) — АБК

где

$Q_{рад}^{год}$  - тепlopоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по формуле

$$Q_{рад}^{год} = \tau_{1ок} \tau_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1фон} \tau_{2фон} A_{фон} I_{гор} \quad (7)$$

$Q_{рад}^{год} = 0,57 \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 964 + 13,5 \cdot 964 + 3,74 \cdot 1855 + 2 \cdot 1855) = 11669$  МДж/год – Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$Q_{рад}^{год} = 0,57 \cdot 0,8 \cdot (17,1 \cdot 964 + 27 \cdot 1855) = 30356$  МДж/год – Товарная-сырьевая насосная

$Q_{рад}^{год} = 0,57 \cdot 0,8 \cdot (21,06 \cdot 964 + 5,4 \cdot 964 + 21,6 \cdot 1855 + 2,16 \cdot 1855) = 69582$  – АБК

$\tau_{1ок}, \tau_{2фон}$  – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для свет пропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих свет пропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по своду правил; мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° – как зенитные фонари;

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$\tau_{2ок}$ ,  $\tau_{2фон}$  – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по своду правил;

$A_{ок1}$ ,  $A_{ок2}$ ,  $A_{ок3}$ ,  $A_{ок4}$  – площадь светоприемов фасадов здания (глухая часть балконных дверей исключается), соответственно ориентированных по четырем направлениям, м<sup>2</sup>;

$A_{фон}$  – площадь светоприемов зенитных фонарей здания, м<sup>2</sup>;

$I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/(м<sup>2</sup>·год), определяется по методике свода правил;

Примечание – для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять интерполяцией

$I_{гор}$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/(м<sup>2</sup>·год) определяется по своду правил

$V_{от}$  – тоже, что и в формуле (3)

ГСОП по 5.3

$k_{об}$ ,  $k_{вент}$  – см. выше

Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С), рассчитывается по формуле

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left( n_{L,i} \frac{A_{\Phi,i}}{R_{\alpha,j}} \right) = K_{комл} K_{общ}$$

$k_{об}=0,46 \cdot 0,34=0,16$  Вт/(м<sup>3</sup>·°С) – Технологическая операторная,

$k_{об}=0,64 \cdot 0,33=0,20$  Вт/(м<sup>3</sup>·°С) – Операторная слива – налива с пропускным пунктом;

$k_{об}=0,35 \cdot 0,31=0,11$  Вт/(м<sup>3</sup>·°С) – Реагентное хозяйство. Вспомогательное оборудование;

$k_{об}=0,37 \cdot 0,61=0,23$  Вт/(м<sup>3</sup>·°С) – Товарно-сырьевая насосная;

$k_{об}=0,37 \cdot 0,49=0,18$  Вт/(м<sup>3</sup>·°С) – Водяная насосная;

$k_{об}=0,39 \cdot 0,29=0,11$  Вт/(м<sup>3</sup>·°С) – АБК

где

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$R_{\text{оз}}^{\text{пр}}$  – приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ ;

$A_{\text{фл}}$  – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $\text{м}^2$ ;

$V_{\text{от}}$  – отапливаемый объем здания,  $\text{м}^3$ ;

$n_{t,i}$  – коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП, определяется по формуле (5.3)

$K_{\text{общ}}$  – общий коэффициент теплопередачи здания,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$K_{\text{общ}} = \frac{1}{A_{\text{н}}^{\text{сум}}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{\text{ф},i}}{R_{\text{оз},i}^{\text{пр}}} \right)$$

$K_{\text{общ}} = 1/660(440/2,48 + 211/4,21 + 9/4,17) = 0,34 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – Технологическая операторная;

$K_{\text{общ}} = 1/442(255/3,49 + 162/3,18 + 21/0,44 + 12,8/1,88) = 0,40 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$K_{\text{общ}} = 1/1026(673,75/3,33 + 354/3,5 + 28,25/2,0) = 0,31 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – Реагентное хозяйство. Вспомогательное оборудование;

$K_{\text{общ}} = 1/1012(633/2,086 + 378/1,37 + 44/0,5 + 39/1,1) = 0,69 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – Товарно-сырьевая насосная;

$K_{\text{общ}} = 1/1026(659/1,961 + 396/2,551 + 16,38/1,07) = 0,49 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – Водяная насосная;

$K_{\text{общ}} = 1/807(267/3,42 + 477/4,288 + 52,92/0,5 + 10,8/1,07) = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – АБК.

$K_{\text{комп}}$  – коэффициент компактности здания  $\text{м}^{-1}$  определяемый по формуле

$$K_{\text{комп}} = \frac{A_{\text{н}}^{\text{сум}}}{V_{\text{от}}};$$

$K_{\text{комп}} = 660/1405 = 0,46 \text{ м}^{-1}$  – Технологическая операторная;

$K_{\text{комп}} = 442/683 = 0,64 \text{ м}^{-1}$  – Операторная слива-налива с пропускным пунктом;

$K_{\text{комп}} = 1026/2916 = 0,35 \text{ м}^{-1}$  – Реагентное хозяйство. Вспомогательное оборудование;

$K_{\text{комп}} = 1012/2673 = 0,37 \text{ м}^{-1}$  – Товарно-сырьевая насосная;

$K_{\text{комп}} = 1026/2772 = 0,37 \text{ м}^{-1}$  – Водяная насосная;

$K_{\text{комп}} = 807/2047 = 0,39 \text{ м}^{-1}$  – АБК

Инв. №	Подп. и дата	Взам.					703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ	Лист
								97
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$A_n$  -сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания, м<sup>2</sup>.

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формулах, должна полностью замыкать оболочку отапливаемой части здания.

#### **2.4 Обоснование выбора оптимальных инженерно-технических решений электроснабжения установки**

По степени надежности электроснабжения потребители электроэнергии комплекса по производству высококачественных битумных материалов относятся к I, II и III категориям. К особой группе электроприемников I категории относятся элементы системы управления АСУ ТП (PCY и ПАЗ) и некоторые электрифицированные задвижки блока ЭЛОУ-АВТ.

Согласно п. 1.2.19 ПУЭ, седьмое издание, электроприёмники I категории – электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный материальный ущерб, расстройство технологического процесса, и которые в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Для электроснабжения электроприемников особой группы первой категории предусматривается дополнительное питание от третьего независимого источника питания (аккумуляторные батареи ИБП).

Согласно п. 1.2.21 ПУЭ, седьмое издание, электроприёмники III категории в нормальном режиме обеспечиваются электроэнергией от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1х суток.

Надежность принятой схемы электроснабжения обеспечивается:

- наличием двух секций на существующем распределительном устройстве РУ-10кВ подстанции ПС «Переволоцкая» 110/35/10кВ, к которому подключается вновь проектируемая подстанция ТП-1 (КТП1-10/0,4кВ);
- наличием двух секций на каждом из вновь проектируемых распределительных устройств ~0,4кВ (ТП-1: РУНН-0,4кВ; ЩСУ1; ЩСУ4; ЩСУ2; ЩСУ5; ЩСУ3 технологической операторной; ЩСУ6 операторной слива-налива);
- каждое распределительное устройство ~0,4кВ питается по двум кабельным линиям, которые в нормальном режиме пропускают через себя не более 50%

Инв. №	Подп. и дата	Взам.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

98

нагрузки распределительного устройства и работают каждая на свою секцию. При отключении одной кабельной линии вся нагрузка распределительного устройства автоматически переключается на другую линию;

- наличием АВР между секциями РУНН-0,4кВ КТП1-10/0,4кВ, ЩСУ1; ЩСУ2, ЩСУ3, ЩСУ4, ЩСУ5, ЩСУ6;
- загрузкой трансформаторов КТП1-10/0,4кВ в аварийном режиме, не превышающей 100%, что позволяет вести непрерывную работу на одном трансформаторе при выходе из строя другого трансформатора;
- питанием электропотребителей, относящихся к особой группе электроприемников I категории надежности электроснабжения через систему бесперебойного питания на базе ИБП;
- подключением шкафа АВР для источников бесперебойного питания ИБП к разным секциям соответствующего распределительного щита ~0,4кВ по двум независимым взаимно резервируемым вводам.

Для питания потребителей систем противопожарной защиты в соответствии с п.3.10 СП 6.13130.2021 к панели питания электрооборудования систем противопожарной защиты (ПЭСФЗ) предусмотрено подключение противопожарных клапанов, аварийного освещения.

Для электроснабжения потребителей в проекте принята радиальная схема. Согласно нормам технологического проектирования НТП ЭПП п.6.5.6 радиальная схема электроснабжения имеет ряд следующих преимуществ – повышенная надежность электроснабжения и гибкость сети в отношении расширения. Также приведенная схема удовлетворяет требованиям экономичности, удобства и безопасности эксплуатации.

Основные показатели по энергосбережению и освещению приведены в таблице 2.1.

Инв. №	Подп. и дата	Взам.							Лист
			703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Таблица 2.1 — Основные показатели по электроснабжению

Рабочее напряжение потребителей, кВ	Установленная мощность Руст., кВт	Активная расчетная мощность Ррасч., кВт	Реактивная расчетная мощность Qрасч., кВАр	Cosφ	Годовой расход электроэнергии W, тыс. кВт.час	Полная мощность Sprасч., кВА
<b>Нагрузка 0,4кВ на КТП1-10/0,4кВ ТП-1, в том числе:</b>	<b>2252,75</b>	<b>1339,7</b>	<b>816,9</b>	<b>0,84</b>		<b>1569,2</b>
ЩСУ1	1276,2	777,58	468,1	0,86		907,6
ЩСУ2	253,31	272,6	216,3	0,78		347,9
ЩСУ3	47,96	43,74	35,34	0,78		56,4
ЩСУ4	475,98	334,1	208,5	0,85		393,8
ЩСУ5	139,5	105,4	71,6	0,83		127,4
ЩСУ6	59,8	47,4	36,5	0,79		59,8
<b>-Мощность трансформаторов/ коэффициент загрузки</b>						<b>2x1600/ Кз=98,1%</b>

## 2.5 Обоснование соответствия зданий, строений и сооружений требованиям оснащенности их приборами учета энергоресурсов

Для контроля расходования энергетических ресурсов в всех зданиях предусмотрены узлы учета тепловой энергии, состоящие из приборов для измерения расхода и температур теплоносителя на входе и выходе из системы. Метрологическая аттестация (проверка) и поддержание узлов в работоспособном состоянии при эксплуатации является обязательным.

Учет тепловой энергии по пару и теплофикационной воды для контроля за её рациональным использованием выполняется на источниках тепла.

Схема размещения узлов учета в зданиях приведены в томе 5.4.1 подраздел «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» части 1 «Здания и сооружения».

Все применяемые устройства и приборы поставляются с сертификатами соответствия Ростехрегулирования, разрешениями Ростехнадзора на их применение на опасных производственных объектах, а также с протоколами заводских испытаний, подтверждающими их технические характеристики и соответствие требованиям безопасности, методиками проверки средств КиА, инструкциями по монтажу и паспортами приборов.

Изм. №	Подп. и дата	Взам.	

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ

Лист

100

**3 Перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности**

При вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации здания и сооружения установки фактические параметры энергетической эффективности, такие как значения сопротивления теплопередаче строительных конструкций, удельный расход тепловой энергии на отопление и др., должны соответствовать проектным.

При эксплуатации комплекса по переработке сырой нефти и тяжелых нефтяных фракций и производству высококачественных битумных материалов в Оренбургской области должно обеспечиваться соответствие фактических параметров энергетической эффективности установленным проектом в течение не менее 5 лет.

Инв. №	Подп. и дата					Взам.
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
703/21-П-ЭЭ-01.ТЧ						Лист 101