

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**  
**Государственное бюджетное профессионально образовательное учреждение**  
**«Ставропольский строительный техникум»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ**

для студентов заочной формы обучения  
по **МДК.04.02** Реконструкция зданий  
профессионального модуля

**ПМ. 04 Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции**  
**строительных объектов**  
по специальности СПО **08.02.01** Строительство и эксплуатация зданий и  
сооружений

**Ставрополь, 2021**

**РАССМОТРЕНО**

на заседании цикловой комиссии  
профессиональных циклов по  
строительству, архитектуре  
Протокол № 10  
«18» мая 2021 г.

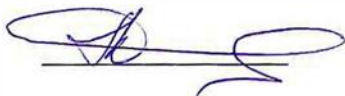
Председатель цикловой комиссии  
 С.В. Сторчак/

**РЕКОМЕНДОВАНО:**

К применению решением  
Методического совета  
ГБПОУ ССТ  
Протокол № 10  
от «25» мая 2021 г.

**СОГЛАСОВАНО**


Л. В. Белоусова,  
заместитель директора по УМРК  
«18» мая 2021 г.

**Рецензенты:**

Н.В. Леонтьева, методист, преподаватель  
профессиональных циклов ГБПОУ ССТ  
«18» мая 2021 г.

**Рецензенты:**

Н.А. Крюкова, преподаватель  
профессиональных циклов ГБПОУ ССТ  
«18» мая 2021 г.



Л.В. Печалова, методист  
ЦМК и МР ГБПОУ ССТ  
«18» мая 2021 г.

**Разработчики:**

А.Ю. Головинова, преподаватель  
профессиональных циклов ГБПОУ ССТ  
«18» мая 2021 г.



Методические рекомендации для выполнения практических заданий по **МДК.04.02** Реконструкция зданий профессионального модуля **ПМ 04** Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов по специальности СПО **08.02.01** Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Рекомендации призваны помочь студентам заочной формы обучения при выполнении практических заданий.

Ставрополь: ГБПОУ ССТ, 2021– **47** с.

Организация - разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Ставропольский строительный техникум»

(ГБПОУ ССТ)

Разработчик: Головинова Анастасия Юрьевна преподаватель профессионального цикла

РАССМОТРЕНО

на заседании цикловой комиссии профессиональных циклов по строительству,  
архитектуре

Протокол № 10 от «18» мая 2021 г.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ /С.В. Сторчак/

Утверждено методическим советом

Протокол № 10 от «25» мая 2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Тематика и распределение часов на практические занятия	6
<b>Практическое занятие №1</b>	9
Выполнение перепланировки жилых зданий с изменением объемно-планировочного решения	
<b>Практическое занятие №2</b>	13
Расчет усиления фундамента. Выполнение чертежа усиливаемого элемента	
<b>Практическое занятие №3</b>	18
Выбор конструктивного решения системы утепления наружных стен при реконструкции	
<b>Практическое занятие №4</b>	22
Выполнение теплотехнического расчета наружных стен с применением фасадных утеплителей	
<b>Практическое занятие №5</b>	35
Выполнение чертежей конструкций утепленных фасадов	
<b>Практическое занятие №6</b>	36
Расчет усиления простенков кирпичных стен здания. Выполнение чертежа усиливаемого элемента	
<b>Практическое занятие №7</b>	39
Расчёт усиление оконных и дверных проемов в кирпичной стене. Выполнение чертежа усиленных проёмов	
<b>Практическое занятие №8</b>	42
Расчет усиления пустотных плит. Выполнение чертежа усиливаемого элемента	
<b>Практическое занятие №9</b>	45
Разработка рекомендаций по уменьшению риска	
Рекомендуемые источники и литература	47

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации на выполнение практических заданий разработаны в соответствии с программой профессионального модуля **ПМ.04** Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов, междисциплинарного курса **МДК.04.02** Реконструкция зданий для студентов заочной формы обучения по специальности СПО **08.02.01** Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Рекомендации призваны помочь студентам заочной формы обучения при выполнении практических заданий. С этой целью данная разработка содержит методические указания для выполнения конкретных практических заданий, теоретический материал способствующий выполнению практических заданий, перечень нормативных источников и специальной литературы.

Междисциплинарный курс **МДК.04.02** Реконструкция зданий профессионального модуля **ПМ. 04** Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности **08.02.01** **Строительство и эксплуатация зданий и сооружений** (базовая подготовка), в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД): **Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов** и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

**ПК 4.4.** Осуществлять мероприятия по оценке технического состояния и реконструкции зданий.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля формирует:

**практический опыт:**

– оценке физического износа и контроле технического состояния конструктивных элементов и систем инженерного оборудования

**умения:**

– пользоваться современным диагностическим оборудованием для выявления скрытых дефектов;

– владеть методами инструментального обследования технического состояния жилых зданий;

– планировать все виды капитального ремонта и другие ремонтно-реконструктивные мероприятия;

– осуществлять контроль качества проведения строительных работ на всех этапах.

**знания:**

– методы визуального и инструментального обследования;

- правила и методы оценки физического износа конструктивных элементов, элементов отделки внутренних и наружных поверхностей и систем инженерного оборудования жилых зданий;
- основные методы усиления конструкций;
- правила техники безопасности при проведении обследований технического состояния элементов зданий;
- пособие по оценке физического износа жилых и общественных зданий;
- нормативные правовые акты, другие нормативные и методические документы, регламентирующие производственную деятельность в соответствии со спецификой выполняемых работ.

Результатом выполнения практических заданий по МДК.04.02 является овладение обучающимся первоначальными навыками ВПД, в том числе перечисленными ранее профессиональными компетенциями и общими (ОК) компетенциями:

- ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
- ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
- ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие
- ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами
- ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
- ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей
- ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
- ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
- ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
- ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках
- ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере

## ТЕМАТИКА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие	Тема	Содержание работы	Кол-во часов
<b>Практическое занятие №1</b>	Выполнение перепланировки жилых зданий с изменением объемно-планировочного решения	Вычертить измененный план этажа. Посчитать объемы здания. Составить экспликацию на измененные площади здания	<b>4</b>
<b>Практическое занятие №2</b>	Расчет усиления фундамента. Выполнение чертежа усиливаемого элемента	Определить давления на грунт основания. Определить расчетного сопротивления грунта основания. Проверить давления. Рассчитать необходимой ширины подошвы фундамента для реконструкции. Подобрать варианта усиления фундамента.	<b>4</b>
<b>Практическое занятие №3</b>	Выбор конструктивного решения системы утепления наружных стен при реконструкции	Выбрать конструктивную схему наружной стены. Подобрать стеновые материалы и изделия. Рассчитать обеспечение необходимого сопротивления теплопередаче по глади наружной стены. Рассчитать обеспечение теплового	<b>4</b>

		комфорта в помещении.	
<b>Практическое занятие №4</b>	Выполнение теплотехнического расчета наружных стен с применением фасадных утеплителей	Определить нормы тепловой защиты по условию энергосбережения. Определить нормы тепловой защиты по условию санитарии. Определить толщину утеплителя.	<b>4</b>
<b>Практическое занятие №5</b>	Выполнение чертежей конструкций утепленных фасадов	На основе практического занятия №4 выполнить чертеж утепленного фасада. Чертеж выполнить в программе AutoCad.	<b>2</b>
<b>Практическое занятие №6</b>	Расчет усиления простенков кирпичных стен здания. Выполнение чертежа усиливаемого элемента	Составить опорно-логический конспект. Рассчитать усиления простенков кирпичных стен здания. Выполнить чертеж усиливаемого элемента в программе AutoCad.	<b>4</b>
<b>Практическое занятие №7</b>	Расчёт усиление оконных и дверных проемов в кирпичной стене. Выполнение чертежа усиленных проёмов	Рассчитать усиление оконного проема; Рассчитать усиление дверного проема; Выполнить чертеж усиленного оконного проема; Выполнить чертеж усиленного дверного проема.	<b>4</b>
<b>Практическое занятие №8</b>	Расчет усиления пустотных плит. Выполнение чертежа усиливаемого элемента	Рассчитать усиление пустотной плиты; Выполнить чертеж усиливаемого	<b>4</b>

		элемента.	
<b>Практическое занятие №9</b>	Разработка рекомендаций по уменьшению риска	Составить опорно-логический конспект; Разработать рекомендаций по уменьшению риска.	<b>2</b>

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

**Тема: Выполнение перепланировки жилых зданий с изменением объемно-планировочного решения**

**Цель занятия:** Научиться выполнять перепланировку жилых зданий с изменением объемно-планировочного решения.

**Задание 1:**

Вычертить измененный план этажа.

**Задание 2:**

Посчитать объемы здания.

**Задание 3:**

Составить экспликацию на измененные площади здания (ПРИЛОЖЕНИЕ 1 и 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ к плану здания (строения),

расположенного в \_\_\_\_\_

Этаж	Номер квартиры	Номер части помещения	Назначение части помещения	Формула подсчета площади части помещения	Площадь по внутреннему обмеру, кв.м.				Площадь помещений общего пользования	Площадь нежилых помещений - прочая	Примечание	Высота помещения по внутреннему обмеру
					Общая площадь жилого помещения	в том числе		Кроме того, площадь лоджий, балконов, террас, веранд				
						Жилая	Подсобная					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

**РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ  
к плану здания (строения),**

расположенного в \_\_\_\_\_

Этаж	Номер помещения	Номер части помещения	Назначение части помещения	Формула подсчета площади части помещения	Площадь помещений, кв.м.							Итого полезной площади (по квартире, этажу, строению)	Высота помещения по внутреннему обмеру
					жилых		нежилых		Общего пользования	Лоджий, балконов, терасс, веранд			
					Жилая	Подсобная	Основная	Вспомогательная					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

**Исходные данные:**

4-х этажная 12-ти квартирная блок-секция 1988 год постройки г. Благодарный

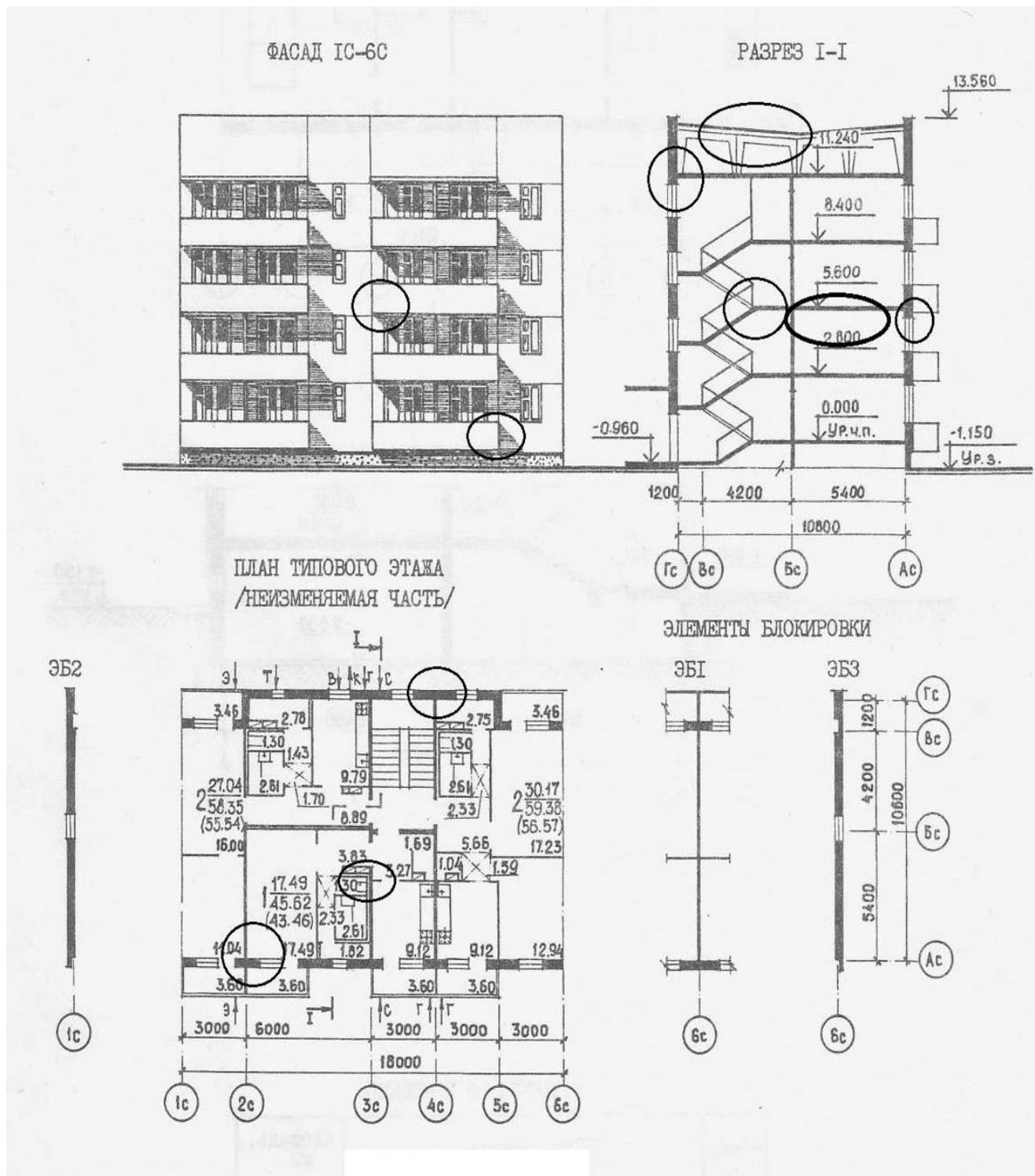
**Цель обследования** надстройка мансардного этажа

Исходные данные:

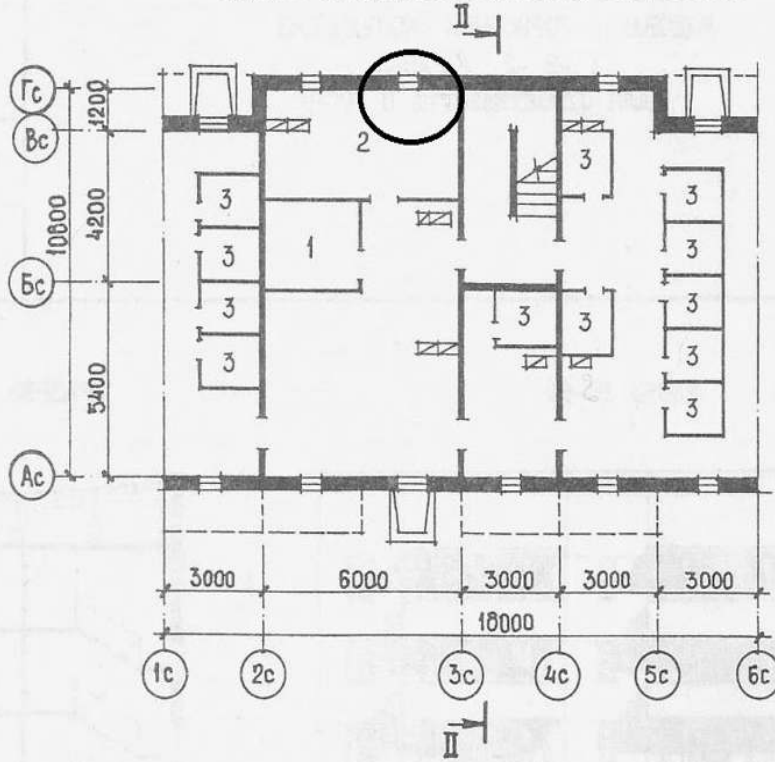
<b>Конструкция</b>	<b>Материал</b>
Фундамент	сборный ЖБ ширина подошвы фундамента 800 мм
Стены наружные	кирпич силикатный 510 мм
Стены внутренние	кирпич силикатный 380 мм
Перегородки	гипсобетонные 80 мм
Перекрытия и покрытие	сборные ЖБ с круглыми пустотами толщиной 220 мм
Лестницы	сборные ЖБ площадки и марши
Балконы	ЖБ плиты толщиной 100 м
Лоджии	ЖБ панели с круглыми пустотами толщиной 220 мм
Ограждения балконов и лоджий	металлические с асбестоцементными экранами
Крыша	чердачная с покрытием из ребристых ЖБ панелей
Кровля	рулонная 3-х слойная
Двери наружные	деревянные
Двери внутренние	деревянные
окна	деревянные со спаренными переплетами
полы	линолеум, керамическая плитка
Наружная отделка	Расшивка швов кладки, цоколь оштукатурен

Внутренняя отделка

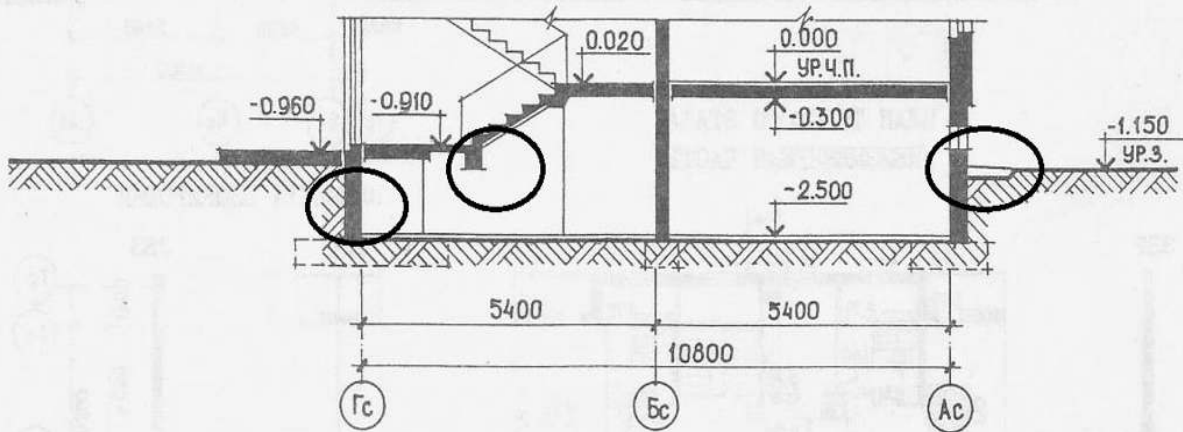
В комнатах и коридорах оклейка обоями, в санитарных узлах и кухнях масляная окраска с облицовкой стен керамической плиткой, потолки окрашены водоэмульсионным составом



ЗДАНИЕ С ПОДВАЛОМ. ПЛАН НА ОТМ.-2.500



РАЗРЕЗ II-II



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

**Тема: Расчет усиления фундамента. Выполнение чертежа усиливаемого элемента**

**Цель занятия:** Научиться рассчитывать усиления фундаментов и выполнять чертеж усиливаемого элемента.

**Задание 1:**

Определить давления на грунт основания.

**Задание 2:**

Определить расчетного сопротивления грунта основания.

**Задание 3:**

Проверить давления.

**Задание 4:**

Рассчитать необходимой ширины подошвы фундамента для реконструкции.

**Задание 5:**

Подобрать варианты усиления фундамента (учебное пособие по МДК.04.02).

**Исходные данные:**

Населенный пункт		Грунт		Показатель текучести грунта, $I_L$		Коэф-т пористост и грунта, $e$		Нормативный удельный вес грунта, $\text{кН/м}^3$	
г. Ростов-на-Дону		Супесь легкопластичная		0,65		0,35		19,2	
№ варианта	Предполагаемая нагрузка, $\text{кН/м}$	Эксцентриситет, мм		$b$ , мм	$b_1$ , м	Отметка пола подвала $d_1$ , м		$h_n$ , м	
1	375	20			0,4	По заданию		0,3	

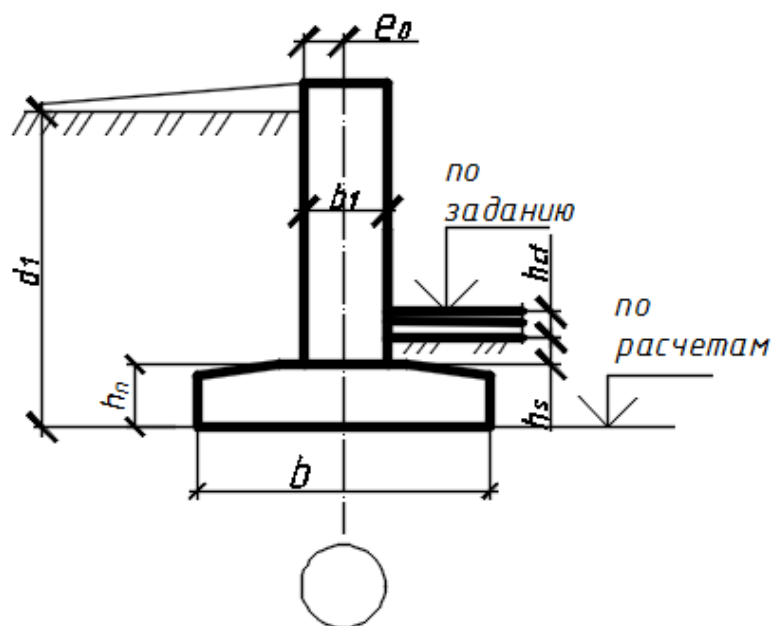


Таблица 1

**Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$  кПа (кгс/см<sup>2</sup>), угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град., пылевато-глинистых нелессовых грунтов четвертичных отложений**

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести		Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c_n$ $\varphi_n$	21 (0,21) 30	17 (0,17) 29	15 (0,15) 27	13 (0,13) 24	— —	— —	— —
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	$c_n$ $\varphi_n$	19 (0,19) 28	15 (0,15) 26	13 (0,13) 24	11(0,11) 21	9 (0,9) 18	— —	— —
Суглинки	$0 < I_L \leq 0,25$	$c_n$ $\varphi_n$	47 (0,47) 26	37 (0,37) 25	31 (0,31) 24	25 (0,25) 23	22 (0,22) 22	19 (0,19) 20	— —
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c_n$ $\varphi_n$	39 (0,39) 24	34 (0,34) 23	28 (0,28) 22	23 (0,23) 21	18 (0,18) 19	15 (0,15) 17	— —
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c_n$ $\varphi_n$	— —	— —	25 (0,25) 19	20 (0,20) 18	16 (0,16) 16	14 (0,14) 14	12 (0,12) 12
Глины	$0 < I_L \leq 0,25$	$c_n$ $\varphi_n$	— —	81 (0,81) 21	68 (0,68) 20	54 (0,54) 19	47 (0,47) 18	41 (0,41) 16	36 (0,36) 14
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c_n$ $\varphi_n$	— —	— —	57 (0,57) 18	50 (0,50) 17	43 (0,43) 16	37 (0,37) 14	32 (0,32) 11
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c_n$ $\varphi_n$	— —	— —	45 (0,45) 15	41 (0,41) 14	36 (0,36) 12	33 (0,33) 10	29 (0,29) 7

Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$  кПа (кгс/см<sup>2</sup>), угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град., песчаных грунтов четвертичных отложений

Песчаные грунты	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	$c_n$	2	1	–	–
	$\varphi_n$	43	40	38	–
Средней крупности	$c_n$	3	2	1	–
	$\varphi_n$	40	38	35	–
Мелкие	$c_n$	6	4	2	–
	$\varphi_n$	38	36	32	28
Пылеватые	$c_n$	8	6	4	2
	$\varphi_n$	36	34	30	26

Формула определения расчетного сопротивления грунта основания (СП 22.13330.2016):

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}],$$

(1)

где,

$\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  – коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 3;

$k$  - коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта ( $\varphi_{II}$  и  $c_{II}$ ) определены непосредственными испытаниями,  $k = 1,1$ ;

$M_{\gamma}, M_q, M_c$  - коэффициенты, принимаемые по таблице 4;

$k_z$  - коэффициент, принимаемый равным единице при  $b < 10$  м;

$b$  - ширина подошвы фундамента, м;

$\gamma_{II}$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma'_{II}$  - то же, для грунтов, залегающих выше подошвы фундамента, кН/м<sup>3</sup>;

$c_{II}$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа; ( $c_{II} = c_n * \gamma_f; \gamma_f = 1$ );

$d_b$  - глубина заложения фундаментов, м, бесподвальных сооружений от уровня планировки или приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала, вычисляемая по формуле:

$$d_b = h_s + h_{cf} * \gamma_n / \gamma_{zp} \quad (2)$$

где,

$h_s$  - толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м (= 0,3 м);

$h_{cf}$  - толщина конструкции пола подвала, м (=0,2 м);

$\gamma_n$  - расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, кН/м<sup>3</sup> (=22-24);

$\gamma_{zp}$  - значение удельного веса грунта кН/м<sup>3</sup> (по исходным данным)

$d_b$  - глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (для сооружений с подвалом глубиной свыше 2 м принимают равным 2 м).

Таблица 3

Грунты	Коэффициент $\gamma_{c1}$	Коэффициент $\gamma_{c2}$ для сооружений с жесткой конструктивной схемой при отношении длины сооружения или его отсека к высоте $L/H$ , равном	
		4 и более	1,5 и менее
Крупнообломочные с песчаным заполнителем и пески, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие	1,3	1,1	1,3
Пески пылеватые: маловлажные	1,25	1,0	1,2
и влажные, насыщенные водой	1,1	1,0	1,2
Глинистые, а также крупнообломочные с глинистым заполнителем с показателем текучести грунта или заполнителя $I_L \leq 0,25$	1,25	1,0	1,1
То же, при $0,25 < I_L \leq 0,5$	1,2	1,0	1,1
То же, при $I_L > 0,5$	1,1	1,0	1,0
<p><b>Примечания:</b></p> <p>К сооружениям с жесткой конструктивной схемой относят сооружения, конструкции которых специально приспособлены к восприятию усилий от деформации оснований, в том числе за счет мероприятий, указанных в 5.9.</p> <p>Для зданий с гибкой конструктивной схемой значение коэффициента <math>\gamma_{c2}</math> принимают равным единице.</p> <p>При промежуточных значениях <math>L/H</math> коэффициент <math>\gamma_{c2}</math> определяют интерполяцией.</p> <p>Для рыхлых песков <math>\gamma_{c1}</math> и <math>\gamma_{c2}</math> принимают равными единице.</p>			

Таблица 4

Угол внутреннего трения $\varphi_{п}$ , град	Коэффициенты			Угол внутреннего трения $\varphi_{п}$ , град	Коэффициенты		
	$M_{\gamma}$	$M_q$	$M_c$		$M_{\gamma}$	$M_q$	$M_c$
0	0	1,00	3,14	23	0,66	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24
19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

### Тема: Выбор конструктивного решения системы утепления наружных стен при реконструкции

**Цель занятия:** Научиться выбирать конструктивное решение системы утепления наружных стен при реконструкции.

**Задание 1:**

Выбрать конструктивную схему наружной стены.

**Задание 2:**

Подобрать стеновые материалы и изделия.

**Задание 3:**

Рассчитать обеспечение необходимого сопротивления теплопередаче по глади наружной стены.

**Задание 4:**

Рассчитать обеспечение теплового комфорта в помещении.

### Выбор конструктивной схемы наружной стены

Все многообразие применяемых в массовом строительстве конструктивных решений многослойных стен сводится к трем основным типам (рисунок 1):

а) двухслойные конструкции с тонким облицовочным штукатурным слоем (системы по типу «мокрый фасад»);

б) трехслойные конструкции с облицовочным слоем из керамического кирпича;

в) системы навесного фасада («вентфасад»).

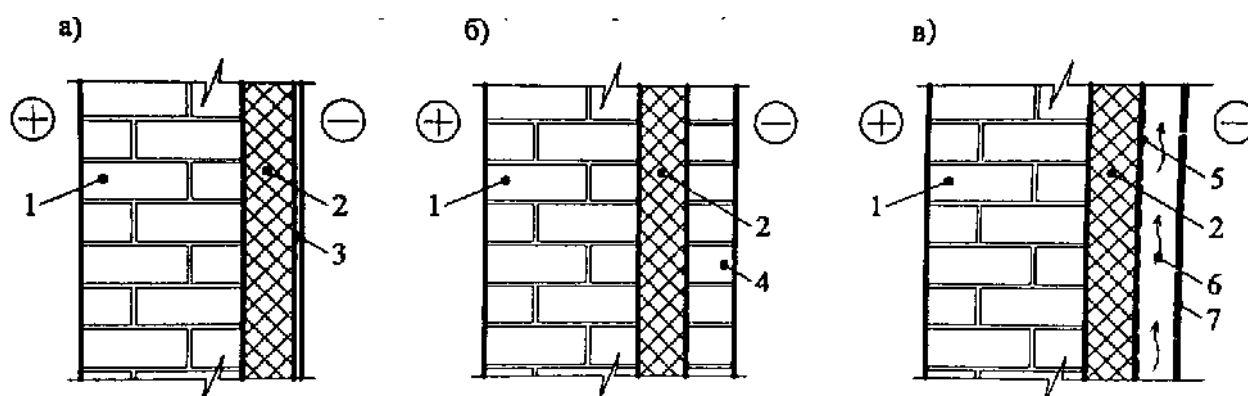


Рисунок 1 – Основные конструктивные типы наружных стен

1 – конструкционный слой; 2 – теплоизоляционный слой; 3 – наружная штукатурка; 4 – лицевой камень или кирпич; 5 – ветро-, влагозащитная мембрана; 6 – воздушная прослойка; 7 – листовой или плитный облицовочный материал.

## Подбор стеновых материалов и изделий

При выборе стеновых материалов следует отдавать предпочтение местным высокоэффективным материалам. Для выбора используют техническую и справочную документацию, в которой приведены геометрические размеры и физико-технические свойства стеновых материалов и изделий.

Для оценки теплозащитных качеств ограждающих конструкций используются следующие физико-технические показатели:

- плотность  $\rho_0$ , кг/м<sup>3</sup>,
- коэффициент теплопроводности материала  $\lambda_A$  или  $\lambda_B$ , Вт/(м·°С),
- коэффициент теплопроводности конструкции стены из этого материала  $\lambda$ , Вт/(м·°С) (теплопроводность стены из штучных материалов зависит от свойств кладочного раствора, («холодный» или «теплый» раствор, клей и т.д.),
- коэффициент паропроницаемости материала  $\mu$  мг/(м·ч·Па),
- размеры изделий, которые формируют толщину функционального слоя  $\delta_i$ , м.

### Обеспечение необходимого сопротивления теплопередаче по глади наружной стены

Базовым требованием теплозащиты ограждающих конструкций является условие:

$$R_{mo} \geq R_0^{mp}, \quad (1)$$

где,

$R_{mo}$  – сопротивление теплопередаче проектируемой конструкции (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.

$R_0^{mp}$  - требуемое сопротивление теплопередаче конструкции (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.

Расчет сопротивления теплопередаче конструкции ограждения выполняют по формуле:

$$R_{mo} = R_{mv} + R_{mk} + R_{mn} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (2)$$

где,

$\delta_n$  – толщина n-го слоя, м;

$\lambda_n$  – теплопроводность n-го слоя, Вт/(м·°С);

$\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяемый по таблице 4 СП 50.13330;

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяемый по таблице 6 СП 50.13330.

СП 50.13330 Таблица 4 - Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1 Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты ребер к расстоянию, между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2 Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3 Окон	8,0
4 Зенитных фонарей	9,9
Примечание - Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СП 106.13330.	

СП 50.13330 Таблица 6 - Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий $\alpha_{н}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1 Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2 Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3 Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4 Перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими, подпольями, не вентилируемых наружным воздухом	6

Соответственно, обеспечение неравенства (1) выполняется изменением толщины материальных слоев в ограждении ( $\delta_i$ ) или использованием материалов с различными коэффициентами теплопроводности ( $\lambda_i$ ).

Толщины конструктивных и облицовочных слоев в ограждении назначаются, как правило, конструктивно. Толщины слоев должны быть привязаны к модульной системе (укрупненной или дробной), к толщинам используемых изделий с учетом монтажных швов.

Толщина теплоизоляционного слоя может быть принята конструктивно с последующим определением  $R_{mo}$  или может определяться путем расчета по формуле (2), в которой  $R_{mo}$  заменено на  $R_0^{mp}$ .

### Обеспечение теплового комфорта в помещении

Оценка соответствия теплового комфорта в помещении нормативным требованиям идет путем сравнения расчетного перепада температур  $\Delta t_0$  с нормируемым  $\Delta t_n$ :

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n, \quad (3)$$

Расчетный перепад  $\Delta t_0$  определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_b - t_n)}{R_{mo} \cdot \alpha_b}, \quad (4)$$

где,

$n$  – коэффициент, зависящий от положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (для наружных стен  $n = 1.0$ );

$t_b$  и  $t_n$  – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, °С;

$R_{mo}$  – сопротивление теплопередаче ограждения по глади стены ( $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$ );

$\alpha_b$  – коэффициент теплообмена у внутренней поверхности ограждения,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ .

Чем меньше разность  $\Delta t_0 = (t_b - t_n)$ , тем выше тепловой комфорт в помещении.

Нормируемые значения  $\Delta t_n$  приведены в таблице 5 СП 50.13330:

$\Delta t_n = 4,0$  °С – для жилых зданий, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ и интернатов;

$\Delta t_n = 4,5$  °С – для общественных зданий, кроме указанных выше.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

**Тема:** Выполнение теплотехнического расчета наружных стен с применением фасадных утеплителей

**Цель занятия:** Научиться выполнять теплотехнический расчет наружных стен с применением фасадных утеплителей.

**Задание 1:**

Определить нормы тепловой защиты по условию энергосбережения.

**Задание 2:**

Определить нормы тепловой защиты по условию санитарии.

**Задание 3:**

Определить толщину утеплителя.

### Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более  $45^\circ$ ) следует принимать не менее нормируемых значений  $R_{\text{рег}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , определяемых по таблице 1 в зависимости от градусо-суток района строительства  $D_d$ ,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ .

*Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций*

Таблица 1

Здания и помещения, коэффициенты $\alpha$ и $\beta$	Градусо-сутки отопительного периода, $D_d$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, $R_{\text{рег}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , ограждающих конструкция				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5

общежития	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
$\alpha$	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
$\beta$	-					
2 Общие, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
$\alpha$	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
$\beta$	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
$\alpha$	-	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
$\beta$	-	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Градусо-сутки отопительного периода рассчитываются по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (1)$$

где,

$t_{int}$  – Оптимальная температура воздуха в жилой комнате в холодный период года;

$t_{ht}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$z_{ht}$  – продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой наружного воздуха  $8^{\circ}\text{C}$ .

Расчет нормативного значения приведенного сопротивления теплопередаче определяется по формуле:

$$R_{req} = a \times D_d + b, \quad (2)$$

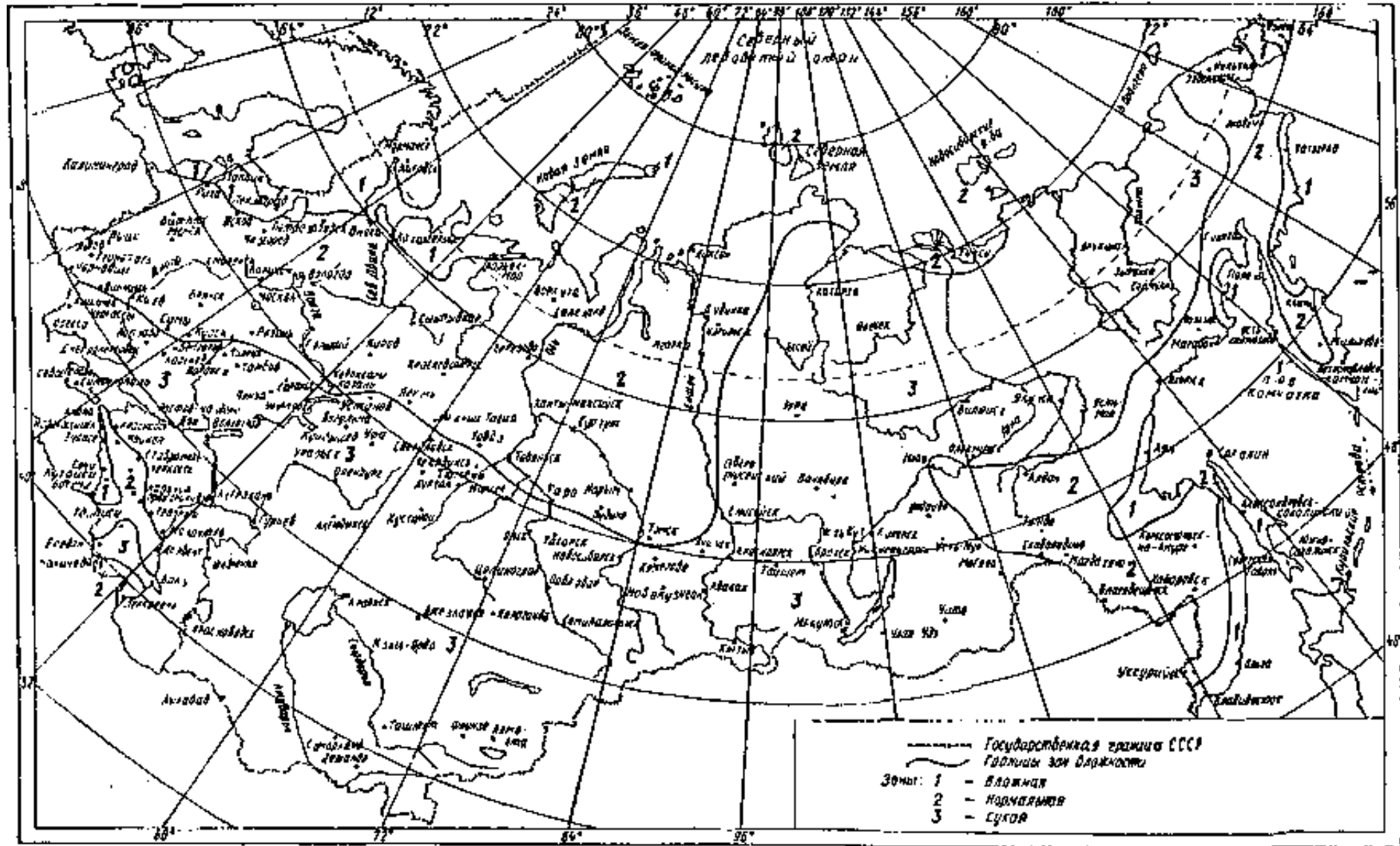
Кроме этих данных нам потребуются толщины слоев и их коэффициенты теплопроводности  $\lambda_i$ . Эти данные открыто публикуются производителями материалов, либо их усредненные показатели можно взять в таблице 2.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности

Таблица 3

Влажностный режим помещений (по зонам влажности)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

# ЗОНЫ ВЛАЖНОСТИ



## Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Таблица 2

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое отношение влаги в материале (при условиях эксплуатации по таблице 3) w, %		Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по таблице 3)				
	плотность $\gamma_{тв}$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_{03}$ , кДж/(кг·°С)	Коэффициент теплопроводности $\lambda_{03}$ , Вт/(м·°С)			Теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		Теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		Паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
<b>I. Бетоны и растворы</b>										
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>										
1. Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
2. Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
<i>Б. Бетоны на природных пористых заполнителях</i>										
3. Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,090
4. То же	1600	0,84	0,52	7	10	0,70	0,81	9,62	10,91	0,11
5. То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
6. То же	1200	0,84	0,29	7	10	0,41	0,47	6,38	7,20	0,12
7. Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,6:	0,68	8,54	9,30	0,075
8. То же	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,10	7,76	0,083
9. То же	1200	0,84	0,34	4	6	0,40	0,43	5,94	6,41	0,098
10. Пемзобетон	1000	0,84	0,26	4	6	0,30	0,34	4,69	5,20	0,11
11. То же	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,60	4,07	0,12
12. Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,70	9,20	10,14	0,075
13. То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
14. То же	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,38	7,20	0,090
15. То же	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,90	5,67	0,098

16. То же	800	0,84	0,20	7	10	0,23	0,29	3,90	4,61	0,11
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>										
7. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,50	12,33	0,090
18. То же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,090
19. То же	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
20. То же	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
21. То же	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
22. То же	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
23. То же	600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
24. То же	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,30
25. Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
26. То же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
27. То же	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,90	0,075
28. Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
29. То же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
30. Шунгзитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,60	0,098
31. То же	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,50	6,23	7,04	0,11
32. То же	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,60	0,14
33. Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,50	6,96	8,01	0,15
34. То же	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,50	6,38	0,19
35. То же	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
36. То же	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,30
37. Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
38. То же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,090
39. То же	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,90	0,098
40. То же	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
41. То же	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
42. Шлакопемзопено и шлакопемзогазобетон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,70	9,29	10,31	0,09
43. То же	1400	0,84	0,35	8	11	0,52	0,58	7,90	8,78	0,098
44. То же	1200	0,84	0,29	8	11	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
45. То же	1000	0,84	0,23	8	11	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
46. То же	800	0,84	0,17	8	11	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
47. Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8	0,70	0,81	9,82	11,18	0,083
48. То же	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
49. То же	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
50. То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11

51. Аглопоритобетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,70	5	8	0,85	0,93	10,82	11,90	0,075
52. То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
53. То же	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
54. То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
55. То же	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
56. Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
57. То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
58. То же	1000	0,84	0,24	5	8	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12
59. Вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	-
60. То же	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
61. То же	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
62. То же	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
<i>Г. Бетоны ячеистые</i>										
63. Газо- и пенобетон газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
64. То же	800	0,84	0,21	10	15	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
65. То же	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
66. То же	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
67. То же	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
68. Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
69. То же	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,59	6,86	8,01	0,098
70. То же	800	0,84	0,17	15	22	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
<i>Д. Цементные, известковые и гипсовые растворы</i>										
71. Цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,60	11,09	0,09
72. Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
73. Известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
74. Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,00	8,11	0,11
75. То же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
76. Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
77. То же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
78. Гипсо-пер-литовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
79. Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
80. То же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
81. Плиты из гипса	1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,70	0,098
82. То же	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
83. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
<b>II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем</b>										
<i>А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>										

84. Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11
85. Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,70	0,12
86. Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
87. Силикатного (ГОСТ 379-79) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11
88. Трепельного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
89. То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
90. Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
<i>Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>										
91. Керамического плотностью 1400 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
92. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
93. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
94. Силикатного одиннадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,64	2	4	0,70	0,81	8,59	9,63	0,13
95. Силикатного четырнадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
<i>В. Облицовка природным камнем</i>										
96. Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
97. Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
98. Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,70	0,06
99. То же	1800	0,88	0,70	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
100. То же	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
101. То же	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
102. Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
103. То же	1800	0,88	0,56	3	5	0,70	0,81	9,61	10,76	0,083
104. То же	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
105. То же	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,60	0,098
106. То же	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
107. То же	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,20	4,80	0,11

<b>III. Дерево, изделия из него и других природных органических материалов</b>										
108. Сосна и ель поперек волокон ( <a href="#">ГОСТ 8486-66**</a> , <a href="#">ГОСТ 9463-72*</a> )	500	2,30	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
109. Сосна и ель вдоль волокон	500	2,30	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
110. Дуб поперек волокон ( <a href="#">ГОСТ 9462-71*</a> , <a href="#">ГОСТ 2695-83</a> )	700	2,30	0,10	10	15	0,18	0,23	5,00	5,86	0,05
111. Дуб вдоль волокон	700	2,30	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,30
112. Фанера клееная ( <a href="#">ГОСТ 3916-69</a> )	600	2,30	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
113. Картон облицовочный	1000	2,30	0,18	5	10	0,21	0,23	6,20	6,75	0,06
114. Картон строительный многослойный ( <a href="#">ГОСТ 4408-75*</a> )	650	2,39	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
115. Плиты древесно-волоконистые и древесно-стружечные ( <a href="#">ГОСТ 4598-74*</a> , <a href="#">ГОСТ 10632-77*</a> )	1000	2,30	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
116. То же	800	2,30	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
117. То же	600	2,30	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
118. То же	400	2,30	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
119. То же	200	2,30	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
120. Плиты фибролитовые ( <a href="#">ГОСТ 8928-81</a> ) и арболит ( <a href="#">ГОСТ 19222-84</a> ) на портландцементе	800	2,30	0,16	10	15	0,24	0,30	6,17	7,16	0,11
121. То же	600	2,30	0,12	10	15	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
122. То же	400	2,30	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
123. То же	300	2,30	0,07	10	15	0,11	0,14	2,56	2,99	0,30
124. Плиты камышитовые	300	2,30	0,07	10	14	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
125. То же	200	2,30	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
126. Плиты торфяные теплоизоляционные ( <a href="#">ГОСТ 4861-74</a> )	300	2,30	0,064	10	15	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
127. То же	200	2,30	0,052	15	20	0,06	0,064	1,60	1,71	0,49
128. ПаклЯ	150	2,30	0,05	7	12	0,06	0,07	1,30	1,47	0,49
<b>IV. Теплоизоляционные материалы</b>										
<i>А. Минераловатные и стекловолоконистые</i>										
129. Маты минераловатные прошивные ( <a href="#">ГОСТ 21880-76</a> ) и на синтетическом связующем ( <a href="#">ГОСТ 9573-82</a> )	125	0,84	0,056	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
130. То же	75	0,84	0,052	2	5	0,06	0,064	0,55	0,61	0,49
131. То же	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,42	0,48	0,53
132. Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих ( <a href="#">ГОСТ 9573-82</a> , <a href="#">ГОСТ</a>	350	0,84	0,091	2	5	0,09	0,11	1,46	1,72	0,38

<a href="#">10140-80</a> , ГОСТ 12394-66)										
133. То же	300	0,84	0,084	2	5	0,087	0,09	1,32	1,44	0,41
134. То же	200	0,84	0,070	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
135. То же	100	0,84	0,056	2	5	0,06	0,07	0,64	0,73	0,56
136. То же	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,42	0,48	0,60
137. Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем (ТУ 21-РСФСР-3-72-76)	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
138. Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем (ТУ 400-1-61-74 Мосгорисполкома)	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
139. То же	125	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,70	0,78	0,38
140. Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499-78)	50	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,44	0,50	0,60
141. Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные (ТУ 21-23-72-75)	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,80	0,90	0,53
<i>Б. Полимерные</i>										
142. Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
143. То же	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,65	0,82	0,06
144. Пенополистирол ( <a href="#">ГОСТ 15588-70*</a> )	40	1,34	0,038	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
145. Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-1179-75) и ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-78)	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23
146. То же	100 и менее	1,26	0,041	2	10	0,05	0,052	0,68	0,80	0,23
147. Пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ 67-98-75, ТУ 67-87-75)	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,70	0,05
148. То же	60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
149. То же	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,40	0,42	0,05
150. Плиты из резольноформальдегидного пенопласта (ГОСТ <a href="#">20916-75</a> )	100	1,68	0,047	5	20	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15
151. То же	75	1,68	0,043	5	20	0,05	0,07	0,72	0,98	0,23
152. То же	50	1,68	0,041	5	20	0,05	0,064	0,59	0,77	0,23
153. То же	40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,06	0,48	0,66	0,23
154. Перлитопласт-бетон (ТУ 480-1-145-74)	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
155. То же	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008
156. Перлитофосфогелевые изделия (ГОСТ 21500-76)	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	1,43	2,02	0,20
157. То же	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	1,10	1,43	0,23
<i>В. Засыпки</i>										

158. Гравий керамзитовый (ГОСТ 9759-83)	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,60	0,21
159. То же	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,20	2,62	2,91	0,23
160. То же	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
161. То же	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
162. То же	200	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,30	0,26
163. Гравий шунгизитовый (ГОСТ 19345-83)	800	0,84	0,16	2	4	0,20	0,23	3,28	3,68	0,21
164. То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,20	2,54	2,97	0,22
165. То же	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,14	1,87	2,03	0,23
166. Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578-76), шлаковой пемзы (ГОСТ 9760-75) и аглопорита (ГОСТ 11991-83)	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
167. То же	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,70	2,98	0,23
168. То же	400	0,84	1,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
169. Щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832-83)	600	0,84	0,11	1	2	0,111	0,12	2,07	2,20	0,26
170. То же	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,09	1,50	1,56	0,30
171. То же	200	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
172. Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865-67)	200	0,84	0,076	1	3	0,09	0,11	1,08	1,24	0,23
173. То же	100	0,84	0,064	1	3	0,076	0,08	0,70	0,75	0,30
174. Песок для строительных работ (ГОСТ 8736-77*)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
<i>Г. Пеностекло или газостекло</i>										
175. Пеностекло или газо-стекло (ТУ 21-БССР-86-73)	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
176. То же	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
<b>V. Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов</b>										
<i>А. Асбестоцементные</i>										
178. Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124-75*)	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
179. То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,80	0,03
<i>Б. Битумные</i>										
180. Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617-76*, ГОСТ 9548-74*)	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,80	6,80	0,008
181. То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
182. То же	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
183. Асфальтобетон (ГОСТ 9128-84)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
184. Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136-80)	400	1,68	0,111	1	2	0,12	0,13	2,45	2,59	0,04

185. То же	300	1,68	0,067	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
186. Рубероид ( <a href="#">ГОСТ 10923-82</a> ), пергамин ( <a href="#">ГОСТ 2697-83</a> ), толь ( <a href="#">ГОСТ 10999-76*</a> )	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	См. <a href="#">прил. 11*</a>
<i>В. Линолеумы</i>										
187. Линолеум поливинилхлоридный многослойный ( <a href="#">ГОСТ 14632-79</a> )	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
188. То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
189. Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове ( <a href="#">ГОСТ 7251-77</a> )	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
190. То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
191. То же	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
<b>VI. Металлы и стекло</b>										
192. Сталь стержневая арматурная ( <a href="#">ГОСТ 10884-81</a> )	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
193. Чугун	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
194. Алюминий ( <a href="#">ГОСТ 22233-83</a> )	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
195. Медь ( <a href="#">ГОСТ 859-78*</a> )	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
196. Стекло оконное ( <a href="#">ГОСТ 111-78</a> )	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0
Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале w, %, равном нулю										

Сумма термических сопротивлений всех слоев стены без учета слоя утеплителя определяется по формуле:

$$\Sigma R_i = \Sigma(\lambda_i * b), \quad (3)$$

где,

$\lambda_i$  – коэффициенты теплопроводности;

$b$  – толщина слоя.

Требуемое сопротивление утеплителя рассчитываем по формуле:

$$R_{\text{ут}} = R_0^{\text{тп}} - (R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_i), \quad (4)$$

где,

$R_0^{\text{тп}}$  – требуемое сопротивление тепловой защите;

$R_{\text{int}}$  - сопротивление теплообмену на внутренней поверхности стен определяется по формуле:

$$R_{\text{int}} = 1/\alpha_{\text{int}}, \quad (5)$$

$R_{\text{ext}}$  – сопротивление теплообмену на наружной поверхности определяется по формуле:

$$R_{\text{ext}} = 1/\alpha_{\text{ext}}, \quad (6)$$

Определим общее термическое сопротивление стены теперь уже с учетом утеплителя по формуле:

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_i + (\chi / \lambda_1), \quad (7)$$

где,

$\chi$  – толщина выбранного утеплителя;

$\lambda_1$  – коэффициент теплопроводности выбранного утеплителя.

Если общее термическое сопротивление больше требуемого, значит расчет выполнен верно:

$$R_0 \geq R_0^{\text{тп}}$$

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5**

**Тема: Выполнение чертежей конструкций утеплённых фасадов**

**Цель занятия:** Научиться выполнять чертежи утепленных фасадов.

**Задание 1:**

На основе практического занятия №4 выполнить чертеж утепленного фасада.

**Задание 2:**

Чертеж выполнить в программе AutoCad.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

**Тема: Расчет усиления простенков кирпичных стен здания. Выполнение чертежа усиливаемого элемента**

**Цель занятия:** Научиться составлять уточненные конструктивные схемы сооружения или здания.

**Задание 1:**

Составить опорно-логический конспект.

**Задание 2:**

По заданию преподавателя рассчитать усиления простенков кирпичных стен здания.

**Задание 3:**

Выполнить чертеж усиливаемого элемента в программе AutoCad.

### **Теоретические сведения:**

Несущая способность существующих каменных конструкций (столбов, простенков, стен и др.) может оказаться недостаточной при реконструкции зданий, надстройках, а также при наличии дефектов в кладке. Одним из наиболее эффективных методов повышения несущей способности существующей каменной кладки является включение ее в обойму. В этом случае кладка работает в условиях всестороннего сжатия, что значительно увеличивает ее сопротивляемость воздействию продольной силы.

Применяются три основных вида обойм: стальные, железобетонные и армированные растворные.

Основными факторами, влияющими на эффективность обойм, являются: процент поперечного армирования обоймы (хомутами), марка бетона или штукатурного раствора и состояние кладки, а также схема передачи усилия на конструкцию.

С увеличением процента армирования хомутами прирост прочности кладки растет непропорционально, а по затухающей кривой.

Опытами установлено, что кирпичные столбы и простенки, имеющие трещины, а затем усиленные обоймами, полностью восстанавливают свою несущую способность.

Стальная обойма состоит из вертикальных уголков, устанавливаемых на растворе по углам усиливаемого элемента, и хомутов из полосовой стали или круглых стержней, приваренных к уголкам. Расстояние между хомутами должно быть не более меньшего размера сечения и не свыше 50 см (рисунок 1а). Стальная обойма должна быть защищена от коррозии слоем цементного раствора толщиной 25-30 мм. Для надежного сцепления раствора стальные уголки закрываются металлической сеткой.

Железобетонная обойма выполняется из бетона марок 150-200 с армированием вертикальными стержнями и сварными хомутами. Расстояние между хомутами должно быть не свыше 15 см. Толщина обоймы назначается по расчету и принимается от 6 до 10 см (рисунок 1б).

Обойма из раствора армируется аналогично железобетонной, но вместо бетона арматура покрывается слоем цементного раствора марки 50-100 (рисунок 1 в).

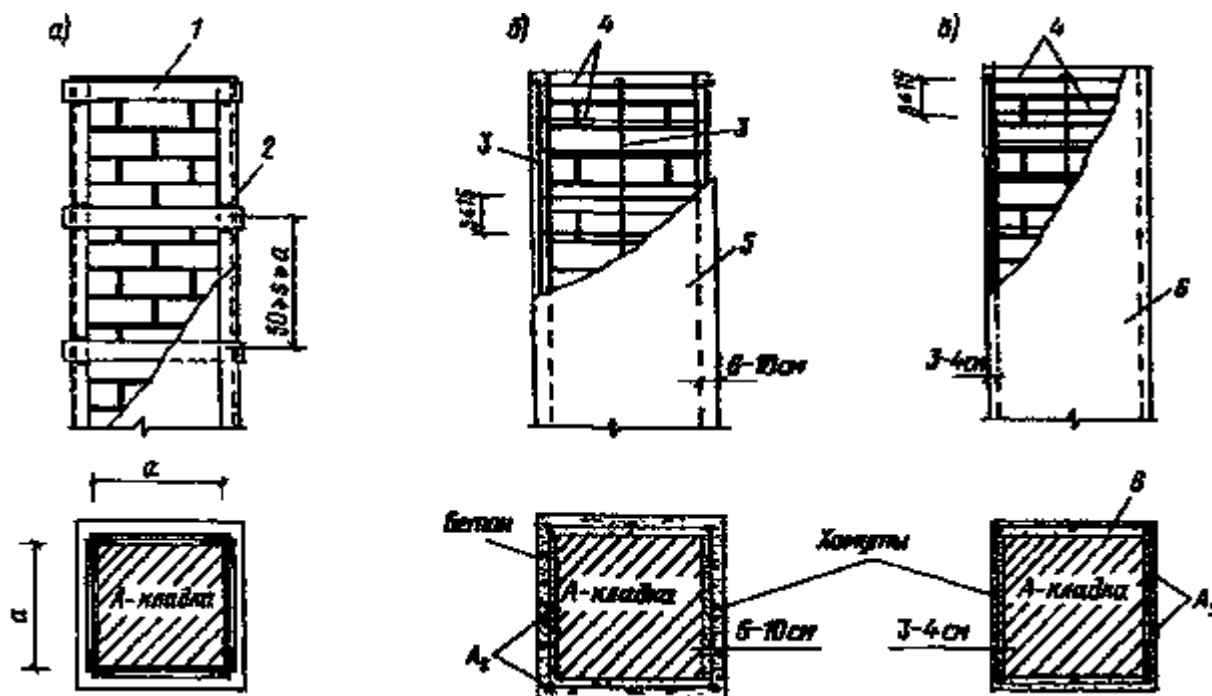


Рисунок 1. Схема усиления кирпичных столбов обоймами.

а - металлической; б - железобетонной; в - армированной штукатуркой; 1 – планка f1 сечением 35'5 - 60'12 мм; 2 - сварка; 3 - стержни диаметром 5-12 мм; 4 - хомуты диаметром 4-10мм; 5 - бетон класса В7,5 -В15; 6 - штукатурка (раствор марки 50-100)

Расчет конструкций из кирпичной кладки, усиленной обоймами, при центральном и внецентренном сжатии при эксцентриситетах, не выходящих за пределы ядра сечения, производится по формулам:

1. при стальной обойме:

$$N \leq \psi \phi \left[ (m_g m_k R + \eta * \frac{2.5 \mu}{1 + 2.5 \mu} * \frac{R_{sw}}{100}) A + R_{sc} + A'_s \right], \quad (1)$$

2. при железобетонной обойме:

$$N \leq \psi \phi \left[ (m_g m_k R + \eta * \frac{3 \mu}{1 + 3 \mu} * \frac{R_{sw}}{100}) A + m_b R_b R_{sc} A_b + R_{sc} A'_s \right], \quad (2)$$

3. при армированной растворной обойме:

$$N \leq \psi \varphi (m_g m_k R + \eta * \frac{2,8 \mu}{1 + 2 \mu} * \frac{R_{sw}}{100}) A, \quad (3)$$

4. коэффициенты  $\eta$  и  $h$  принимаются при центральном сжатии  $\eta = 1$  и  $h = 1$ ; при внецентренном сжатии (по аналогии с внецентренно сжатыми элементами с сетчатым армированием):

где,

$N$  - продольная сила;

$A$  - площадь сечения усиливаемой кладки;

$A'_s$  - площадь сечения продольных уголков стальной обоймы или продольной арматуры железобетонной обоймы;

$A_b$  - площадь сечения бетона обоймы, заключенная между хомутами и кладкой (без учета защитного слоя);

$R_{sw}$  - расчетное сопротивление поперечной арматуры обоймы;

$R_{sc}$  - расчетное сопротивление уголков или продольной сжатой арматуры;

$j$  - коэффициент продольного изгиба (при определении  $j$  значение  $a$  принимается как для неусиленной кладки);

$m_g$  - коэффициент, учитывающий влияние длительного воздействия нагрузки;

$m_k$  - коэффициент условий работы кладки, принимаемый равным 1 для кладки без повреждений и 0,7 - для кладки с трещинами;

$m_b$  - коэффициент условий работы бетона, принимаемый равным 1 - при передаче нагрузки на обойму и наличии опоры снизу обоймы, 0,7 - при передаче нагрузки на обойму и отсутствии опоры снизу обоймы и 0,35 - без непосредственной передачи нагрузки на обойму;

$m$  - процент армирования хомутами и поперечными планками, определяемый по формуле:

$$\mu = \frac{2A's(h+b)}{hbs} 100, \quad (4)$$

где,

$h$  и  $b$  - размеры сторон усиливаемого элемента;

$s$  - расстояние между осями поперечных связей при стальных обоймах ( $h \geq s \geq b$ , но не более 50 см) или между хомутами при железобетонных и штукатурных обоймах ( $s \geq 15$  см).

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

**Тема: Составление технического заключения о состоянии строительных конструкций**

**Цель занятия:** Научиться составлять техническое заключение о состоянии строительных конструкций.

**Задание 1:**

Рассчитать усиление оконного проема;

**Задание 2:**

Рассчитать усиление дверного проема;

**Задание 3:**

Выполнить чертеж усиленного оконного проема;

**Задание 4:**

Выполнить чертеж усиленного дверного проема.

Определение нагрузок:

Выполняем сбор нагрузок на 1 м<sub>2</sub> перекрытия в табличной форме:

Таблица 1

Наименование нагрузки и формула подсчета	Нормат. нагрузка кН/м	Коэф. надежн. $\gamma_f$	Расчет. нагрузка кН/м
2	3	4	5
Постоянная			
Итого постоянная			
Временная			
Всего			

Расчётная длина перемычки определяется по формуле:

$$l_0 = l * l_{оп}, \quad (1)$$

где,

$q_1$  – расчетная нагрузка по таблице 1.

Определяем внутренние усилия по формулам:

$$Q_1 = \frac{q_1 \times l_0}{2} \quad (2)$$

$$Q_{cp} = 0,5 \times Q_1 \quad (3)$$

$$M_1 = \frac{q_1 \times l_0^2}{8} \quad (4)$$

Расчетные характеристики материалов определяются по СП 63.13330.2017 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3)

$$R_b = R_b^{таб} \times \gamma_{b2} \quad (5)$$

$$R_{bt} = R_{bt}^{таб} \times \gamma_{b2} \quad (6)$$

где,

$R_b$  – расчётное сопротивление бетона на сжатие, кН/см<sup>2</sup>;

$R_b^{таб}$  – табличное значение расчётного сопротивления бетона на сжатие, кН/см

$\gamma_{b2}$  – коэффициент условий работы бетона;

$R_{bt}$  – расчётное сопротивление бетона на растяжение, кН/см<sup>2</sup>;

$R_{bt}^{таб}$  – табличное значение расчётного сопротивления бетона на растяжение, кН/см<sup>2</sup>;

Определяем рабочую высоту сечения –  $h_0$  при  $a=6$  см, так как редполагается одиночное двухрядное армирование

$$h_0 = h - a \quad (7)$$

где,

$a$  – толщина защитного слоя, см

$h$  – высота сечения, см.

Расчет продольной арматуры ведем из условия обеспечения прочности прямоугольного сечения, нормального к продольной оси элемента.

Для определения площади рабочей арматуры определяем табличный коэффициент:

$$A_0 = \frac{M_1}{R_b \times b \times h_0^2} \leq A_{0R} \quad (8)$$

где,

$A_0$  – коэффициент для расчёта изгибаемых элементов на прочность;

$M_1$  – изгибающий момент от расчетной нагрузки, кНсм;

$R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию, кН/см<sup>2</sup>;

$b$  – ширина сечения, см;  
 $h_0$  – рабочая высота сечения, см  
 $A_{0R}$  – граничное значение расчётного коэффициента изгибаемого железобетонного элемента

$$A_{0R} = \xi_R \times (1 - 0,5 \xi_R), \quad (9)$$

где,

$\xi_R$  – граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона;

Значение  $\xi_R$  для тяжелого бетона классов до В60 определяют по формуле (8.1) СП 63.13330.2012

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0,8 \varepsilon_{s,el}}{1 + \varepsilon_{b2}}, \quad (10)$$

где,

$\varepsilon_{s,el}$  – относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных  $R_s$  по формуле (8.2) СП 63.13330.201

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}; \quad (11)$$

$\varepsilon_{b2}$  – относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных  $R_b$ , принимаемая в соответствии с указаниями 6.1.20 при непродолжительном действии нагрузки.

Далее определяем площадь сечения продольной рабочей арматуры по формуле:

$$A_s^{TP} = \frac{M_1}{\eta \times h_0 \times R_s} \quad (12)$$

где,

$R_s$  – расчетное сопротивление растяжению рабочей арматуры;

$A_s^{TP}$  – требуемая площадь рабочей арматуры, см<sup>2</sup>

$$M \geq M_1$$

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

**Тема: Расчет усиления пустотных плит. Выполнение чертежа усиливаемого элемента**

**Цель занятия:** Научиться рассчитывать усиление пустотных плит и выполнять чертежи усиливаемого элемента.

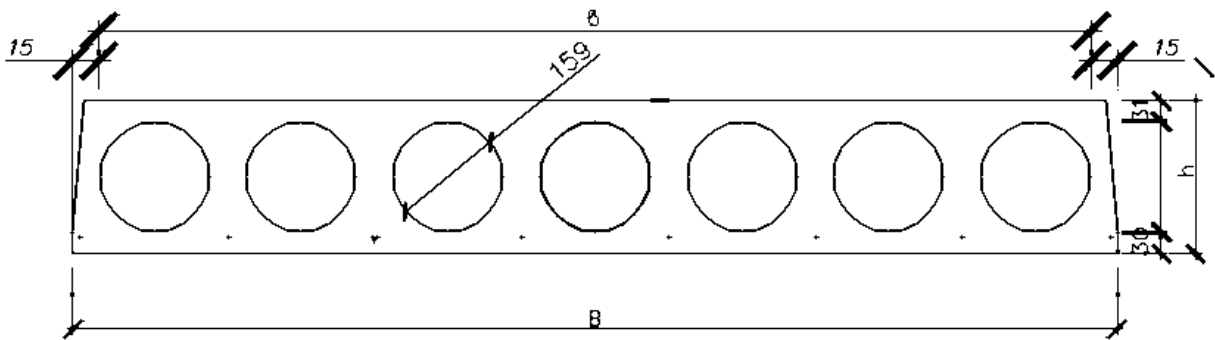
**Задание 1:**

Рассчитать усиление пустотной плиты;

**Задание 2:**

Выполнить чертеж усиливаемого элемента.

Требуется усилить железобетонную плиту с круглыми пустотами (рисунок 1) в связи с увеличением полезной нагрузки на перекрытие.



Выполняем сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия в табличной форме:

Таблица 1

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $f_\gamma$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Постоянная			
Итого			
Временная: в том числе длительно действующая			
Всего: в том числе постоянная и			

длительно действующая			
--------------------------	--	--	--

Определяем расчетную нагрузку на 1 м длины плиты. Полная расчетная нагрузка на 1 м длины при ширине плиты В определяется по формуле:

$$q = q_1 * B, \quad (1)$$

где,

$q_1$  – расчетная нагрузка по таблице 1.

Находим расчетный максимальный изгибающий момент от полной нагрузки по формуле:

$$l_0 = l - \frac{b_{\text{риг}}}{2}, \quad (2)$$

где,

$l$  – номинальный пролет плиты;

$b_{\text{риг}}$  – ширина сечения ригеля.

Рассчитываем изгибающий момент по формуле:

$$M_1 = \frac{q * l_0^2}{8}, \quad (3)$$

Определяем несущую способность нормального сечения плиты. Рабочая высота сечения плиты определяется по формуле:

$$h_0 = h - a, \quad (4)$$

где,

$$a = a_{3,\text{min}} + \frac{b_s}{2}, \quad (5)$$

Находим положение нейтральной оси из условия:

$$R_s * A_s \leq R_b * \gamma_{bl} * b'_f * h'_f, \quad (6)$$

где,

$\gamma_{bl}$  – коэффициент, учитывающий влияние длительности действия статической нагрузки ( $\gamma_{bl} = 0,9$  при продолжительном действии нагрузки).

Определяем высоту сжатой зоны сечения по формуле:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot \gamma_{bl} \cdot b' \cdot f} \quad (7)$$

Относительная высота сжатой зоны сечения определяется по формуле:

$$\xi = \frac{x}{h_0} < \xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s}{700}} \quad (8)$$

Несущая способность нормального сечения определяется по формуле:

$$M = \alpha_m \cdot R_b \cdot \gamma_{bl} \cdot b' \cdot h_0^2 \quad (9)$$

где,

$\alpha_m$  – согласно таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты для расчета изгибаемых элементов								
$\xi$	$\zeta$	$\alpha_m$	$\xi$	$\zeta$	$\alpha_m$	$\xi$	$\zeta$	$\alpha_m$
0,01	0,995	0,01	0,25	0,875	0,219	0,49	0,755	0,370
0,02	0,990	0,02	0,26	0,870	0,226	0,50	0,750	0,375
0,03	0,985	0,03	0,27	0,865	0,234	0,51	0,745	0,380
0,04	0,980	0,039	0,28	0,860	0,241	0,52	0,740	0,385
0,05	0,975	0,049	0,29	0,855	0,248	0,53	0,735	0,390
0,06	0,970	0,058	0,30	0,850	0,255	0,54	0,730	0,394
0,07	0,965	0,068	0,31	0,845	0,262	0,55	0,725	0,399
0,08	0,960	0,077	0,32	0,840	0,269	0,56	0,720	0,403
0,09	0,955	0,086	0,33	0,835	0,276	0,57	0,715	0,408
0,10	0,950	0,095	0,34	0,830	0,282	0,58	0,710	0,412
0,11	0,945	0,104	0,35	0,825	0,289	0,59	0,705	0,416
0,12	0,940	0,113	0,36	0,820	0,295	0,6	0,700	0,420
0,13	0,935	0,122	0,37	0,815	0,302	0,61	0,695	0,424
0,14	0,930	0,130	0,38	0,810	0,308	0,62	0,690	0,428
0,15	0,925	0,139	0,39	0,805	0,314	0,63	0,685	0,432
0,16	0,920	0,147	0,40	0,800	0,320	0,64	0,680	0,435
0,17	0,915	0,156	0,41	0,795	0,326	0,65	0,675	0,439
0,18	0,910	0,164	0,42	0,790	0,332	0,66	0,670	0,442
0,19	0,905	0,172	0,43	0,785	0,338	0,67	0,665	0,446
0,20	0,900	0,180	0,44	0,780	0,343	0,68	0,660	0,449
0,21	0,895	0,188	0,45	0,775	0,349	0,69	0,655	0,452
0,22	0,890	0,196	0,46	0,770	0,354	0,7	0,650	0,455
0,23	0,885	0,203	0,47	0,765	0,359			
0,24	0,880	0,211	0,48	0,760	0,365			

Проверяем условие:  $M \geq M_1$

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

### Тема: Разработка рекомендаций по уменьшению риска

**Цель занятия:** Научиться разрабатывать рекомендаций по уменьшению риска.

#### Задание 1:

Составить опорно-логический конспект.

#### Задание 2:

Разработать рекомендаций по уменьшению риска.

### Теоретический материал:

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска.

Меры по уменьшению риска могут носить технический и (или) организационный характер. При выборе мер решающее значение имеет общая оценка действенности и надежности мер, оказывающих влияние на риск, а также размер затрат на их реализацию.

На стадии эксплуатации опасного производственного объекта организационные меры могут компенсировать ограниченные возможности для принятия крупных технических мер по уменьшению риска.

При разработке мер по уменьшению риска необходимо учитывать, что вследствие возможной ограниченности ресурсов в первую очередь должны разрабатываться простейшие и связанные с наименьшими затратами рекомендации, а также меры на перспективу.

В большинстве случаев первоочередными мерами обеспечения безопасности, как правило, являются меры предупреждения аварии. Выбор планируемых для внедрения мер безопасности имеет следующие приоритеты:

- меры по уменьшению вероятности возникновения аварийной ситуации, включающие:
  - меры по уменьшению вероятности возникновения инцидента,
  - меры по уменьшению вероятности перерастания инцидента в аварийную ситуацию,
  - меры по уменьшению тяжести последствий аварии, которые, в свою очередь, имеют следующие приоритеты:
    - меры, предусматриваемые при проектировании опасного объекта (например, выбор несущих конструкций, запорной арматуры),
    - меры, относящиеся к системам противаварийной защиты и контроля (например, применение газоанализаторов),
    - меры, касающиеся готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации последствий аварий.

При необходимости обоснования и оценки эффективности предлагаемых мер по уменьшению риска рекомендуется придерживаться двух альтернативных целей их оптимизации:

- при заданных средствах обеспечить максимальное снижение риска эксплуатации опасного производственного объекта;
- при минимальных затратах обеспечить снижение риска до приемлемого уровня.

Для определения приоритетности выполнения мер по уменьшению риска в условиях заданных средств или ограниченности ресурсов следует:

- определить совокупность мер, которые могут быть реализованы при заданных объемах финансирования;
- ранжировать эти меры по показателю «эффективность-затраты»;
- обосновать и оценить эффективность предлагаемых мер.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

### Нормативно-законодательные акты

1. Положение по техническому обследованию жилых зданий [Текст]: ВСН 57-88(р) <https://meganorm.ru/Index2/1/4294854/4294854823.htm>
2. Правила безопасности при проведении обследований жилых зданий для проектирования капитального ремонта [Текст]: ВСН 48- 86(р) <https://meganorm.ru/Index2/1/4294854/4294854826.;>
3. Правила оценки физического износа жилых зданий [Текст]: ВСН 53-86 (р) [https://meganorm.ru/Data1/1/1874/index.htm;](https://meganorm.ru/Data1/1/1874/index.htm)
4. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения [Текст]: ВСН 58-88 (р) <https://meganorm.ru/Index2/1/4294854/4294854822.htm>

### Основная литература:

1. Калинин В.М. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений: учебник. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019

### Дополнительная литература:

1. Федоров В.В. Реконструкция зданий и сооружений и городских застроек: учебное пособие. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019
2. Учебное пособие по МДК 04.02 «Реконструкция зданий» профессионального модуля ПМ 04 «Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов» – Ставрополь: ГБПОУ ССТ, 2019 – 132 с.

### Интернет-ресурсы:

1. Обследование и испытание сооружений [Электронный документ] // <http://www.instrumentalist.ru>