

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт Архитектурно-строительный
Кафедра Строительное производство и теория сооружений

Работа (проект) проверена
Рецензент,

должность
Ф.И.О.
И.И.И. 2018 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой Писус, Г.А.
«27» 06 2018 г.

П
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
магистра по направлению «Строительство»

Тема: Анализ возведения наружных стен жилых зданий из различных материалов в
России и Ираке

ЮУрГУ-ВКР 08.04.01, 2018 -282 ПЗ

Руководитель работы

должность
Ф.И.О.
Б 2018 г.

Антиплагиат

должность
Ф.И.О.
Б 2018 г.

Автор работы
студент группы АС-279

Ф.И.О.
Б 2018 г.

Новикова, М.А.

должность
Ф.И.О.
Б 2018 г.

Челябинск
2018

АННОТАЦИЯ

Джавад Рекавт Касим группа
АС-279 тема квалификационной работы:
«Анализ возведения наружных стен жилых
зданий из различных материалов в России и
Ираке» (Строительство), 2018 г.

Темой исследования магистерской диссертации является анализ возведения наружных стен жилых зданий из различных материалов в России и Ирака .в рамках диссертации были рассмотрено разных стеновых материалов ,а также проанализированы их физико-механические тепло-физические и стоимостные характеристики .

Зада состоит из изучения климатических условий России и Ирака, рассмотрении характеристик стеновых материалов ,проведении теплотехнических расчетов вариантов стен для России и Ирака ,проведении технико-экономического сравнения вариантов конструкций стен.

Исходя из поставленной задачи, магистерской диссертации последовательно рассмотрены ряд вопросов, такие как обзор используемых материалов для наружных стен жилых заданий ,варианты ограждающих конструкций для России и Ирака ,результате проведенных теоритических исследования ,технико-экономической сравнение вариантов . в результате исследования были разработаны рекомендаций по выбору стеновых материалов для жилых зданий .

				<i>08.04.01-2018-161-ПЗ</i>			
	Фамилия	Подпись	Дата	Анализ возведения наружных стен жилых зданий из различных материалов в России и Ираке	Стадия	Лист	Листов
Заб.каф.	Пикус				ВКР	3	
И.контр.	Кучин				ЮУрГУ кафедра «СПиТС»		
Руковод.	Кучин						
Консульп.	Кучин						
Разраб.	Джавад						

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
1. Литературный обзор	9
2. Цели и задачи исследования	10
3. Выбор стеновых материалов	11
4. Варианты ограждающих конструкций для России и Ирака	20
5. Результаты проведенных теоретических исследований	34
6. Техничко –экономическое сравнение варианты.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	51

				08.04.01-2018-161-ПЗ			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Зав.каф.</i>	<i>Пикус</i>			Анализ возведения наружных стен жилых зданий из различных материалов в России и Ираке	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>кучин</i>				<i>ВКР</i>	<i>2</i>	
<i>Руковод.</i>	<i>кучин</i>				<i>ЮУрГУ кафедра «СПиТС»</i>		
<i>Консульт.</i>	<i>Кучин</i>						
<i>Разраб.</i>	<i>Джавад</i>						

ВВЕДЕНИЕ

Наружные стены — это наиболее сложная конструкция здания. Именно в этом мы видим актуальность нашей работы. Наружные стены подвергаются многочисленным и разнообразным силовым и несиловым воздействиям. Они воспринимают собственную массу, постоянные и временные нагрузки от перекрытий и крыш, воздействия ветра, неравномерных деформаций основания, сейсмических сил. С внешней стороны наружные стены подвержены воздействию солнечной радиации, атмосферных осадков, переменных температур и влажное наружного воздуха, внешнего шума, а с внутренней — воздействию теплового потока, потока водяного пара, шума.

Выполняя функцию наружной ограждающей конструкции и композиционного элемента фасадов, а часто несущей конструкции, наружная стена должна отвечать требованиям прочности, долговечности и огнестойкости, соответствующим классу капитальности здания, защищать помещения и неблагоприятных внешних воздействий, обеспечивать необходимый температурно-влажностный режим ограждаемых помещений, обладать декоративными качествами. Одновременно конструкция наружной стены должна удовлетворять требованиям индустриальности, а также экономическим требованиям минимальной материалоемкости и стоимости, так как наружные стены являются наиболее дорогой конструкцией (20—25 % стоимости конструкций здания).

В наружных стенах обычно располагают оконные проемы для освещения помещений и дверные проемы — входные и для выхода на балконы и лоджии. В комплекс конструкций стены включают заполнение проемов окон, входных и балконных дверей,

конструкции открытых помещений. Эти элементы и их сопряжения со стеной должны отвечать перечисленным выше требованиям.

Поскольку статические функции стен и их изоляционные свойства достигаются при взаимодействии с внутренними несущими конструкциями, разработка конструкций наружных стен включает рев зависимости от природно-

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

климатических и инженерно-геологических условий строительства, а также с учетом особенностей объемно-планировочных решений пересекаются

					<i>АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

На строительном рынке России за последние 10 лет появились две по-настоящему революционные технологии, которые очень быстро завоевали рынок. Это газобетон: он появился примерно 15 лет назад и сейчас настолько потеснил, казалось бы, вечный материал - кирпич, что оставил ему меньшую долю рынка. Основные конструкции стен можно разделить на три типа: массивные, легкие (каркасные) и массивные деревянные. Массивные стены отличаются тем, что имеют в качестве несущей основы, воспринимающей нагрузки, полнотельный массивный материал. Каркасные - это стоечно-балочная система с заполнителями между элементами каркаса.

массивные конструкции стен можно в свою очередь разделить на два типа: однослойные и многослойные

Практически единственная конструкция однослойных стен, которая осталась легитимной в средней полосе России с точки зрения теплотехники - это стена из ячеистого бетона. Ячеистые бетоны имеют технологические разновидности, но суть их одна: это наличие заполненных воздухом пустот-ячеек в бетоне размером 1-3 мм, которые обеспечивают высокую теплоизоляцию. Ячеистые бетоны прочные и легкие, и тем самым, выполняя несущую конструкционную функцию, одновременно являются хорошими теплоизоляторами.

В условиях средней полосы России для выполнения теплотехнических требований теоретически достаточно стены толщиной 375-400 мм. Такую стену следует штукатурить с обеих сторон - из эстетических соображений, ради повышения звукоизоляции и ради исключения продуваний сквозь швы. Наружный слой штукатурки должен быть паропроницаемым изнутри и влагозащитным от проникновения дождевой воды снаружи.

Блоки из ячеистого бетона обладают точной геометрией, поэтому толщина швов между ними при укладке составляет 1-3 мм, что требует точной и тщательной работы.

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель: Разработка рекомендаций по выбору стеновых материалов для жилых зданий .

Задачи

- 1.Изучить климатические условия в России и Ираке.
- 2.Рассмотреть характеристики стеновых материалов.
- 3.Провести теплотехнически расчёт вариантов стен для России и Ираке.
- 4.Провести технико -экономическое сравнение вариантов конструкций стен.

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

3. ВЫБОР СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Что нужно учитывать при выборе материала для стен дома.

Стены забирают до четверти всех расходов по строительству дома. И если беспечно отнестись к этому выбору, то можно понести серьезные траты в будущем. Поэтому учтем и рассмотрим важнейшие критерии и факторы, которые необходимо учитывать при выборе материала для возведения стен дома.

1. Вопрос цены. Затраты могут быть снижены, если взять для стен облегченный материал. Тогда не придется сооружать мощный и дорогой фундамент.

2. Теплоизоляция. Холодные стены обойдутся зимой слишком дорого. Поэтому, прежде чем выбрать материал нужно сделать все расчеты, ориентируясь на местные климатические условия. Добиться нужной степени теплоизоляции можно прибегнув к помощи утеплителей. Если взять материал с хорошими теплоизолирующими свойствами, то стены можно не утеплять, но все зависит от региона застройки.

3. Трудозатраты. Затраты времени и сил можно уменьшить, если сложить стены из больших блоков, а не из мелкоштучных материалов. Такие стены возводятся 3 - 4 раза быстрее и легче. Самая высокая скорость - при возведении каркасных панельных стен.

4. Последующие затраты на отделку. Современные гладкие и эстетичные материалы не требуют дополнительной отделки стен. На этом можно сэкономить.

						АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			10

ЧТОБЫ ОПРЕДЕЛИТЬСЯ, ИЗ ЧЕГО ЛУЧШЕ СТРОИТЬ СТЕНЫ ДОМА, РАССМОТРИМ ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПОДХОДЯЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОПРЕДЕЛИМ ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.

Силикатный



или



Керамический

Рис.1 – Силикатный и керамический кирпич

3.1.Традиционный кирпич

- Кирпичный дом способен простоять 100 - 150 лет. Он прекрасно переживет и дожди с ураганами и градом, и сильные морозы, и иссушающий зной. Кладут стены из кирпича со стародавних времен, поэтому технология их возведения отработана до мелочей. Соответственно, и хорошего мастера найти легко.
- Керамический кирпич имеет красный цвет. Сделан он из обожженной глины, поэтому очень прочен и обладает высокой экологичностью. Такой материал не боится стужи и не пропускает воду. Он бывает полнотелым (не более 13 % пустот) и пустотелым (до 49 % пустот). Форма отверстий в кирпиче может быть круглая, квадратная, овальная, с расположением по горизонтали или вертикали. С увеличением их количества теплоизоляционные свойства улучшаются.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки кирпича

Достоинства кирпича +	Недостатки кирпича -
Привлекательный вид.	Большой вес.
Долговечность.	Сложность в укладке.
Способность воплотить в жизнь любой сложный проект.	Большие расходы на оплату хорошему мастеру.
Устойчивость к коррозии, плесени и грибку.	Требование прочного фундамента.
Негорючесть.	Необходимость применения теплоизолятора.
Защита от шума.	
Неплохое сохранение тепла.	

3.2. Силикатный кирпич



Рис.2 – Силикатный кирпич

Силикатный кирпич имеет белый цвет. Его основные компоненты – известь, песок и малая толика добавок. Этот вид кирпича также выпускают как сплошным, так и с полостями внутри. Последний более легкий, а стены из него гораздо теплее (ведь воздух – отличный теплоизолятор). Зато сплошной силикатный кирпич может побаловать застройщика многообразием цветов. Для прочности кирпича неважно, полнотельный он или с полостями внутри.

- О прочности кирпича и стойкости к морозу

- Прочность определяет марку кирпича. Для этого показателя существует специальная маркировка: буква М и число рядом (от 75 до 300). Данное число – это выдерживаемая данной маркой нагрузка в расчете на один квадратный сантиметр. Чем это число больше, тем тяжелее кирпич. Для стен двухэтажного или трехэтажного дома подходят марки М100 и М125. Цоколь или фундамент кладут кирпичом М150 или М175.
- Выбирая, из какого кирпича строить дом, следует учесть и морозоустойчивость (возможность замерзнуть и оттаивать, не повреждаясь при этом). Для обозначения этого показателя выбрана буква F, рядом с которой стоит число от 15 до 100. Оно означает количество циклов заморозки и разморозки без повреждения материала. В более теплых районах для внешних .

3.3. Газобетонные блоки



Рис.3 – Газобетонные блоки

- Газобетонные блоки – материал для теплых стен
- Внешне газобетонные блоки выглядят хуже чем керамоблок, но зато они превосходно держат тепло. Стены из газобетона толщиной 30 - 40 см. построенные в один слой обладают такими же характеристиками как и многослойный сделанные из кирпича или керамоблоков. При этом в помещении держится достаточно комфортный микроклимат так как газобетон эффективно противостоит колебаниям температуры и влажности. Этот материал не будет гнить и портиться от времени – ведь он имеет

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

неограниченный срок эксплуатации. А по теплоизоляции он в 3 раза лучше, чем кирпич. Это заслуга воздушных пор, находящихся внутри материала.

Характеристики газобетонных блоков

- Газобетон дешево перевозить и просто монтировать. Если нужно разрезать блок, то обычная ножовка великолепно справляется с ним. Раствора или специального клея нужно немного, строительство идет быстро. Если кладку производить на клей, то она получается тонкошовной, что способствует лучшей теплоизоляции помещения. Сделанные в заводских условиях, легкие блоки имеют идеальный срез, так что стены получаются достаточно ровными. Это позволяет сэкономить на внутренней отделке.
- Газобетонные блоки обладают небольшим весом, что снижает стоимость их транспортировки, а применять данный материал можно на различных этапах строительства. В виду того, что материал очень легко подвергается обработке, имеет небольшой вес и большие размеры, каменщик делает меньше трудозатрат.
- Газобетон не горючий материал, который имеет хороший показатель прочности на сжатие
- Для газобетона важнейшей характеристикой является плотность (D). Она может варьироваться - от 350 до 1200 кг./м³. В зависимости от плотности выделяют марки газобетона, обозначают их буквой "D" и цифрой. Для строительства коттеджа, лучше брать марки D500 - D900. Блок со стандартными размерами (20 x 25 x 60 см) весит 18 кг. Он заменит до 20 кирпичей (общий вес до 80 кг). Поэтому если вы еще не определились из чего строить дом, повнимательнее отнеситесь к данному материалу.

						АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			14

Таблица №2 – Достоинства и недостатки газобетонных блоков

Достоинства газобетонных блоков +	Недостатки газобетонных блоков -
Мастер кладет легкий газобетон в 9 раз быстрее, чем кирпич. Ведь движений нужно делать меньше.	Прочность при сгибании невысокая.
Геометрические размеры блоков отличаются точностью. Гладкая поверхность позволяет не использовать дополнительное выравнивание.	Со временем материал может потрескаться.
Прочность на сжатие – отличная, теплопроводность – очень маленькая.	Храня газобетонные блоки на улице, нужно хорошо укрывать их от непогоды.
Стойкость к огню – высокая. А благодаря лишь натуральным компонентам в составе газобетона при пожаре не выделяются токсины.	Нужен прочный фундамент.
Благодаря пористости материал хорошо выдерживает мороз, а пар пропускает не хуже, чем дерево.	

3.4. Шлакоблок



Рис.4 - Шлакоблок

Стеновой блок с двумя квадратными отверстиями (пустотность 40%)

7 возможность отделки различными типами облицовочных материалов; допустимо использование в качестве теплоизоляционного слоя несущих стеновых конструкций.

8.керамзитобетон рекомендован к использованию для возведения домов жилого назначения.

9.Состав материала безопасен для здоровья человека.

10.блоки относятся к I классу радиационной безопасности, поэтому не аккумулирует опасное излучение и не распространяет его.

11.цена ниже аналогичного по объему кирпича; исходя из характеристик паропроницаемости и звукоизоляции.

12.керамзитобетонный блок соответствует требованиям СанПиН. Паропроницаемость материала не допускает преждевременного старения самой конструкции и облицовочных материалов.

Керамзитобетонные блоки — недостатки:

1 плохая устойчивость динамическим нагрузкам.

2 хрупкость модулей вынуждает проводить точные расчеты нагрузок.

3 характеристики изделий не избавляют от необходимости обустройства гидроизоляционного и теплоизоляционного слоя.

4 .работа над кладкой требует принятия мер для борьбы с «мостиками холода», что влечет дополнительные затраты.

5 легко приобрести некачественный материал с плохой геометрией и несоответствием плотности заявленной.

6 абразивность материала подразумевает трудную резку. После воздействия образуются трещины и неровные края.

7 Зазоры, которые неминуемо образуются при строительстве придется прокладывать кирпичом или иным материалом.

						АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

4. ВАРИАНТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ РОССИИ И ИРАКА

Климат в Ираке континентальный с сухим и исключительно жарким летом и относительно дождливой прохладной зимой, на севере субтропический, на юге тропический. Средне январские температуры увеличиваются с севера на юг от 7 до 12⁰С (в горах лежит снег), средне июльские повсеместно 34⁰С (в отдельные дни могут достигать 48⁰С)

Годовое количество осадков 50-150мм в равнинах до 1500мм в горах. Летом на юге часты пыльные бури.



Рис.6 – Климатическая карта

Температура и относительная влажность воздуха для условий Республики Ирак [2]

Месяц	Температура воздуха, °С			Относительная влажность, %		
	Средняя	Максимальная	Минимальная	Средняя	Максимальная	Минимальная
Январь	9,2	16,4	2,0	58	96	16
Февраль	14,8	21,7	9,0	47	91	18
Март	17,8	24,3	11,6	42	95	12
Апрель	22,6	29,3	15,7	42	92	9
Май	29,7	37,6	21,7	31	75	10
Июнь	34,5	42,6	25,6	25	63	7
Июль	34,7	42,5	26,3	26	56	5
Август	34,9	43,7	25,4	22	51	4
Сентябрь	30,1	38,5	22,0	31	64	7
Октябрь	26,0	34,4	18,7	40	92	9
Ноябрь	16,3	23,2	11,0	65	100	20
Декабрь	14,1	19,9	9,0	69	100	30

4.1. Виды домов в Ираке



Рис.7 – Виды домов в Ираке



Рис.8 - Виды домов в Ираке



Рис.9 - Виды домов в Ираке

						АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			21

4.2. Виды домов в России



Рис.10 - Виды домов в России



Рис.11 - Виды домов в России

						АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			22



Рис. 12 – Виды домов в России



Рис.13 - Виды домов в России

Пример 3 Расчет на теплоустойчивость наружной стены здания (в теплый период года)

Определить, удовлетворяет ли требованиям в отношении теплоустойчивости ограждающая конструкция (рис. 6).

Исходные данные

1. Однослойная панель из шлакопемзобетона, ($\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$), офактуренная с обеих сторон слоями из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм (рис.6). Толщина панели 250 мм.

2. Пункт строительства – г. Ташкент.

3. Влажностный режим помещения – нормальный.

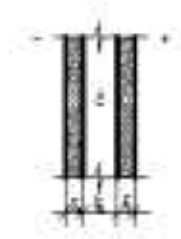


Рис. 14. Разрез стеновой панели

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м}; \delta_2 = 0,25 \text{ м}; \delta_3 = 0,02 \text{ м};$$

Порядок расчета

1. Определяем тепловую инерцию D согласно п. 2.1.

Для расчета необходимо найти данные $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, S_1, S_2, S_3, R_1, R_2, R_3$.

Для условий эксплуатации «А» по прил. 5:

$$\lambda_1 \text{ и } \lambda_3 = 0,76 \text{ Вт/}^\circ\text{С};$$

$$\lambda_2 = 0,63 \text{ Вт/}^\circ\text{С};$$

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$S_1 \text{ и } S_3 = 9,60 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} ;$$

$$S_2 = 9,32 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

Термические сопротивления R отдельных слоев панели определяем по формуле (4):

$$R_{1,3} = \frac{0,02}{0,76} = 0,0263 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт} - \text{ для фактурного слоя};$$

$$R_2 = \frac{0,21}{0,63} = 0,333 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт} - \text{ для шлакопемзобетона}.$$

Тепловая инерция D каждого слоя и панели рассчитывается по формулам (10, 11)

$$D_1 = D_3 = 0,0263 \cdot 0,25 = 0,006575 ;$$

$$D_2 = 0,333 \cdot 0,11 = 0,03663 ;$$

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 0,006575 + 0,006575 + 0,03663 = 0,04978 ;$$

Поскольку $D \leq 4$, требуется расчет панели на теплоустойчивость.

2. Определяем требуемую амплитуду колебаний внутренней поверхности ограждения согласно п.2.2:

$$t_{ext} = 26,9 \text{ } ^\circ\text{C} [2]$$

$$A_{t_{int}}^{req} = 2,5 - 0,1 (26,9 - 21) = 1,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3. Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха определяем согласно п. 2.4:

$$\rho = 0,4, \text{ прил. 5 - штукатурка цементная кремовая};$$

$$A_{t_{ext}} = 23,7 \text{ } ^\circ\text{C} [2];$$

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$J_{max} = 743 \text{ Вт/м}^2 \text{ [2];}$$

$$I_{av} = 172 \text{ Вт/м}^2 \text{ [2]}$$

$$v = 1,4 \text{ м/с [2];}$$

$$\alpha_e = 1,1610 + 5(\circ\sqrt{1,4}) = 19,5 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C / Вт};$$

$$A_{\tau_{ext}}^{des} = 0,5 \circ 23,7 + \frac{0,4 \cdot (743 - 172)}{19,5} = 23,6^\circ\text{C}$$

4. Определяем величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха согласно п. 2,5, где: $\alpha_e = 8,7 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C / Вт}$ (см. п. 1.1); Y_1, Y_2, Y_3 (см. п. 2.6);

$$Y_1 = \frac{0,0263 \cdot 9,60^2 + 8,7}{1 + 0,0263 \cdot 8,7} = 9,05 \text{ Вт / м}^2 \text{ }^\circ\text{C}, \text{ по формуле (17);}$$

$$Y_2 = S_2 = 9,32 \text{ Вт / м}^2 \text{ }^\circ\text{C}, \text{ так как } D \geq 1;$$

$$Y_3 = \frac{0,0263 \cdot 9,60^2 + 9,32}{1 + 0,0263 \cdot 9,32} = 9,43 \text{ Вт / м}^2 \text{ }^\circ\text{C}, \text{ по формуле (18);}$$

$$v = 0,9 \circ e^{\frac{3,61}{\sqrt{2}}} \cdot \frac{(9,60 + 8,7)(9,32 + 9,05)(9,60 + 9,32)(19,5 + 9,43)}{(9,60 + 9,05)(9,32 + 9,32)(9,60 + 9,43)19,5} = 13,9.$$

5. В соответствии с п. 2.3. определяем амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности панели формула (13):

$$A_{\tau_{int}} = \frac{23,6}{13,9} = 1,7^\circ\text{C}, \text{ что меньше } A_{\tau_{int}}^{req} = 1,9^\circ\text{C}.$$

Таким образом, амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции ($A_{\tau_{int}}$) меньше требуемой амплитуды ($A_{\tau_{int}}^{req}$), что соответствует требованиям теплотехнических норм. При $A_{\tau_{int}} > A_{\tau_{int}}^{req}$ выбирается

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

другой вариант толщины конструкции панели или характера материала и проверяется расчетом.

Вывод. По результатам теплотехнического расчета принимается панель толщиной 250 мм.

4. Проверка ограждающей конструкции на возможность конденсации влаги внутри ее (Расчет сопротивления паропрооницанию Ограждающей конструкции)

Увеличение влагосодержания материалов и ограждений в эксплуатируемых зданиях всегда сопровождается уменьшением теплозащитных свойств ограждения и преждевременным их разрушением.

В холодный период года температура воздуха в отапливаемом помещении значительно выше температуры наружного воздуха. При сравнимых значениях относительной влажности в помещении и снаружи теплый воздух всегда содержит большее количество водяного пара, чем холодный. В связи с этим парциальное давление (упругость) водяного пара в воздухе помещения (e_{int}) будет значительно выше парциального давления (упругости) водяного пара наружного воздуха (e_{ext}).

Разность этих давлений ($e_{int} - e_{ext}$) достигает для жилых и общественных зданий $1210 \text{ Па}^2 - 1310 \text{ Па}^2$, а в зданиях с повышенной температурой и влажностью воздуха еще больше.

Вследствие разности парциальных давлений водяного пара в воздушных средах, разделяемых ограждением возникает их диффузия из среды с большей упругостью в среду с меньшей.

Диффузию водяного пара через слои материала иногда называют паропрооницанием материала, которое характеризуется коэффициентом паропрооницаемости μ , $\text{мг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Влага в виде водяного пара, которая диффундирует через ограждение отапливаемых помещений, может конденсироваться в толще ограждения при неправильно выбранной его конструкции.

Поэтому, при проектировании зданий следует предусматривать конструктивное решение ограждения, предупреждающее образование конденсата в толще ограждения в период эксплуатации здания.

Для этого проводится проверка на возможность конденсации влаги в толще ограждения – расчет сопротивления паропрооницанию ограждающей конструкции (по СНиП), [1].

3.1. Сопротивление паропрооницанию R_p , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_p = \frac{\delta}{\mu} \quad (21)$$

где δ – толщина слоя ограждающей конструкции, м ;

μ – расчетный коэффициент паропрооницаемости материала слоя ограждающей конструкции, $\text{мг} / \text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$, принимаемый по прил. 4.

Сопротивление паропрооницанию многослойной ограждающей конструкции (или ее части) равно сумме сопротивлений паропрооницанию составляющих ее слоев:

$$R_{\text{пр}} = \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\mu_n} \quad (22)$$

П р и м е ч а н и е: Сопротивление паропрооницанию воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

3.2. Сопротивление паропрооницанию R_{vp} , $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропрооницанию, (но, во всех случаях не более $5 m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$):

а) требуемого сопротивления паропрооницанию R_{p1}^{req} , $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$ (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле

$$R_{p1}^{req} = \frac{(e_{int} - E)R_{vp}^e}{E - e_{ext}}; \quad (23)$$

б) требуемого сопротивления паропрооницанию R_{p2}^{req} , $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$ (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле

$$R_{p2}^{req} = \frac{0,0024z_0(e_{int} - E_0)}{\rho_w \delta_w \Delta \omega_{av} + \eta} . \quad (24)$$

В формулах (21) и (22):

e_{int} - упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и влажности этого воздуха, определяемая по формуле

$$e_{int} = (\varphi_{int} / 100) \cdot E_{int}, \quad (25)$$

где E_{int} – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре t_{int} , прил. 7;

φ_{int} – относительная влажность внутреннего воздуха, %, принимаемая для зданий различного назначения:

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, школ, садов, яслей и детских домов – 55%;

- для помещений кухонь – 60%;

- для ванных комнат – 65%;

- для теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75%;

- для теплых чердаков жилых зданий – 55%;

- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) – 50%.

$R_{\text{п}}^e$ – сопротивление паропроницанию, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации, определяемое в соответствии с п. 3.1;

e_{ext} – средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па , за годовой период, определяемая согласно [2];

z_o – продолжительность, сут , периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха согласно [2];

E_o – парциальное давление водяного пара, Па , в плоскости возможной конденсации, определяемая при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами;

ρ_w – плотность материала увлажняемого слоя, $\text{кг} / \text{м}^3$;

δ_w – толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м , принимаемая равной $2/3$ толщины однородной (однослойной) стены или толщине теплоизоляционного слоя (утеплителя) многослойной ограждающей конструкции;

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$\Delta\omega_{av}$ - предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя, %, за период влагонакопления z_o , принимаемое по табл. 7;

E – упругость водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемая по формуле

$$E = \frac{1}{12}(E_1z_1 + E_2z_2 + E_3z_3), \quad (26)$$

где E_1, E_2, E_3 – упругости водяного пара, Па, принимаемые по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1, z_2, z_3 – продолжительность, мес, зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая согласно [2] с учетом следующих условий:

а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;

б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5 °С;

в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами воздуха выше плюс 5 °С;

η - определяется по формуле

$$\eta = \frac{0,0024(\bar{A}_i - \bar{a}_{ext,i})z_i}{R_{vp}^e}, \quad (27)$$

где $\bar{a}_{ext,i}$ – средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемая согласно [2].

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Примечания:

1. Упругости E_1, E_2, E_3 и E_o для конструкций помещений с агрессивной средой следует принимать с учетом агрессивной среды.

2. При определении упругости E_3 для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, упругость водяного пара внутреннего воздуха e_e – не ниже средней упругости водяного пара наружного воздуха за этот период.

3. Плоскость возможной конденсации в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном $2/3$ толщины конструкции от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

3.3. Сопротивление паропрооницанию $R_n, \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатами кровли шириной до 24 м должно быть не менее требуемого сопротивления паропрооницанию $R_{\text{п}}^{\text{req}}, \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, определяемого по формуле

$$R_{\text{п}}^{\text{req}} = 0,0012 (e_{\text{int}} - e_{\text{ext.o}}),$$

$$R_{\text{п}}^{\text{req}} = 0,0012 (e_{\text{int}} - e_{\text{ext.o}}),$$

где $e_{\text{int}}, e_{\text{ext.o}}$ – то же, что в формулах (23), (24) и (27).

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ПЛОЩАДЬ СТЕН

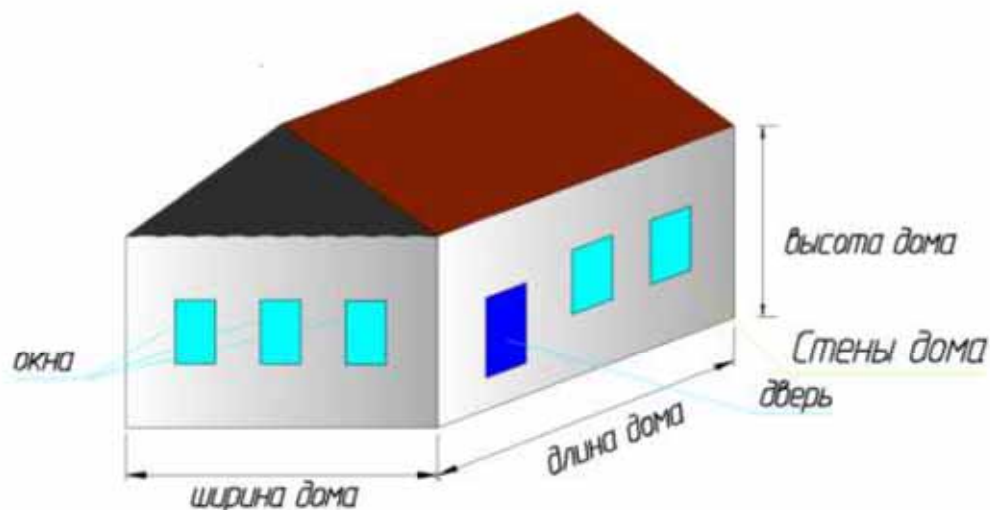


Рис. 15 – Площадь стен

$$S_{\text{Стены}} = (20 + 10) * 2 * 6,6 = 396 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{окон, дверей}} = 1,5 * 1,5 * 8 + 1,4 * 2 = 18 + 2,8 = 20,8 \text{ м}^2$$

$$S = 396 - 20,8 = 375,2 \text{ м}^2 \quad 3,752 \quad 100 \text{ м}^2$$

$$1,5 * 1,5 * 0,4 * 8 = 7,2 \text{ м}^3$$

$$2 * 1,4 * 0,4 * 1 = 12,6 \text{ м}^3$$

$$12,6 + 7,2 = 19,8 \text{ м}^3$$

5.1. Стены из Кирпича

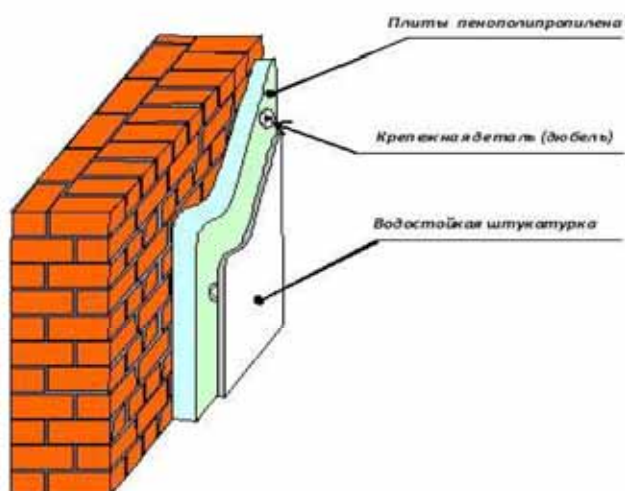


Рис. 16 – Стены из кирпича

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ

Лист

33

1. Объем кирпича

$$V_{\text{кирпич}} = S_{\text{стены}} \cdot h_{\text{газблока}}$$

$$375.2.0.38 = 142.6$$

$$\text{Цена за 1 м}^3 = 4222$$

$$142.6 \cdot 4300 = 613180 \text{ руб}$$

2. Объем утеплителя

$$V_{\text{утепл}} = S_{\text{стены}} \cdot \text{Нутепл}$$

$$375.2.0.14 = 52.5 \text{ м}^3$$

$$\text{Цена за 1 м}^3 = 5000$$

$$5000 \cdot 52.5 = 262640 \text{ руб}$$

3. Объем штукатурка

$$-V_{\text{штук}} = 375.2 \cdot 0.01 = 3.75 \text{ м}^3$$

$$\text{Цена } 3.75 \cdot 2500 = 9375 \text{ руб}$$

Площадь стены

$$S_{\text{стены}} = (20 + 10) \cdot 2 \cdot 6.6 = 396 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{окон, дверей}} = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 8 + 1.4 \cdot 2 = 18 + 2.8 = 20.8 \text{ м}^2$$

$$S = 396 - 20.8 = 375.2 \text{ м}^2 \quad 3.752 \quad 100 \text{ м}^2$$

$$1.5 \cdot 1.5 \cdot 0.4 \cdot 8 = 7.2 \text{ м}^3$$

$$2 \cdot 1.4 \cdot 0.4 \cdot 1 = 12.6 \text{ м}^3$$

$$12.6 + 7.2 = 19.8 \text{ м}^3$$

1. Объем кирпича

$$V_{\text{кирпич}} = S_{\text{стены}} \cdot h_{\text{кирпич}}$$

$$375.2.0.38 = 142.6$$

$$\text{Цена за 1 м}^3 = 3800$$

$$142.6 \cdot 3800 = 540800 \text{ руб}$$

2. Объем утеплителя

$$V_{\text{утепл}} = S_{\text{стены}} \cdot \text{Нутепл}$$

$$375.2.0.14 = 52.5 \text{ м}^3$$

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Цена за 1 м³ =5000
 5000.52.5=262640руб

3.объем штукатурка

-V штука= 375.2*0.01=3.75 м³
 Цена 3.75.2500=9375руб

5.2.Стены из газоблока

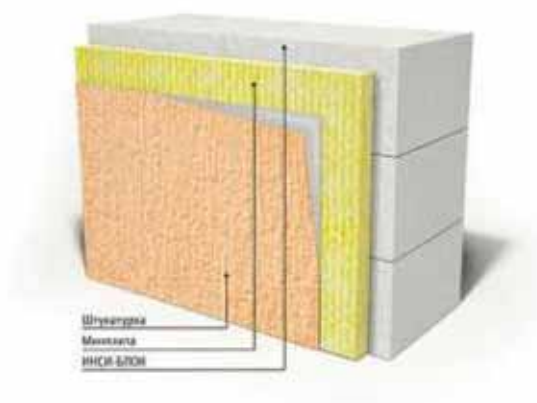


Рис. 17 – Стены из газоблока

Стены =(20 + 10)*2*6,6=396 м²

S окон,дверей =1,5*1,5*8+1,4*2=18+2,8=20,8 м²

S =396 – 20,8=375,2 м² 3,752 100м²

1.5*1.5*0.4*8=7.2 м³

2*1.4 *0.4*1=12.6м³

12.6+7.2=19.8м³

1. Объем газаблока

Vгазблока=Sстены .h газаблока

375.2.0.4=150.08

Цена за 1 м³ =2750

150.08*2750=412720 руб

2.объем утеплителя

Vутепл = Sстены. Нутепл

$$375.2.0.14=52.5\text{м}^3$$

$$\text{Цена за } 1 \text{ м}^3 = 5000$$

$$5000.52.5=262640\text{руб}$$

3.объем штукатурка

$$-V \text{ штука} = 375.2 * 0.01 = 3.75 \text{ м}^3$$

$$\text{Цена } 3.75.2500=9375\text{руб}$$

Оштукатуривания Енир 8 Чел.час

$$12 \text{ обрызг ,грунт,37,накрывка } 14,5)(\text{нрв})=63,5\text{чел,час}$$

$$T=\text{нвр} * v/c = 63,5 * 3,752/8 = 29,8\text{чел.час}$$

$$N=T/m=29,8/4\text{чел}=7,4$$

Клепления утеплителя

$$\text{Нрв}=0,48 \text{ на } 1 \text{ м}^2 \text{ поверхности}$$

$$V=375,2 \text{ поверхности } T=\text{нвр} * v/c = 22,5\text{чел.см}$$

5.3 Стен из шлакоблока



Рис. 18 – Стены из шлакоблока

$$\text{Стены} = (20 + 10) * 2 * 6,6 = 396 \text{ м}^2$$

$$S \text{ окон,дверей} = 1,5 * 1,5 * 8 + 1,4 * 2 = 18 + 2,8 = 20,8 \text{ м}^2$$

$$S = 396 - 20,8 = 375,2 \text{ м}^2 \quad 3,752 \quad 100\text{м}^2$$

$$1.5 * 1.5 * 0.4 * 8 = 7.2 \text{ м}^3$$

$$2 * 1.4 * 0.4 * 1 = 12.6\text{м}^3$$

1. Объем шлакоблока

$$V \text{ шлокоблока} = S \text{ стены} \cdot h \text{ шлокоблока}$$

$$375.2.0.4=150.08$$

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ

Цена за 1 м3 =2800

$150.08 \cdot 2800 = 420560$ руб

2.объем утеплителя

Утепл = Стены. Нутепл

$375.2 \cdot 0.14 = 52.5$ м3

Цена за 1 м3 =5000

$5000 \cdot 52.5 = 262640$ руб

3.объем штукатурка

3-V штука= $375.2 \cdot 0.01 = 3.75$ м3

Цена $3.75 \cdot 2500 = 9375$ руб

					<i>АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет производится с целью проверить назначенные параметры наружных ограждающих конструкций здания. Он заключается в определении необходимой толщины теплозащитного слоя, при которой температура на внутренней поверхности ограждения будет выше температуры точки росы внутреннего воздуха и будет удовлетворять теплотехническим требованиям:

$$R_0 \geq R_{\text{req.}} \quad (1)$$

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится для отапливаемых помещений в зимних условиях, когда тепловой поток направлен из помещения в наружную среду.

Расчет производится в соответствии [4-6].

5.1.1 Условия расчета

Зона влажности – нормальная. Влажностный режим помещения – нормальный (φв = 55 %). Температура внутреннего воздуха здания $t_b = 20$ °С.

Таблица 6 - Характеристика слоев стены и теплотехнические показатели

Номер слоя	Материал слоя	Толщина, δs, м	Плотность P0, кг/м ³	Расч. коэффициент теплопроводности λs, Вт/м0С
1	Гипсовая плита	0,06	1350	0,5
2	Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,76
3	Кирпич керамический пустотный	0,25	1400	0,58
4	Плиты минераловатные	X	125	0,042

5.1.2 Расчет и проверка параметров ограждающей конструкции

Расчет нормируемого сопротивления теплопередачи наружной стены

Приведенное сопротивление теплопередачи R_0 ограждающей конструкции следует принимать не менее нормируемого значения $R_0^{\text{норм}}$. Особенностей региона строительства нет, значит значение следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП), $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ региона строительства:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})z_{\text{от}}, \quad (2)$$

где:

$t_{\text{от}} = -6,5$ $^{\circ}\text{C}$ – средняя температура наружного воздуха;

$z_{\text{от}} = 218$ сут/год – продолжительность отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{в}} = 20$ $^{\circ}\text{C}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры по [7].

Тогда: $\text{ГСОП} = (20 + 6,5) \times 218 = 5777$ $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$

Значения $R_0^{\text{норм}}$ для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле:

$$R_0^{\text{норм}} = a \times \text{ГСОП} + b, \quad (1.5)$$

где: $a = 0,00035$, $b = 1,4$ – коэффициенты для соответствующих групп зданий.

Тогда: $R_0^{\text{норм}} = 0,00035 \times 5777 + 1,4 = 3,42$ ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт

Расчет толщины слоя минераловатных плит

Примем, что приведенное сопротивление теплопередачи R_0 многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (3)$$

где:

$\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, определяемое для материальных слоев по формуле:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s}, \quad (4)$$

где:

δ_s – толщина слоя, м, по [табл.5];

λ_s – теплопроводность материала слоя, Вт/(м · °С), по [табл.5].

Тогда: $R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{x}{0,042} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,06}{0,5} + \frac{1}{23}$

Должно выполняться условие:

$$R_0 \geq R_0^{\text{норм}} \quad (5)$$

Тогда из условия определим толщину слоя:

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{x}{0,042} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,06}{0,5} + \frac{1}{23} \geq 3,42$$
$$x \geq \left(3,42 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,25}{0,58} - \frac{0,01}{0,76} - \frac{0,06}{0,5} - \frac{1}{23} \right) \times 0,042 = 0,12 \text{ м}$$

Принимаем толщину слоя минераловатной плиты $x = 0,15$ м.

Расчет приведенного сопротивления теплопередачи наружной стены и проверка условия.

С учетом наличия теплопроводных включений приведенное сопротивление теплопередачи определяется по формуле:

$$R_0^r = R_0 \times r, \quad (6)$$

где:

$r = 1$ – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий наличие теплопроводных включений для стен зданий из кирпича и блоков.

Тогда: $R_0^r = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{0,15}{0,042} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,08}{0,5} + \frac{1}{23} \right) \times 1 = 4,33$

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Проверим выполнение условия:

$$R_0^r \geq R_0^{\text{норм}}$$

$$4,33 \geq 3,42$$

Условие выполняется. Толщина слоя подобрана верно.

Расчет температурного перепада и сравнение его с нормируемой величиной.

Расчетный температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха t_B и температурой внутренней поверхности τ_B определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{t_B - t_H}{R_0^r \alpha_B}, \quad (7)$$

где:

$t_H = -35 \text{ }^\circ\text{C}$ – средняя температура наиболее холодной пятидневки.

$$\text{Тогда: } \Delta t_0 = \frac{20+35}{4,33 \times 8,7} = 1,46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Должно выполняться условие:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t^H, \quad (8)$$

где:

$\Delta t^H = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ – нормируемый температурный перепад для жилых зданий.

$$\text{Тогда: } 1,46 \leq 4$$

Условие выполняется.

Расчет минимальной температуры внутренней поверхности и сравнение ее с температурой точки росы.

Минимальная температура на всех участках внутренней поверхности наружных ограждений τ_B при расчетных условиях внутри помещения (t_B и φ_B) должна быть не менее температуры точки росы.

$$\tau_B \geq t_p, \quad (9)$$

где:

τ_B – минимальная температура внутренней поверхности определяется по

$$\text{формуле: } \tau_B = t_B - \Delta t_0 = 20 - 1,46 = 18 \text{ }^\circ\text{C} \quad (10)$$

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$t_p = 7,7 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура точки росы при расчетных условиях внутри помещения.

Тогда: $18 \text{ }^\circ\text{C} > 7,7 \text{ }^\circ\text{C}$

Условие выполняется.

6.2 теплотехнический расчет ограждающей конструкции.



Рис. 19 – Состав наружной стены

Таблица 6 - Нормируемые теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

№ слоя	Наименование материальных слоёв ограждающей конструкции	Обозначение	Толщина слоя, м	Расчетный коэффициент λ , Вт/(м·°C)
1	Штукатурка цементно-песчаный раствор, $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$	δ_1	0,02	0,76
2	Блоки из ячеистого бетона, $\rho_0=600\text{кг/м}^3$	δ_2	0,4	0,22
3	Утеплитель – минераловатные плиты URSA П-30, $\rho_0=85 \text{ кг/м}^3$	δ_3	x	0,036

5.2.1 Расчет по приведенному сопротивлению теплопередаче стены здания

Влажностный режим помещений здания – нормальный [1, табл.1].

Условия эксплуатации ограждающей конструкции – А [1, табл.2].

Зона влажности района строительства – сухая [3].

Приведённое сопротивление теплопередаче R_0 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$) ограждающих конструкций, а так же окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°) следует принимать не менее нормируемых значений R_{req} ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), определяемых по [1, табл.4] в зависимости от градусо-суток отопительного периода D_d ($\text{°C} \cdot \text{сут.}$) по формуле:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}}, \quad (11)$$

где t_{int} – расчётная средняя температура внутреннего воздуха здания, °C , $t_{\text{int}} = +20\text{°C}$;

t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, сут, отопительного периода для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C , $t_{\text{ht}} = -6,5\text{°C}$, $Z_{\text{ht}} = 218\text{сут.}$

$$D_d = (20 - (-6,5)) \cdot 218 = 5777\text{°C} \cdot \text{сут}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} определяется по формуле: $R_{\text{req}} = a \cdot D_d + b$,

где a и b – коэффициенты перевода (интерполяции) [1].

$$R_{\text{req}} = 0,0003 \cdot 5777 + 1,2 = 2,93\text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяется по формуле:

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_k + R_{\text{ext}}, \quad (12)$$

где $R_{\text{int}} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}}$ – термическое сопротивление теплоотдачи, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$);

α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции [1, табл.7], $\alpha_{\text{int}} = 8,7\text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$;

$R_{\text{ext}} = \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}}$ – термическое сопротивление тепловосприятию, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$);

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода [2, табл 8], $\alpha_{ext}=10,8$ Вт/м²·°С (при наличии в ограждающей поверхности воздушной прослойки);

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями, которое определяется как сумма термических сопротивлений отдельных слоев.

$$R_{int} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \text{ (м}^2\cdot\text{°С)/Вт}$$

$$R_{ext} = \frac{1}{10,8} = 0,093 \text{ (м}^2\cdot\text{°С)/Вт}$$

$$R_k=R_1+R_2+\dots+R_n, \quad (13)$$

где $R_1, R_2 \dots R_n$ – термические сопротивления отдельных слоёв ограждающей конструкции (м² · °С /Вт), определяемые по формуле:

$$R = \delta/\lambda, \quad (14)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчётный коэффициент теплопроводности материала слоя Вт / (м · °С).

Приведённое сопротивление теплопередаче R_0 должно быть больше или равно нормируемому – $R_0 \geq R_{req}$.

$$R_0 = 0,115 + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,4}{0,22} + \frac{\delta_3}{0,036} + 0,093 = 2,93 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}$$

$$\delta_3 = (2,93 - (0,115 + 0,026 + 1,818 + 0,093)) \cdot 0,036 = 0,032 \text{ м}$$

Принятая толщина утеплителя – 0,05 м.

Таким образом:

$$R_0 = 0,115 + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,4}{0,22} + \frac{0,05}{0,036} + 0,093 = 3,44 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}$$

Следовательно:

$$R_0 = 3,44 > R_{req} = 2,93 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий.

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °C [2, табл.5], $\Delta t_n=4,5^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0 \cdot \alpha_{\text{int}}}, \quad (15)$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

[1, табл 6], $n = 1$;

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, принимаемая равной средней температуры наиболее холодной пятидневки обеспеченностью [3] .

$$\Delta t_0 = \frac{1 \cdot (20 - (-34))}{3,44 \cdot 8,7} = 1,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Следовательно:

$$\Delta t_0 = 1,8 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t_n = 4,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Минимальная температура на всех участках внутренней поверхности стены τ_{int} при расчетных условиях внутри помещения должна быть не менее температуры точки росы t_d [2, прил P]:

Температурный перепад у поверхности стены равен:

$$\Delta t_0 = t_{\text{int}} - \tau_{\text{int}}, \text{ отсюда } \tau_{\text{int}} = t_{\text{int}} - \Delta t_0 = 20 - 1,8 = 18,2 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура точки росы при $t_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$ и $\phi_{\text{int}} = 50\%$ равна $t_d = 9,28^\circ\text{C}$.

$$\tau_{\text{int}} = 18,2 \text{ }^\circ\text{C} \geq t_d = 9,28 \text{ }^\circ\text{C} - \text{условие выполняется.}$$

Окончательно принимаем толщину утеплителя 50мм.

					АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

6.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ

На основании проведенных расчетов, собранных данных определены трудоемкости возведения рассмотренных вариантов стен.

СТОИМОСТИ

$$C = \text{РАСЦ} \cdot V$$

МАТЕРИАЛ	ЦЕНА ,РУБ	Объем,М3	СТОИМОСТЬ,РУБ
Газаблока	2800 Р	150.08	420560
МИНВАТА	5000	52.5	262640
ШТУКАТУРКА	2500	3.75	9375
			692575

Калькуляция затрат труда

Н	Именованя работ	Единица измерения	ЕНИР	Объем работ	Норма времени чел.ч	Трудоемкость чел.смен
1	Кладка Стен из Кирпича	1 м3	§ Е3-3	150.08	2.6	49.01
2	Крепления утейпльтеля	1м2	§Е11-41	52.5м3	0.48	3.32
3	Устройство штукатурного слоя	1м2	Е8-1-2§	3.75 м3	46.7	21,7

СТОИМОСТИ

$$C = \text{РАСЦ.}V$$

МАТЕРИАЛ	ЦЕНА ,РУБ	Объем ,М3	СТОИМОСТЬ,РУБ
Кирпич керамический	4222	150.08	613180
МИНВАТА	5000	52.5	262640
ШТУКАТУРКА	2500	3.75	9375
			885195

Калькуляция затрат труда

СТОИМОСТИ

$$C = \text{РАСЦ.}V$$

Результат сравнения вариантов

	Трудоемкость Чел.сем	Стоимость 1м3 руб
1.вариант Кладка Стен из бетонных камней	64.42	692575
2.вариант Кирпич керамический	74.03	885195
3.вариант Кирпич Силикатный	74.03	812635
4.вариант Шлакоблок	64.42	542159

						АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			47

	Россия	Ирак
Трудоемкость	64,42	64,42
Чел.сем		
Стоимость	692 575	542 159

Таблица 7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ физико-механических, теплофизических свойств современных стеновых материалов.
2. Произведены теплотехнические расчеты нескольких вариантов ограждающих конструкций. Рассмотрены варианты стен из керамического и силикатного кирпича, газобетонного блока, стен с утеплением минеральной ватой, с вентилируемым фасадом.
3. Проведено технико-экономическое сравнение вариантов возведение наружных стен. Трудоемкость возведения стен изменяется в пределах от 80 до 120 чел.-см. для двухэтажного жилого дома площадью около 400 м². Стоимость возведения наружных стен составляет 600 – 800 тысяч рублей.
4. Трудоемкость возведения жилого дома в России превышает трудоемкость возведения аналогичного дома в Ираке на 15-20 %. Стоимость возведения жилого дома в России на 20-25 % превышает стоимость аналогичного дома в Ираке в основном из-за использования утеплителя наружных стен.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЕНиР. Сборник Е3. Каменные работы. – М.: Стройиздат, 1973. – 56 с.
2. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения/Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 64 с.
3. ЕНиР. Сборник Е7. Кровельные работы/Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 24 с.
4. ЕНиР. Сборник Е19. Устройство полов/Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 48 с.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2).официальное издание М.: Минстрой России, 2015.
7. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* официальное издание М.: Минрегион России, 2011.
8. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* официальное издание М.: Минрегион России, 2011.
9. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 официальное издание М.: Минрегион России; ОАО "ЦПП", 2011
10. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2) официальное издание М.: Минстрой России, 2015.
11. Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций. М. : Высшая школа, 1987.
12. Пищаленко М. Ю. Технология возведения зданий и сооружений – Киев. : Высшая школа, 1982.
13. Конструкции гражданских зданий. Т. Г. Маклонова, С. И. Насонова – М. : Стройиздат, 1986 г.
14. Бадьин Т. О. и др. Технология строительного производства. –Л. : Стройиздат, 1987 г.
15. СанПиН 2.1.3.2630-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность"

					<i>АС-279-08.04.01-2018-161-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50