

Санкт Петербургское государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Академия управления городской средой, градостроительства и печати»



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УМР

О.В. Фомичева

2022 г.

Методические рекомендации по проведению
практических работ
«ОП.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ»

для специальности

08.02.15 Информационное моделирование в строительстве

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург

2023г.

Разработчики: Ипатова С.В., Оболенская Е.Г. методисты СПб ГБПОУ «АУГСГиП »

Одобрены на заседании цикловой комиссии

Проектирования зданий

Протокол №...4.....

« 24 » 11 20 23.

Председатель цикловой комиссии

 Л.Г. Шинкович

Пояснительная записка

Методические указания к практическим работам учебной дисциплины «ОП.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ» для обучающихся по программе подготовки специалистов среднего звена специальности 08.02.15 Информационное моделирование в строительстве предназначено для закрепления и углубления знаний по изучаемой дисциплине, а также формирование навыков работы в коллективе, работы со справочными материалами, навыков выполнения расчетных заданий.

№ п/п	Тема	Название лабораторной работы	Кол-во часов
1	Тема 1.1 Инженерно-геологические исследования строительных площадок	Практические занятия Определение диагностических признаков минералов Определение магматических, осадочных, метаморфических горных пород по образцам Построение геоморфологического и геологического разрезов Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки	10
2	Тема 1.2 Строительные материалы и изделия	Лабораторные занятия Определение гранулометрического состава песка Определение водопотребности и сроков схватывания цементного теста Приготовление бетонной смеси и проверка свойств бетонной смеси Испытания арматуры для железобетонных конструкций Определение предела прочности бетона на сжатие Испытание и контроль качества бетона неразрушающим способом	10
		Практические занятия Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками кровельных гидроизоляционных материалов Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками теплоизоляционных материалов Ознакомление со строительными смесями и листовыми материалами на основе гипсовых вяжущих Ознакомление со структурой и пороками древесины	10
3	Тема 1.3 Архитектура зданий	Практические занятия Вычерчивание конструктивной системы гражданского здания. Определение глубины заложения фундамента. Определение количества и характера работы перемычек. Вычерчивание перемычек над оконным или дверным проемом. Выполнение теплотехнического расчёта ограждающих конструкций. Вычерчивание схемы расположения плит перекрытия Конструирование и расчёт лестницы, лестничной клетки.	10
4	Тема 2.1 Основы проектирования строительных	Практические занятия Сбор нагрузок на конструкции зданий: плит покрытия и перекрытия, фундамент. Расчёт и конструирование центрально – сжатой	26

	конструкций	<p>железобетонной колонны. Конструирование узлов соединения.</p> <p>Расчёт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия</p> <p>Расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения.</p> <p>Расчёт и конструирование центрально – сжатой стальной колонны. Конструирование узлов соединения.</p> <p>Расчёт сварных швов, болтовых соединений стальных конструкций.</p> <p>Расчёт и конструирование элементов стальной стропильной фермы. Конструирование узлов.</p> <p>Расчёт осадки оснований.</p> <p>Расчет и конструирование столбчатого фундамента.</p> <p>Расчет и конструирование свайных фундаментов.</p> <p>Расчёт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки.</p> <p>Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций.</p>	
			66

В рамках программы дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

формируемые ПК, ОК, ЛР	Умения	Знания
<p>ОК 01 ОК 02 ОК 09 ПК 2.1- 2.4. ЛР 4-6, ЛР10-11 ЛР13-17</p>	<ul style="list-style-type: none"> - читать проектно-технологическую документацию; - определять глубину заложения фундамента; -выполнять теплотехнический расчет ограждающих конструкций; -подбирать строительные конструкции для разработки архитектурно-строительных чертежей; - выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции; - строить расчетную схему конструкции по конструктивной схеме; - выполнять статический расчет; - проверять несущую способность конструкций; - подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок; - выполнять расчеты соединений элементов конструкции. 	<ul style="list-style-type: none"> -виды и свойства основных строительных материалов, изделий и конструкций, в том числе применяемых при электрозащите, тепло- и звукоизоляции, огнезащите, при создании решений для влажных и мокрых помещений, антивандальной защиты; -конструктивные системы зданий, основные узлы сопряжений конструкций зданий; -принципы проектирования схемы планировочной организации земельного участка; -международные стандарты по проектированию строительных конструкций, в том числе информационное моделирование зданий (BIM-технологии); - способы и методы планирования строительных работ (календарные планы, графики производства работ); -виды и характеристики строительных машин, энергетических установок, транспортных средств и другой техники; -требования нормативных правовых актов и нормативных технических документов к составу, содержанию и оформлению проектной документации; - особенности выполнения строительных чертежей; -графические обозначения материалов и

		<p>элементов конструкций; -требования нормативно-технической документации на оформление строительных чертежей; -требования к элементам конструкций здания, помещения и общего имущества многоквартирных жилых домов, обусловленных необходимостью их доступности и соответствия особым потребностям инвалидов.</p>
--	--	--

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 2.1 Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием технологии информационного моделирования

ПК 2.2 Проектировать строительные конструкции с использованием технологии информационного моделирования

ПК 2.3 Проектировать инженерные сети и оборудование с использованием технологии информационного моделирования

ПК 2.4 Разрабатывать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования

Тема 1.1 Инженерно-геологические исследования строительных площадок

Практическая работа

Определение диагностических признаков минералов

Цель: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, изучить основные физические свойства и классы породообразующих минералов.

Необходимые материалы и оборудование: справочный материал, образцы минералов, листы формата А4, письменные принадлежности, разрешается использование программного обеспечения Microsoft Word.

Ход работы:

1. Практическое задание выполняется на листах формата А4 в указанные преподавателем сроки.
2. При выполнении практического задания необходимо выполнить следующее:
 - Изучить диагностические признаки минералов и классы минералов;
 - На основании краткого описания установить физические свойства и особенности минерала и составить журнал описания породообразующих минералов и дополнить его сведениями о специфических свойствах минерала.

Пояснения к работе:

1. Составить характеристики минералов, принятых из таблицы 1.1 по варианту, соответствующему последней цифре номера студента в журнале группы.

Таблица 1.1

Исходные данные

Номер варианта	Минерал	Номер варианта	Минерал
1	Кварц, графит, пирит, опал, гипс	14	Каолинит, флюорит, хлорит, ангидрит, киноварь
2	Сера, галенит, корунд, лимонит, кальцит	15	Альбит, медь, глауконит, мирабилит, тальк
3	Апатит, магнетит, гематит, лабрадор, доломит	16	Микроклин, кварц, лимонит, ортоклаз, барит
4	Магнезит, ортоклаз, малахит, биотит, оливин	17	Сильвин, вольфрамит, графит, корунд, халцедон
5	Роговая обманка, топаз, авгит, сидерит, галит	18	Сфалерит, анортит, кальцит, галенит, мусковит
6	Тальк, халцедон, боксит, сильвин, серпентин	19	Хлорит, лабрадор, ортоклаз, опал, оливин
7	Мусковит, сфалерит, анортит, вольфрамит, барит	20	Доломит, глауконит, хлорит, биотит, сера
8	Монтмориллонит, киноварь, лимонит, мусковит, медь	21	Малахит, альбит, галенит, апатит, сидерит

9	Флюорит, пирит, топаз, доломит, биотит	22	Хлорит, гематит, аурипигмент, микроклин, хлорит
10	Боксит, опал, корунд, альбит, лимонит	23	Авгит, роговая обманка, кварц, серпентин, марказит
11	Халцедон, лимонит, магнезит, кварц, хлорит	24	Сидерит, ангидрит, топаз, каолинит, лабрадор
12	Мирабилит, галит, хлорит, малахит, ортоклаз	25	Кальцит, сильвин, халцедон, опал, мусковит, биотит
13	Киноварь, анортит, апатит, магнетит, медь	26	Гипс, ортоклаз, сера, корунд, боксит

2. Для того чтобы распознать минерал в полевых условиях, не прибегая к специальным методам минералогического исследования и оборудованию, необходимо знать и уметь определять минералы по их основным физическим свойствам, которые называют диагностическими признаками.

Все диагностические свойства минералов можно разделить на три группы: оптические, механические и дополнительные. Свойства двух первых групп определяются для всех минералов. К группе дополнительных отнесены свойства, используемые для диагностики только каких-то определенных минералов.

Оптические свойства минералов

Цвет. Многие минералы имеют постоянный цвет. Например, синий цвет – у азурита и лазурита, зеленый – у изумруда и малахита, красный – у киновари, желтый – у аурипигмента и самородной серы.

У ряда минералов цвета могут быть разные. Например, флюорит бывает всех цветов радуги; кварц может быть бесцветным, белым, серым, жёлтым, розовым, фиолетовым, чёрным; топаз – бесцветным, жёлтым, голубым, фиолетовым, зелёным, розовым.

Цвет минерала может зависеть от содержания различных примесей, окрашенных в тот или иной цвет хромофорами.

Большую роль в изменении цвета играет наличие трещин и механических примесей в минерале, вызывающих интерференцию и дифракцию световых волн.

Следует также заметить, что восприятие цвета зависит от освещения, характера поверхности минерала, физиологических особенностей глаза и т. д.

Однако, несмотря на непостоянство окраски, цвет все же является одним из важных и характерных признаков минералов.

Цвет порошка минерала (цвет черты). Для определения цвета минерала в порошке (цвета черты), им чертят по шероховатой поверхности фарфоровой пластинки (бисквита), очищенной от эмали. Чаще всего цвет черты совпадает с цветом самого минерала, но может и отличаться. Однако, если твердость минерала превышает твердость бисквита, получить черту подобным образом невозможно.

Прозрачность – способность минерала пропускать свет. По степени прозрачности минералы могут быть: *прозрачные* – пропускают свет по всему объему; *полупрозрачные* – через них видны лишь очертания предметов; *просвечивающие* – пропускающие свет лишь по краям; *непрозрачные*.

Блеск – способность минерала отражать свет. Блеск минералов может быть: *металлическим* (напоминает блеск поверхности металла) и *нематаллическим*. Минералы, которые не имеют блеска, называют *матовыми*.

Разновидности нематаллического блеска:

- *алмазный* – искрящийся, выражается в «переливающейся игре цветов»;
- *стеклянный* – напоминает блеск стекла;
- *жирный (смолистый)* – поверхность минерала как будто покрыта пленкой жира или смазана маслом;
- *перламутровый* – напоминает блеск поверхности перламутровой раковины;
- *шелковистый* – наблюдается у минералов, имеющих игольчатое строение, и напоминает блеск шелковой ткани.

Механические свойства

Спайность – способность минерала раскалываться по определенным направлениям с образованием гладких поверхностей (поверхностей спайности).

По легкости раскалывания и характеру образуемых поверхностей выделяют следующие виды спайности:

- *весьма совершенная* – минерал без особых усилий раскалывается или расщепляется руками на тонкие пластины. Плоскости спайности гладкие и ровные (часто зеркально-ровные);
- *совершенная* – минерал легко раскалывается слабым ударом молотка с образованием ровных блестящих плоскостей;
- *средняя* – минерал раскалывается при ударе на осколки, ограниченные примерно в одинаковой степени по всем направлениям;
- *несовершенная* – раскалывание минерала приводит к образованию обломков, большая часть которых ограничена неровными поверхностями излома;
- *весьма несовершенная* (отсутствие спайности) – минерал раскалывается по случайным направлениям и всегда дает неровные поверхности излома.

Излом – вид поверхности, образующийся при раскалывании минерала. Имеет важное значение при диагностике минералов, спайность которых выражена слабо или не выражена совсем (несовершенная и весьма несовершенная).

Различают излом:

- *ровный* – поверхности спайности при расколе имеет ровную блестящую поверхность (полевошпат);
- *неровный* – излом характеризуется отсутствием ровных блестящих участков раскола по спайности.

В зависимости от строения минерала неровный излом может быть:

- *зернистый* – поверхность излома образует выпуклые и вогнутые участки вещества минерала (оливин, апатит, сидерит, гипс);
- *шероховатый* – имеет ровную, но не гладкую поверхность наждачной бумаги (магнетит, корунд, халькопирит);
- *раковистый* – внешне напоминает выпуклую или вогнутую части раковин (кварц, халцедон, опал, лимонит, карналлит);
- *занозистый* – хорошо проявляется в поперечном изломе минералов волокнистого, иглочатого строения (асбест, роговая обманка, ангидрит, волокнистые разновидности гипса);
- *листоватый* – встречается у минералов листоватого строения (слюды, графит, тальк).

Твердость – способность минерала сопротивляться внешним механическим воздействиям. В полевых условиях относительная твердость определяется царапанием одного минерала другим. Для оценки твердости принята шкала австралийского минералога Ф. Мооса (1772- 1839), представленная 10 эталонными минералами с известной постоянной твердостью. Эти минералы располагаются в порядке возрастания твердости (см. табл. 1.2).

Таблица 1.2

Твердость минералов

Эталонный минерал	Твердость по шкале Мооса	Число истинной твердости, МПа
Тальк	1	24
Гипс	2	360
Кальцит	3	1090
Флюорит	4	1890
Апатит	5	5360
Ортоклаз	6	7967
Кварц	7	11200
Топаз	8	14270
Корунд	9	20600
Алмаз	10	100600

Для определения относительной твердости минерала по его свежей (невыветренной) поверхности с нажимом проводят острым углом минерала-эталона. Если эталон оставляет царапину, значит, значит твердость изучаемого минерала меньше твердости эталона, если

не оставляет – твердость минерала больше. В зависимости от этого выбирают следующий эталон выше или ниже по шкале до тех пор, пока твердость минерала и эталона не совпадут или окажутся близкими, т.е. оба минерала не царапаются друг другом или оставляют слабый след. Если исследуемый минерал по твердости оказался между двумя эталонами, его твердость определяется как промежуточная, например 3,5.

В полевых условиях для оценки относительной твердости в качестве эталонов используют обычно грифель простого карандаша (твердость 1), ноготь (2-2,5), медную проволоку или монету (3-3,5), железный гвоздь (4), стальную иголку, булавку, нож (5-5,5), стекло (5,5-6), напильник (7).

Дополнительные свойства минералов

Ковкость и хрупкость. Ковкие минералы при ударе молотком сплющиваются, хрупкие – рассыпаются на мелкие куски. При царапании ножом хрупких минералов образуется порошок, при царапании ковких порошка не образуется, на поверхности минералов остается блестящий след. Примером хрупких минералов может служить сера, апатит. Ковкие минералы редки. К ним относятся самородные элементы: медь, золото.

Упругость – это свойство вещества изменять свою форму под влиянием приложенных сил и вновь восстанавливать ее после прекращения действия деформирующих сил. Этим свойством обладают, например, слюды. Листочки слюды гибки и упруги. Похожие на слюду листочки хлорита или талька тоже гнутся, но, не обладая упругостью, не восстанавливают своего прежнего положения.

Магнитность. Некоторые минералы обладают магнитностью, т. е. действуют на магнитную стрелку или сами притягиваются магнитом. Так как число минералов, обладающих магнитными свойствами, невелико, то этот признак имеет важное диагностическое значение. Испытание на магнитность производится при помощи свободно вращающейся магнитной стрелки, к концам которой подносится испытуемый образец. Примером минерала, обладающего ярко выраженной магнитностью, является магнетит.

Реакция с соляной кислотой. Многие минералы из класса карбонатов легко опознаются по взаимодействию с соляной кислотой. Так, кальцит бурно вскипает при действии на него холодной разбавленной (10%) соляной кислотой. Доломит вскипает с такой кислотой только в порошке. А порошок магнезита вскипает только при действии нагретой соляной кислоты. Во всех этих случаях соляная кислота вытесняет угольную. Последняя быстро разлагается на воду и углекислый газ. Выделение свободного углекислого газа и создает эффект вскипания.

Гигроскопичность – способность некоторых минералов поглощать влагу из воздуха. Легкорастворимые минералы при этом иногда расплываются (карналлит), нерастворимые липнут к языку и влажным губам (каолинит).

Горючесть и плавкость. Самородная сера, некоторые сернистые минералы и органические соединения (янтарь, озокерит, асфальт) легко плавятся или загораются от спички. Для таких минералов горючесть и плавкость наряду с другими физическими свойствами являются важными диагностическими признаками.

Запах. При горении, при ударе и выбивании искр, при растирании в порошок, при трении некоторые минералы издают характерные запахи. Ароматический запах издает горящий янтарь. Запах сернистого газа ощущается при горении серы и при резком ударе по пириту или марказиту. При трении одного куска фосфорита о другой появляется запах, напоминающий запах сгоревшей головки спички или жженой кости. При смачивании водой каолинит приобретает запах “печки”.

Вкус. Некоторые хорошо растворимые в воде минералы – галоидные соединения, сульфаты и карбонаты – вызывают вкусовые ощущения. По вкусу минералы бывают: соленые (галит), горько-соленые (сильвин, мирабилит). Испытывая на вкус, мы, до некоторой степени, определяем, растворяется ли минерал в воде. Испытание надо проводить осторожно, с небольшим количеством чистого вещества, так как есть ядовитые минералы (арсенолит – As_2O_3).

3. Минералы классифицируют по разным признакам, например, их можно разделить на породообразующие и рудные минералы, также можно разделить по условиям образования (генезису). Но некоторые минералы могут образовываться и при эндогенных, и при экзогенных процессах (кварц, кальцит, сера и др.).

Наиболее широко используется классификация по химическому составу и кристаллической структуре (кристаллохимическая классификация). Вещества одного химического типа часто имеют близкую структуру, поэтому минералы сначала делятся на классы по химическому составу, а затем на подклассы по структурным признакам.

Кристаллохимическая классификация минералов подразделяет все их на классы и выглядит следующим образом:

I класс. Самородные элементы. К этому типу принадлежат минералы, состоящие из одного химического элемента. Доля самородных элементов в земной коре не превышает 0,1 %. Это минералы встречаются в природе в виде отдельных химических элементов либо в виде их смесей (сплавов). Всего самородных элементов в земной коре насчитывается около 50. Принято делить этот класс на 3 подкласса: металлы (золото, серебро, платина и металлы ее группы, медь), полуметаллы (висмут, мышьяк, сурьма) и неметаллы (сера и графит). Самородные элементы пользуются ограниченным распространением: самостоятельные крупные месторождения образуют алмаз, графит, сера, значительно реже - благородные самородные металлы и сплавы (Au, Ag, Cu и т.п.). Имеются самородные элементы

космического происхождения (железо метеоритов). Многие из этих минералов концентрируются в россыпях (золото, платина, алмаз). По происхождению самородные элементы связаны, в основном, с эндогенными процессами – магматическим, метаморфическим. Наиболее распространены в самородном виде благородные металлы – платина, золото, серебро.

II класс. Сульфиды. К этому классу относятся минералы, представляющие собой соединения металлов и полуметаллов с серой, мышьяком, селеном, теллуром. Всего в этом классе насчитывается более 250 минералов. В земной коре на их долю приходится 1,2%. Главными металлами в этих соединениях являются Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Ag и др. Как правило, минералы из этого класса непрозрачные или слабопросвечивающие, с металлическим или алмазным блеском, имеют черную или темную черту. Основная часть сульфидов обладает высокой плотностью (до 8,5 г/куб.см) и высокой электропроводностью. Большинство сульфидов имеет гидротермальное происхождение. Многие минералы этого класса являются важнейшими рудами цветных, благородных и редких металлов, причем месторождения сульфидов имеют комплексный характер и называются полиметаллическими. Например, попутно с сфалеритом добывают кадмий, галлий, индий, попутно с пиритом - медь и золото. Галенит является свинцовой рудой и утяжелителем буровых растворов, сфалерит - цинковая руда, халькопирит- медная руда, киноварь- ртутная руда, антимонит- сурьмяная руда, пирит и марказит используются для получения серной кислоты.

Горняки Урала используют применительно к сульфидам старинный термин «колчедан». К примеру, пирит - серный колчедан, пирротин - магнитный колчедан, халькопирит - медный колчедан, арсенопирит - мышьяковистый колчедан. Очень часто там же, на Урале, используют в синонимах названий минералов понятие «блеск». Так, минерал антимонит Sb_2S_3 называют сурьмяный блеск, галенит PbS - свинцовый блеск, кобальтин $Co_3As_2S_7$ - кобальтовый блеск.

III класс. Галоидные соединения. К галогенидам относятся соединения галогенов (F, Cl, Br, I) в основном с щелочными и щелочноземельными металлами (Na, K, Mg, Ca). Общее количество их в земной коре не превышает 0,5 %. Число представителей класса галогенидов достигает почти 200 минералов. Большинство минералов этого класса представляет собой диэлектрики со стеклянным блеском, низкой твердостью и плотностью, со светлыми тонами окраски. Многие из них хорошо растворяются в воде. В зависимости от солеобразующих галоидных кислот в этом классе принято выделять фториды, хлориды, бромиды и иодиды. Наиболее распространены среди них хлориды и фториды. Галогениды находят себе

применение в химической, пищевой (галит) и оптической (флюорит) промышленности, в сельском хозяйстве в качестве удобрений (сильвин, карналлит), некоторые из них являются рудами редких химических элементов.

IV класс. Оксиды и гидроксиды. Минералы этого класса представляют собой соединения металлов или полуметаллов с кислородом и гидроксогруппой (ОН). По количеству входящих в него минералов занимает одно из первых мест: на их долю приходится около 17 % от массы земной коры. В настоящее время известно более 150 минералов этого класса. Из них около 12,6 % составляют соединения кремния и 3 % – соединения железа. Многие из минералов этого класса принадлежат к числу очень широко распространенных в земной коре, в частности, на долю одного лишь кварца приходится около 13 %.

Большинство минералов из этого класса бесцветно или слабо окрашено, цвет их связан с примесью элементов – хромофоров. Минералы, содержащие в значительных количествах переходные химические элементы (Fe, Mn, Ti, Cr, Ni, Co, Nb, Ta), имеют черную или темно-бурую окраску. Оксиды обладают, как правило, значительной твердостью и высокой химической стойкостью, у гидроксидов эти показатели ниже.

Значительное число оксидов и гидроксидов образуются в экзогенных условиях. Однако они могут образоваться и в эндогенных условиях (кварц, магнетит, корунд).

Представители этого класса являются важнейшими рудами целого ряда ценных металлов, многие из них образуют неметаллические полезные ископаемые.

V класс. Карбонаты. Минералы данного класса можно определить, как природные соли угольной кислоты, в которых катионами служат Ca, Mg, Ba, Sr, Pb, Fe, Mn, Zn, Cu, U, щелочные и редкоземельные металлы. В состав карбонатов входят также дополнительные анионы (ОН), F, Cl. Всего к этому классу относятся около 120 минералов. В земной коре на их долю приходится около 1,7 %. Известны карбонаты простые и сложные, водные и безводные. Для большинства минералов этого класса характерна невысокая твердость и стеклянный блеск. Практически все карбонаты в той или иной степени взаимодействуют с соляной кислотой с выделением углекислого газа. Многие карбонаты хорошо растворяются в воде. Большинство карбонатов используется в качестве строительных материалов (известняк, доломит), ювелирно – поделочного сырья (малахит, азурит), в химической промышленности, в качестве флюсов и огнеупоров в металлургии (магнезит). Кроме этого, данные минералы являются рудами на железо (сидерит),

алюминий, полиметаллы и редкие земли, а также служат ценным оптическим сырьем (кальцит).

VI класс. Сульфаты. Минералы этого класса представляют собой природные соли серной кислоты, в состав которых входят щелочные (Na, K) и щелочноземельные (Mg, Ca, Sr, Ba) металлы, а также Pb, Cu, Fe, Al. Общее содержание сульфатов в земной коре не превышает 0,5 %, хотя количество минеральных видов достигает

260. Для сульфатов характерны светлые окраски, невысокая твердость.

По особенностям химического состава среди сульфатов выделяют простые безводные, сложные с дополнительными анионами и водные. Чаще всего минералы этого класса характеризуются умеренной и низкой твердостью, низкой плотностью, светлой окраской, многие из них хорошо растворяются в воде. Водные сульфаты могут на воздухе терять воду, а безводные способны во влажных условиях обогащаться водой (гигроскопичны). Сульфаты широко используются в строительстве и служат сырьем химической промышленности для получения Ba, Sr, Al, Mg и ряда других элементов.

VII класс. Вольфраматы. В жизни земной коры соли вольфрамовой кислоты не играют значительной роли, однако в технике их значение очень велико. Прибавка вольфрама вызвала переворот в производстве качественных сталей. Кроме того, вольфрам входит в состав особо твердых сплавов.

VIII класс. Фосфаты. Эти природные соединения, представляют собой соли фосфорной кислоты. В земной коре на их долю приходится 0,7%. Фосфаты имеют большое практическое значение. Они используются в сельском хозяйстве в качестве ценных фосфорных удобрений (фосфорит, апатит), а иногда служат источником радиоактивного сырья. К числу фосфатов принадлежит один из старейших и популярнейших самоцветов – бирюза (каллаит). Известны мелкие месторождения этого редкого минерала на всех обитаемых континентах планеты, однако лучшей в мире признается бирюза Ирана. На сегодняшний день практически все месторождения этого драгоценного камня выработаны. Благодаря интеллектуальным усилиям российских ученых недавно разработана технология получения синтетической бирюзы. Бирюза, полученная искусственным путем, по ряду параметров превосходит природную и в течение последних лет уверенно вошла на рынок ювелирного сырья под торговым названием «бирюзит».

IX класс. Бораты. Относятся соли борных и полиборных кислот. Соединения бора легко подвижны, они отделяются от магматических расплавов и далеко продвигаются в толще пород кровли. Бор используется в металлургии для получения сверхтвердых сплавов, в химии, медицине.

Х класс. Силикаты. Силикаты – соли кремневых кислот. К силикатам относится до 800 минералов, составляющих около 75% от массы земной коры. В этот подкласс входят важнейшие породообразующие минералы, слагающие основную массу магматических и метаморфических пород, т.е. силикаты представляют собой основной строительный материал литосферы.. Силикаты окрашены пестро. Удельный вес их обычно невелик. Твердость в большинстве случаев высокая. Образование силикатов связано преимущественно с остыванием расплавленных масс, и в этом отношении генезис их предшествует почти всем группам минералов земной коры.

4. Описание главных породообразующих и рудных минералов

Самородные элементы

Сера – S; желтая, редко бурая и черная; черты почти не дает; блеск на гранях алмазный, в изломе жирный; твердость – 1,5-2; удельный вес – 2-2,1 г/см³; несовершенная спайность; ромбическая сингония. Встречается в виде кристаллов, сплошных кристаллических масс, порошковатых и землистых масс, корочек. Генезис – вулканический, экзогенный – при разложении сернокислых минералов /гипса/ и сульфидов /пирита/, биохимический – как продукт жизнедеятельности анаэробных бактерий. Диагностируется по желтому цвету, низкой твердости, хрупкости, часто жирному блеску и совместному нахождению с гипсом или кальцитом.

Используется для производства серной кислоты, для получения сульфат-целлюлозы; в резиновой и текстильной промышленности сера применяется для производства красок, взрывчатых веществ и ядохимикатов для борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Графит – С; цвет от железно-черного до стально-серого; черта черная, блестящая; блеск полуметаллический, матовый; твердость – 1; удельный вес – 2,2 г/см³; спайность совершенная; гексагональная сингония. Встречается в виде землистых и чешуйчатых агрегатов, кристаллы в виде шестиугольных пластинок редки. Генезис метаморфический, реже магматический, пневматолитовый, пегматитовый. Распознается по цвету, низкой твердости, жирности на ощупь, пачкает руки, пишет на бумаге. От сходного с ним молибденита отличается цветом черты (у молибденита – голубоватая). Используется для изготовления графитовых тиглей в металлургической промышленности; для производства электродов в электротехнической промышленности; как замедлитель и отражатель нейтронов в атомной промышленности; как смазочный материал; для производства карандашей, красок; в резиновой промышленности.

Сульфаты

Барит – BaSO₄; бесцветный, прозрачный, часто окрашен примесями в белый, серый, желтый, бурый и черный оттенки; черта, не характерна; блеск стеклянный; твердость-

3,0-3,5; удельный вес – 4,3- 4,5 г/см³; спайность средняя и несовершенная; ромбическая сингония; встречается чаще в виде зернистых, плотных, скрытокристаллических и землистых масс, реже в виде таблитчатых и столбчатых кристаллов. Генезис гидротермальный, осадочный, экзогенный - в зонах выветривания; диагностируется по большому удельному весу, встречается с кальцитом, гипсом и кварцем. Используется в лакокрасочной промышленности, как утяжелитель промывочных растворов в бурении и тампонажных растворов при креплении скважин.

Ангидрит – CaSO₄; белый, часто с голубоватым, сероватым и красноватым оттенком; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3-4; удельный вес – 2,9-3,0 г/см³; спайность совершенная, средняя и несовершенная; ромбическая сингония; встречается, в основном, в виде различных агрегатов, в виде таблитчатых и призматических кристаллов. Генезис осадочный и хемогенный; диагностируется по твердости, удельному весу, часто встречается с гипсом. Используется для производства цемента

Гипс – CaSO₄•2H₂O; белый, розовый, серый до бесцветного; блеск стеклянный, перламутровый и шелковистый; твердость – 2; удельный вес – 2,3 г/см³; спайность весьма совершенная; бывает занозистый излом; моноклиная сингония. Встречается в виде кристаллов и их сростков, плотных кристаллических агрегатов. Генезис осадочный и хемогенный. Диагностируется по низкой твердости - входит в шкалу Мооса, царапается ногтем, характерной спайности.

В России месторождения гипса довольно многочисленны. Они известны в пределах центральных и северо-западных районов, в Западном Приуралье. Вблизи Кунгура добывают гипс всевозможных оттенков. Там встречается просвечивающий волокнистый и пятнистый селенит розового, белого и оранжевого цвета. Также месторождения гипса разрабатываются в Башкирии, Татарии, Иркутской области.

Используется в производстве цементов, в производстве белых сортов бумаги, в штукатурке, для получения гипсовых слепков и украшений (волокнистая разновидность – селенит), для получения тампонажных растворов.

Целестин – SrSO₄; голубовато-белый, голубовато-серый, иногда с красноватым желтоватым оттенком; блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый; твердость – 3-3,5; удельный вес – 3,9-4,0 г/см³; спайность средняя, совершенная и несовершенная; ромбическая сингония. Встречается в виде таблитчатых, столбчатых, призматических кристаллов или сплошных шестоватых и зернистых масс. Генезис осадочный; диагностируется по цвету, высокому удельному весу. Используется для получения стронциевых препаратов.

Галогениды

Флюорит – CaF_2 ; желтый, голубой, зеленый, фиолетовый, бесцветный; черта не характерна; блеск стеклянный, жирный; твердость – 4; удельный вес – $3,18 \text{ г/см}^3$; совершенная спайность по октаэдру; сингония кубическая. Встречается чаще в виде кубических кристаллов, вкрапленников, сплошных зернистых и кристаллических масс. Происхождение гидротермальное, реже пегматитовое и пневматолитовое. Диагностируется по твердости – входит в шкалу Мооса, блеску, облику кристаллов, встречается совместно с сульфидами, кальцитом, кварцем. Используется для получения фтористых препаратов, в оптике, для получения эмали и глазури.

Галит – NaCl ; прозрачный, бесцветный, белый, иногда окрашен примесями в розовый и синий оттенки; черта белая; блеск стеклянный, жирный; твердость – 2; удельный вес – $2,1\text{-}2,2 \text{ г/см}^3$; спайность весьма совершенная по кубу; кубическая сингония; встречается в виде кубических кристаллов, сростков кристаллов, корок, налетов, сплошных кристаллических и зернистых масс. Генезис осадочный хемогенный. Диагностируется по низкой твердости, спайности и солености на вкус. Месторождения известны на Урале (Соликамское месторождение — крупнейшее в мире), в Нижнем Поволжье (самосадочные озера Эльтон и Баскунчак) и Иркутской области.

Используется в пищевой и химической промышленности.

Сильвин – KCl ; водяно-прозрачный, бесцветный, часто окрашен примесями в красный, розовый и молочно-белый оттенки; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – $1,5\text{-}2$; удельный вес – $1,97\text{-}1,99 \text{ г/см}^3$; весьма совершенная спайность; сингония ромбическая. Встречается в виде налетов, корочек и сплошных зернистых масс. Генезис осадочный и хемогенный. Диагностируется по низкой твердости, солености (горько- соленый, жгучий на вкус), часто встречается с галитом и карналлитом. Крупнейшим месторождением в России является Соликамское (вместе с галитом) на Урале. Используется в производстве калийных удобрений.

Карналлит – $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; бесцветный часто окрашен примесями в красный, розовый и желтый оттенки; черта не характерна, блеск стеклянный; твердость – $2\text{-}3$; удельный вес – $1,6 \text{ г/см}^3$; спайность отсутствует; сингония ромбическая. Встречается чаще в виде сплошных зернистых масс. Генезис осадочный и хемогенный; диагностируется по твердости, издает треск при сверлении ножом, встречается с сильвином и галитом. Используется в производстве минеральных удобрений.

Сульфиды

Галенит – PbS ; свинцово – серый; серовато–черная черта; металлический блеск; твердость – $2\text{-}3$; удельный вес – $7,4\text{-}7,6 \text{ г/см}^3$; совершенная спайность; кубическая сингония. Встречается в виде кристаллов и их сростков, зернистых масс. Генезис, в

основном, гидротермальный. Диагностируется по кубической форме кристаллов, низкой твердости, высокому удельному весу и совместному нахождению с пиритом, сфалеритом, халькопиритом, кальцитом, и флюоритом. Является рудой на свинец, утяжелителем буровых растворов.

Сфалерит – ZnS ; цвет бурый, коричневый, черный; черта светло-окрашенная в желтые и бурые оттенки; блеск алмазный до полуметаллического; твердость – 3-4; удельный вес – 3,9-4,0 г/см³; совершенная спайность; кубическая сингония. Встречается в виде тетраэдрических кристаллов и сплошных зернистых масс. Генезис, в основном, гидротермальный; часто встречается с галенитом, кварцем, баритом, кальцитом. Диагностируется по цвету, блеску, удельному весу и форме кристаллов. Является рудой на цинк. Попутно с ним добываются кадмий, галлий и индий.

Пирит – FeS_2 ; цвет соломенно-желтый; зеленовато-черный цвет черты; блеск металлический; твердость – 6-6,5; удельный вес – 4,9-5,2 г/см³; весьма несовершенная спайность; кубическая сингония. Встречается в виде кристаллов, сплошных масс, псевдоморфоз по органике. Генезис магматический, гидротермальный, контактово- метасоматический, осадочный – связан с разложением органических остатков в анаэробной среде. Диагностируется по цвету, форме кристаллов со штриховкой на гранях, высокой твердости, по цвету черты. Часто встречается с другими сульфидами и карбонатными минералами. Основные месторождения известны на Урале, Алтае, Кавказе. Используется как сырье для получения серной кислоты, попутно с ним добываются медь и золото.

Халькопирит – $CuFeS_2$; цвет латунно-желтый с пестрой побежалостью; черта черная с зеленоватым оттенком; блеск металлический; твердость – 3-4; удельный вес – 4,1-4,3 г/см³; несовершенная спайность; тетрагональная сингония. Встречается в виде сплошных масс, вкрапленников, реже кристаллов и их сростков. Генезис гидротермальный и контактово-метасоматический. Диагностируется по цвету с характерной побежалостью, по цвету черты, отличается от сходного с ним пирита – по твердости; встречается с другими сульфидами, кварцем, баритом и кальцитом. Крупнейшие месторождения халькопирита известны на Урале, Кузнецком Алатау, Алтае, Закавказье, Норильском рудном районе. Используется как медная руда.

Киноварь – HgS ; красная; черта красная; полуметаллический и алмазный блеск; твердость – 2-2,5; удельный вес – 8,09 г/см³; совершенная спайность; тригональная сингония; чаще встречается в виде вкрапленников, порошковатых налетов и примазок, зернистых масс. Генезис только гидротермальный. Часто встречается с пиритом, антимонитом, реальгаром, кварцем, флюоритом и баритом. Диагностируется по цвету, низкой твердости и высокому удельному весу. Применяется для получения ртути.

Реальгар – AsS ; цвет оранжево–красный; черта светло–оранжевая; блеск на гранях алмазный, в изломе чаще жирный; твердость – 1,5-2; удельный вес – 3,4-3,6 г/см³; совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде друз, налетов, зернистых и порошковатых масс. Генезис гидротермальный и вулканический. Диагностируется по цвету, низкой твердости, встречается с аурипигментом. Используется для получения мышьяка.

Аурипигмент – As_2S_3 ; цвет лимонно–желтый; черта лимонно–желтая; блеск от алмазного до полуметаллического; твердость – 1-2; удельный вес – 3,4-3,5 г/см³; совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде зернистых, порошковатых, листоватых, радиально – лучистых и землистых агрегатов, налетов, реже в виде призматических кристаллов. Генезис, в основном, гидротермальный. Диагностируется по цвету, низкой твердости, блеску, встречается с реальгаром. Используется для получения трехоксида мышьяка и в лакокрасочной промышленности. **Антимонит** – Sb_2S_3 ; свинцово–серый; черта свинцово–серая; блеск металлический; твердость – 2-2,5; удельный вес – 4,6 г/см³; совершенная и несовершенная спайность; ромбическая сингония. Встречается в виде столбчатых и игольчатых кристаллов с вертикальной штриховкой, сплошных масс и вкрапленников. Генезис гидротермальный. Диагностируется по твердости, облику кристаллов, наблюдается синеватая побежалость на кристаллах, встречается с другими сульфидами, кварцем, кальцитом. Является важнейшей сурьмяной рудой.

Молибденит – MoS_2 ; свинцово–серый; черта серая с зеленоватым оттенком; металлический блеск; твердость – 1; удельный вес – 4,7-5 г/см³; весьма совершенная спайность; гексагональная сингония. Встречается в виде листоватых, чешуйчатых и радикально – лучистых агрегатов, кристаллов и вкрапленников. Генезис, в основном, гидротермальный, реже пневматолитовый и магматический. Диагностируется по низкой твердости, пишет на бумаге голубоватым цветом. Является источником молибдена.

Марказит – FeS_2 ; цвет латунно–желтый с сероватым или зеленоватым оттенком; черта темная зеленовато–серая; блеск металлический; твердость – 5-6; удельный вес – 4,6-4,9 г/см³; ромбическая сингония. Встречается в виде копьевидных кристаллов и их сростков, псевдоморфоз по органике, корок, натечных гроздевидных и др. форм. Генезис гидротермальный, осадочный. Диагностируется по копьевидной форме кристаллов, от сходного пирита отличается зеленоватым оттенком в свежем изломе. Используется как сырье для получения серной кислоты.

Оксиды и гидроксиды

Оксиды

Корунд – Al_2O_3 ; цвет синевато или желтовато – серый; черты не дает; блеск стеклянный; твердость – 9; удельный вес – 3,95-4,1 г/см³; спайность практически отсутствует; тригональная сингония. Встречается в виде кристаллов, чаще образует зернистые массы. Генезис магматический, метаморфический, контактово–метасоматический, россыпной. Диагностируется по высокой твердости – входит в шкалу Мооса. Разновидности: красный корунд – рубин, синий – сапфир, смесь корунда с магнетитом и гематитом – наждак. Используется как абразивный материал, драгоценный камень в ювелирном деле. **Гематит** – Fe_2O_3 ; цвет от красно–бурого до железно–черного; черта вишнево-красная; полуметаллический блеск; твердость – 5,5-6; удельный вес – 5-5,2 г/см³; спайности нет; раковистый или землистый излом; тригональная сингония. Встречается в виде пластинчатых и таблитчатых кристаллов, чешуйчатых или сплошных кристаллических масс. Генезис метаморфический – образуется из осадочных, бурых железняков на больших глубинах при высокой температуре и давлении, вулканогенный, экзогенный – в результате дегидратации гидроокислов железа в жарком сухом климате. Диагностируется по цвету черты, по высокой твердости, морфологии. Является важнейшей железной рудой, используется в лакокрасочной промышленности, как утяжелитель тампонажных и промывочных растворов.

Магнетит – Fe_3O_4 ; цвет железно–черный; черта черная; блеск металлический; твердость – 5,5-6; удельный вес – 4,9-5,2 г/см³; спайность отсутствует; кубическая сингония. Встречается в виде кристаллов – октаэдров, вкрапленников, сплошных зернистых масс. Генезис магматический, метаморфический, контактово-метасоматический. Диагностируется по реагированию на него магнитной стрелки, черной черте, высокому удельному весу и форме кристаллов. Магматическое происхождение имеют Качканарское, Кусинское, Нижнетагильское и Первоуральское месторождения на Урале. Скарновые месторождения известны на Урале (Магнитогорское), а также в Красноярском крае и Южной Якутии. Гидротермальные месторождения известны в Иркутской области, где они образуют группу Ангаро-Илимских месторождений. Крупнейшие месторождения магнетитовых руд в железистых кварцитах на территории России приурочены к КМА. Является важнейшей железной рудой и утяжелителем промывочных растворов.

Пирролюзит – MnO_2 ; цвет черный; черта черная; блеск полуметаллический; твердость – 5-6 в кристаллах, до 2 в сплошных массах; удельный вес – 4,7-5,0 г/см³; совершенная спайность; тетрагональная сингония. Встречается в виде сплошных кристаллических, скрытокристаллических и порошковатых масс. Генезис осадочный, в т.ч. как конечный

продукт выветривания пород и минералов, содержащих марганец /манганит/. Диагностируется по черной черте и низкой твердости. Является рудой на марганец.

Кварц – SiO_2 ; цвет различный–белый, черный, дымчатый, розовый, бесцветный; черты не дает; блеск стеклянный; твердость – 7; удельный вес – 2,5- 2,8 г/см³; спайности нет, излом чаще раковистый; гексагональная и тригональная сингония. Встречается в виде удлинённых и призматических кристаллов с пирамидальными окончаниями, друз, щеток, двойников, кристаллических масс. Генезис магматический пневматолитовый гидротермальный, метаморфический, экзогенный. Диагностируется по высокой твердости – входит в шкалу Мооса, царапает стекло, раковистому излому, отсутствию спайности, блеску. Разновидности: фиолетовый кварц – аметист, дымчатый – раухтопаз, черный – морион, бесцветный, прозрачный – горный хрусталь, скрытокристаллический – халцедон, скрытокристаллический концентрически–зонального строения – агат. Месторождения кварца представлены в основном пегматитовым и гидротермальным кварцем и хорошо известны на Урале, в Ангаро-Илимском и Ангаро-Катском районах Сибирской платформы. Сердолик и другие разновидности халцедона известны в бассейнах рек Вилюя и Нижней Тунгуски, в Якутии; широко известны яшмы Южного Урала. Чистые кварцевые пески известны в пределах Русской платформы: в Московской (Люберцы) и Владимирской (Гусь-Хрустальный) областях. В настоящее время кварц и его разновидности широко применяются в электронике, радиотехнике, оптике, точной механике, особенно высоко ценится пьезокварц. Кварцевые пески используют как сырьё для стекольной промышленности и производства силикатного кирпича. Кварцевые песчаники и кварциты находят применение как строительные камни и облицовочный материал. Драгоценные и поделочные разновидности кварца используют в ювелирном деле.

Гидроксиды

Лимонит – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; цвет ржаво-желтый, бурый, до черного; черта желто-бурая; блеск полуметаллический, матовый; твердость от 4 до 1; удельный вес – 3,3-4,0 г/см³; ромбическая сингония; землистый излом. Чаще встречается в виде порошковатых и плотных сплошных масс, налетов, оолитов, псевдоморфоз по кристаллам пирита. Генезис экзогенный. Диагностируется по цвету и морфологии. Широко представлен в европейской части России (Липецкое, Тульское, Хоперское месторождения и т.д.), на Урале (Байкальское — железная шляпа по сидериту, Комарово—Зигаинское и др.). Является железной рудой.

Манганит – $\text{MnO} \cdot \text{Mn}[\text{OH}]_2$; цвет черный; черта бурая; полуметаллический блеск; твердость – 3-4; удельный вес – 4,2-4,33 г/см³; моноклинная сингония. Встречается в виде плотных, натечных и землистых масс, оолитов. Генезис – гидротермальный,

экзогенный, часто встречается вместе с пиролюзитом. Диагностируется трудно. Используется для получения марганца.

Боксит – $Al(OH)_3$, $AlO(OH)$, $AlOONH_2$ - состоит в основном из гидроксидов алюминия и железа, а также глинистых минералов. Цвет белый, розоватый до красного; цвет черты красно-бурый, удельный вес – $2,5 \text{ г/см}^3$, блеск матовый, рыхлые или плотные. Генезис химический, осадочный, озерный или почвенное образование тропиков, продукт гидрохимических реакций близ земной поверхности. Является важнейшей рудой на алюминий.

Карбонаты

Кальцит – $CaCO_3$; чаще бесцветный или молочно-белый, иногда окрашен примесями в голубоватый, розоватый, серый оттенки; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3; удельный вес – $2,6-2,8 \text{ г/см}^3$; совершенная спайность в трех направлениях по ромбоэдру; тригональная сингония. Встречается в виде кристаллов, друз, натечных форм – сталактитов и сталагмитов, сплошных кристаллических и зернистых масс. Генезис гидротермальный, осадочный, метаморфический. Диагностируется по твердости – входит в шкалу Мооса и царапается острием ножа, реагирует на соляную кислоту с выделением углекислого газа.

Прозрачная разновидность кальцита называется исландский шпат. Кальцитовые породы, известняки, мел и мергели широко развиты в пределах Русской плиты, особенно в Центральных районах России, месторождения мрамора известны на Урале, исландский шпат добывается в бассейне реки Нижняя Тунгуска.

Применяется как сырье для производства строительного камня, извести, цемента; метаморфически измененные известняки — мраморы — прекрасный облицовочный материал; в металлургической промышленности используется в качестве флюсов; в химической промышленности для производства соды; в сельском хозяйстве для известкования почв; исландский шпат используют в оптических приборах; выделения кальцита с красивым оттенком или рисунком применяется в ювелирном и камнерезном деле. Используется для приготовления тампонажных растворов.

Доломит – $CaMg(CO_3)_2$; цвет серовато-белый, иногда окрашен в желтоватый, буроватый, зеленоватый оттенки; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3,5-4; удельный вес – $1,8-2,9 \text{ г/см}^3$; совершенная спайность по ромбоэдру; тригональная сингония. Встречается обычно в виде кристаллических и зернистых агрегатов, кристаллов. Генезис осадочный, гидротермальный. Диагностируется по реакции с соляной кислотой в порошке. Используется как строительный материал.

Сидерит – $FeCO_3$; цвет желтовато-белый, сероватый, иногда с буроватым оттенком; черта белая или желтоватая; блеск стеклянный; твердость – 3,5-4,5; удельный вес – 3,9

г/см³; совершенная спайность; тригональная сингония. Встречается в виде кристаллических и зернистых агрегатов, конкреций землистых масс. Генезис гидротермальный, осадочный. Диагностируется по спайности, реакции на подогретую соляную кислоту, встречается с пиритом, галенитом и лимонитом. Является рудой на железо и утяжелителем промывочных растворов при бурении скважин.

Магнезит – MgCO₃; цвет белый с желтоватым или сероватым оттенком, иногда снежно – белый; черта не характерна; стеклянный блеск; твердость – 4-4,5; удельный вес – 2,9- 3,1 г/см³; совершенная спайность по ромбоэдру; тригональная сингония. Встречается в виде крупнозернистых агрегатов, мраморовидных масс, кристаллов. Генезис гидротермальный, осадочный, экзогенный – при выветривании. Диагностируется по спайности, по реакции на горячую HCl, часто по раковистому излому. Используется в производстве огнеупорных материалов.

Малахит – CuCO₃·Cu(OH)₂; цвет зеленый; черта бледно-зеленая; блеск стеклянный, шелковистый до алмазного; твердость – 3,5-4; удельный вес – 3,9-4,0 г/см³; спайность совершенная и средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде натечных форм с радиально-волокнистым строением, почковидных и землистых разностей, примазок. Генезис экзогенный, в зоне окисления медных сульфидных месторождений. Диагностируется по зеленому цвету, натечным формам и по реакции на горячую соляную кислоту, встречается с азуритом. Используется как ценный поделочный камень и в лакокрасочной промышленности.

Азурит – 2CuCO₃·Cu(OH)₂; цвет темно – синий, голубой; черта голубая; блеск стеклянный; твердость – 3,5-4; удельный вес – 3,7-3,9 г/см³; спайность совершенная и несовершенная; моноклинная сингония. Встречается в виде налетов, землистых масс, реже кристаллов. Генезис экзогенный в зоне окисления медных сульфидных месторождений. Диагностируется по цвету, встречается совместно с малахитом. Используется в лакокрасочной промышленности.

Арагонит – CaCO₃; цвет белый, желтовато-белый, серый, светло-зеленый, фиолетовый; черта не характерна; блеск стеклянный, в изломе жирный; твердость – 3,3-4; удельный вес – 2,9-3,0 г/см³; спайности почти нет; ромбическая сингония встречается чаще в виде радиально-лучистых агрегатов, корок, натечных, ветвящихся форм - "железные цветы". Генезис гидротермальный и экзогенный. Диагностируется по морфологии, от сходного кальцита отличается отсутствием спайности по ромбоэдру.

Фосфаты

Апатит – Ca₅(F,Cl) [PO₄]₃; цвет бесцветный, зеленый, буро-зеленый; черта белая; блеск стеклянный и жирный; твердость – 5; удельный вес – 3,2 г/см³; несовершенная спайность; сингония гексагональная. Встречается в виде таблитчатых, призматических

кристаллов, сплошных зернистых масс, конкреций. Генезис магматический, контактово-метасоматический. Диагностируется по цвету, облику кристаллов, твердости - входит в шкалу Мооса.

Крупнейшее в мире месторождение магматогенного апатита находится в Хибинах на Кольском полуострове. Также крупными месторождениями в России являются Ковдорское в Мурманской области, Ошурковское в Бурятии, контактово-метасоматическое месторождение Слюдянка в Прибайкалье. Отложения фосфоритов очень широко развиты в осадочном чехле Русской платформы, особенно в центральных районах, Московской, Рязанской и других областях.

Применяется как источник фосфора, сырье для производства фосфатных удобрений, суперфосфатов. Попутно могут извлекаться стронций и редкие земли. Красиво окрашенные и чистые кристаллы используют в ювелирном деле.

Фосфорит – близкий по составу к фосфату кальция; бледно-желтый, серый, бурый; слабая серая черта; блеск матовый; спайность отсутствует; кристаллов не образует. Встречается в виде натечных, землистых масс и конкреций. Генезис осадочный, биогенный. Диагностируется по внешнему облику. Отложения фосфоритов очень широко развиты в осадочном чехле Русской платформы, особенно в центральных районах, Московской, Рязанской и других областях в. т. ч. на юго-западе Республики Татарстан.

Используется для производства удобрений.

Силикаты

Островные силикаты

Оливин – $(Mg,Fe)SiO_4$, цвет оливково-зеленый, бутылочно-зеленый просвечивающий; черты не дает; стеклянный блеск; твердость – 6,5 – 7; удельный вес – 3,3 – 3,5 г/см³; средняя или несовершенная спайность; ромбическая сингония; встречается в виде зернистых агрегатов, реже кристаллов; генезис магматический; диагностируется по цвету, стеклянному блеску, часто встречается с серпентином и пироксенами.

Породы, содержащее оливин, широко распространены на Урале, в Карелии, Восточном Саяне, Якутии, на Колыме и Камчатке.

Маложелезистые оливины применяют как огнеупорное сырье. Хризолиты используются в ювелирном деле.

Гранаты – это обширная группа минералов с общей формулой $A_3B_2[SiO_4]_3$, где: A = Mg, Fe²⁺, Mn²⁺, Ca ; B = Al, Fe³⁺, Cr.

Известны следующие минералы, относящиеся к гранатам: пироп – $Mg_3 Al_2 [SiO_4]_3$ – темно-красный, розовато-красный; альмандин – $Fe_3 Al_2 [SiO_4]_3$ – красный, буро-красный; спессартин – $Mn_2 Al_2 [SiO_4]_3$ – темно-красный, оранжево-желтый, бурый; россуляр – Ca_3

$Al_2 [SiO_4]_3$ – медово-желтый, бледно-зеленый, красный; андрадит – $Ca_3Fe_2 [SiO_4]_3$ – желтый, зеленоватый, буро-красный, черный; уваровит – $Ca_3Cr_2 [SiO_4]_3$ – изумрудно-зеленый.

Черты не дают, твердость – 8; удельный вес – 3,5-4,25 г/см³; блеск стеклянный, алмазный, редко жирный; спайность несовершенная или отсутствует; сингония кубическая. Встречаются в виде кристаллов и их сростков и сплошных зернистых масс.

Происхождение главным образом метаморфическое, в результате процессов регионального метаморфизма. Встречается в кристаллических сланцах, гнейсах, мигматитах, эклогитах, а также в продуктах контактового метаморфизма — в скарнах.

Некоторые гранаты (пироп) имеют магматическое происхождение. Они встречаются в трубках взрыва в кимберлитах, а также в пегматитах. Гранаты могут накапливаться в россыпях.

Встречаются в России во многих скарновых месторождениях на Урале, в Забайкалье, метаморфических породах Кольского полуострова, в алмазоносных трубках Якутии и т.д.

Применяют в ювелирном деле; как абразивные материалы для полировки древесины твердых пород.

Сфен /титанит/ – $CaTi [SiO_4]O$; цвет желтый, бурый; черта не характерна; блеск алмазный, редко жирный; твердость – 5-6; удельный вес – 3,3-3,7 г/см³; спайность совершенная и несовершенная; моноклинная сингония. Встречается в виде клиновидных и кристаллических агрегатов. Генезис магматический, пегматитовый и метаморфический. Диагностируется по клиновидной форме кристаллов, блеску, часто цвету. Используется как сырье на титан.

Дистен /кианит/ – $Al_2[SiO_4]O$; голубой, синий различной интенсивности; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 4 по длине кристалла и 6,5 в перпендикулярном направлении; удельный вес – 3,7-3,8 г/см³; совершенная спайность; триклинная сингония. Наблюдается в виде удлиненных и радиально расходящихся сростков кристаллов. Генезис метаморфический. Диагностируется по цвету и анизатропности, по твердости. Используется как высокоглиноземистое сырье и в производстве огнеупорных материалов.

Астрофиллит – $(K_2NaCa)(Ce,Mn,Fe)_4(T,Zr)(OH)_2[Si_2O_7]_2$; цвет бронзовый, оранжевый, золотисто-желтый; черта не характерна; блеск стеклянный с перламутровым отливом; твердость – 3-3,5; удельный вес – 3,28-3,3 г/см³; моноклинная и триклинная сингония. Характерны пластинчатые или игольчатые кристаллы и радиально-лучистые агрегаты. Генезис магматический или пегматитовый. Диагностируется по морфологии и цвету. Используется как поделочный камень.

Топаз – $\text{Al}_2[\text{SiO}_4][\text{FON}]_2$; бесцветный, водяно-прозрачный, окрашен примесями в голубой и розовый оттенки; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 8; удельный вес – 3,52-3,57 г/см³; ромбическая сингония. Встречается в виде призматических кристаллов. Генезис пегматитовый, гидротермальный, метаморфический - как результат гидротермального изменения, вмещающих магматическое тело пород. Диагностируется по твердости - входит в шкалу Мооса и морфологии. Используется как драгоценный минерал.

Цепочечные силикаты

Авгит – $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$; цвет черный, зеленовато-черный; черта светлая, зеленая; блеск стеклянный; твердость – 6,5; удельный вес – 3,3-3,6 г/см³; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде короткостолбчатых и таблитчатых агрегатов или сплошных зернистых масс.

Происхождение: магматическое, типичный минерал основных интрузивных и эффузивных пород. Контактново-метаморфическое, в скарнах. Породы, содержащие авгит, обнаружены на поверхности Луны.

Практического применения не имеет, но является важным породообразующим минералом.

Диопсид – $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$; цвет грязно-зеленый; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,27-3,38 г/см³; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде короткостолбчатых кристаллов и зернистых агрегатов.

Происхождение магматическое, в ультраосновных и основных породах, в кимберлитах, и контактново-метаморфическое, в скарнах в ассоциации с эпидотом, гранатами, амфиболами, слюдой. В поверхностных условиях относительно устойчив. Распространен довольно широко в Прибайкалье, Якутии, Приморье, на Урале и Северном Кавказе. Одним из самых известных разрабатываемых месторождений в России является Слюдянка в Прибайкалье.

Применяют в ювелирном деле.

Эгирин – $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$; цвет зеленовато-черный, черный; черта светло-зеленая; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,43-3,6 г/см³; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде призматических кристаллов с вертикальной штриховкой и лучистых агрегатов. Генезис магматический и контактново- метасоматический. Диагностируется по цвету, морфологии, часто встречается с нефелином.

Ленточные силикаты

Роговая обманка – $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_4(\text{Al},\text{Fe}^{3+})[(\text{Si},\text{Al}_4)\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$; цвет зеленый, буро-зеленый до черного; черта зеленоватая или бурая; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,1-3,3 г/см³; спайность совершенная; сингония моноклинная. Встречается в виде мелких столбчатых кристаллов и их сростков. Генезис магматический и метаморфический. Диагностируется по цвету и облику кристаллов. Породообразующий минерал.

Актинолит – $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_5[(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2[\text{OH}]_2]$; цвет бутыльно-зеленый разных оттенков; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,1-3,3 г/см³; совершенная и несовершенная спайность; сингония моноклинная. Генезис магматический и метаморфический. Встречается в виде тонко-лучистых, шестоватых, игольчатых кристаллических масс. Труден для диагностики.

Листовые силикаты

Тальк – $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}][\text{OH}]_2$; цвет бледно-зеленый, белый с желтоватым или буроватым оттенком; черта белая; блеск стеклянный с перламутровым оттенком; твердость – 1; удельный вес – 2,7-2,8 г/см³; весьма совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде листоватых, чешуйчатых, часто плотных масс. Происхождение – в процессе гидротермального замещения богатых магнием ультраосновных пород, а также некоторых осадочных пород. Встречается в метаморфических породах (сланцах). Крупные месторождения в России на Урале (Шабровское и др.) и в Восточном Саяне (Онотское).

Применение — важнейшее сырье для производства керамики; в медицине (присыпки, пасты); в косметике (пудры, помада, грим); в бумажной, текстильной, резиновой промышленности. Применяется для изготовления огне- и светоустойчивых красок.

Биотит – $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}][\text{OH},\text{F}]_2$ слюда; белая или зеленоватая; блеск стеклянный, на плоскостях спайности с перламутровым отливом; твердость – 2-3; удельный вес – 3,02-3,12 г/см³; весьма совершенная спайность; моноклинная сингония. Встречается в виде сплошных пластинчатых масс, столбчатых и призматических кристаллов. Происхождение. 1. Магматическое. Широко распространен в гранитах и гранитных и щелочных пегматитах. 2. Метаморфическое. Слагает различные сланцы, гнейсы, роговики. Применение — для извлечения рубидия и цезия.

Используется как наполнитель в тампонажные растворы.

Мусковит – $\text{KA}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ слюда; светлый, светло-зеленый, дымчатый; черта не характерна; блеск перламутровый; твердость – 2-3; удельный вес – 2,76-3,1 г/см³; спайность весьма совершенная; сингония моноклинная. Встречается в виде листовато-чешуйчатых масс, таблитчатых и столбчатых кристаллов. Происхождение

магматическое (в кислых породах, пегматитах), гидротермальное (характерно для образования серицита), метаморфическое (в сланцах). Крупные месторождения мусковита в России известны в Иркутской области в бассейнах рек Мама и Чуя, в Карелии, на Кольском полуострове, в Восточном Саяне (Бирюсинское).

Применяют в электропромышленности, радиотехнике, приборостроении, где используются диэлектрические свойства мусковита; как жароупорный материал; для производства смазочных материалов, лощеной бумаги и автомобильных шин. В геологической науке применяется для определения абсолютного возраста калий-аргоновым и рубидий-стронциевым методами. На Руси крупные прозрачные листы мусковита издавна использовались для застекления окон.

Серпентин – $Mg_6[Si_4O_{10}][OH]_8$; цвет темно-зеленый, бутылочно-зеленый; черта белая, зеленоватая; блеск стеклянный и жирный; твердость – 2,5-3; удельный вес – 2,5- 2,7 г/см³; спайность совершенная; сингония моноклинная. Встречается в виде плотных, волокнистых и мелкозернистых масс. Тонковолокнистая разновидность серпентина называется хризотил-асбест; Происхождение – главным образом в результате гидротермального изменения оливина и пироксенов, может образовываться в корках выветривания ультраосновных пород. В России крупные месторождения известны на Урале и в Сибири.

Применяют для производства жаро- и кислотоупорных материалов; как поделочный камень.

Флогопит – $KMg[Si_3AlO_{10}][F,OH]_2$ слюда; светлый с зеленоватым оттенком; черта не характерна; блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый; твердость – 2-3; удельный вес – 2,7-2,85 г/см³; спайность весьма совершенная; сингония моноклинная. Встречается чаще в виде листоватых и чешуйчатых агрегатов.

Генезис контактово-метасоматический и пегматитовый. Трудно отличим от других слюд. Используется в электропромышленности и как наполнитель в тампонажные растворы для изоляции зон поглощений промывочной жидкости при бурении скважин.

Каркасные силикаты

Калий-натриевые полевые шпаты

Ортоклаз – $K[AlSi_3O_8]$; цвет светло-розовый, буровато-желтый, красновато-белый; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 6-6,5; удельный вес – 2,5-2,62 г/см³; совершенная спайность по двум направлениям под прямым углом; моноклинная сингония. Встречается в виде призматических кристаллов и сплошных кристаллических масс. Генезис магматический и пегматитовый. Диагностируется по спайности, высокой твердости - входит в шкалу Мооса. Используется в стекольной и керамической промышленности.

Микроклин – $K [AlSi_3O_8]$; цвет белый, серый, коричневый, зеленый; черта светлая; блеск перламутровый; твердость – 6-6,5; удельный вес – 2,54-2,57 г/см³; совершенная спайность под почти прямым углом; триклинная сингония. Встречается в виде крупнокристаллических агрегатов и кристаллов. Генезис магматический и пегматитовый. Разновидности: зеленый микроклин – амазонит (амазонский камень). Срастание кварца с микроклином получило название - "еврейского" камня. Трудно отличим от ортоклаза. Используется в стекольной и керамической промышленности, как поделочный камень и для облицовки зданий.

Натрий-кальциевые полевые шпаты (плагиоклазы)

Плагиоклазы – минералы, алюмосиликаты переменного состава от альбита $NaAlSi_3O_8$ до анортита $CaAl_2Si_2O_8$. От калиевых полевых шпатов отличаются отсутствием в их составе калия. Среди плагиоклазов выделяют шесть минералов: альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит. Наиболее распространены кислые плагиоклазы.

Альбит – $Na [AlSi_3O_8]$; цвет белый, голубовато-белый; черта белая; твердость – 6; удельный вес – 2,62-2,65 г/см³; совершенная спайность в двух направлениях под углом около 860; триклинная сингония. Встречается в виде таблитчатых кристаллов и сплошных масс. Генезис магматический, пегматитовый, гидротермальный и метаморфический. Диагностируется по спайности, часто трудно отличим от других полевых шпатов. Используется как керамическое сырье.

Лабрадор – серый, обладает голубовато-зеленоватой иризацией (синие очи); черта не характерна; блеск – 6; удельный вес – 2,7-2,72 г/см³; совершенная спайность в двух направлениях под углом около 860; триклинная сингония. Встречается в виде таблитчатых кристаллов с заметной штриховкой на плоскостях спайности. Генезис магматический. Диагностируется по иризации, спайности и внешнему облику. Используется как поделочный камень и для облицовки зданий.

Анортит – $Ca [Al_2 Si_2O_8]$; цвет белый, голубоватый, желтоватый; черта белая; твердость – 6-6,5; удельный вес – 2,7 г/см³; совершенная спайность в двух направлениях; сингония триклинная; таблитчатые кристаллы редки, чаще в виде сплошных кристаллических масс. Генезис в основном, магматический. Диагностируется по спайности, часто трудно отличим от других шпатов.

Олигоклаз – кислый плагиоклаз; обычно белый, серый с характерным нежно- синеватым отливом на плоскостях спайности; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 6; удельный вес – 2,7 г/см³; совершенная спайность в двух направлениях под углом около 860; сингония триклинная. Встречается чаще в виде сплошных кристаллических масс. Диагностируется по нежно-синему отливу (лунный камень) и спайности. Используется как поделочный камень.

Фельдшпатоиды

Нефелин – Na [AlSiO₄]; бесцветный, серовато-зеленый, зеленый; черты не дает; блеск стеклянный и жирный; твердость – 6; удельный вес – 2,7 г/см³; несовершенная спайность; сингония гексагональная. Встречается в виде сплошных масс и вкрапленников. Генезис магматический; диагностируется по блеску, жирности на ощупь и несовершенной спайности; часто встречается с эгирином, полевыми шпатами и не встречается с кварцем. Породы, богатые нефелином и редкоземельными элементами, известны на Урале (Ильменьские и Вишневые горы). Нефелин вместе с апатитом встречается на Кольском полуострове в Хибинах. Крупное месторождение расположено в Кузнецком Алатау (Белогорское).

Применяется как комплексное сырье для извлечения алюминия, изготовления соды, высококачественного цемента. Попутно могут извлекаться редкие щелочные металлы и галлий. Используется в стекольной и керамической промышленности.

Цеолиты

К цеолитам относятся каркасные алюмосиликаты, обладающие объемными и сообщающимися между собой полостями, занятыми крупными ионами Ca, Na, K, Sr, Ba и молекулами воды.

Всего к семейству цеолитов относят около 40 минералов, 1/3 которых широко распространена. Наиболее распространены *гейландит*, *клиноптилолит*, *морденит*, *шабазит* и др. Они способны отдавать и снова присоединять воду без разрушения их структуры. Вода цеолитов с повышением температуры выделяется постепенно, а обезвоженные (дегидратированные) цеолиты могут адсорбировать молекулы других веществ – NH₄, NO₂, H₂S, углеводородов, спиртов, металлоорганических соединений. На этом свойстве основано использование цеолитов для осушения газов, разделения нефтехимических продуктов, в качестве фильтров для очистки питьевых и сточных вод и т.д.

Цеолиты образуют прекрасные кристаллы, форма которых определяется особенностями структуры. Они также могут слагать сплошные агрегаты разной степени зернистости.

Цвет-обычно бесцветные или белого цвета. Блеск стеклянный, иногда перламутровый. Твердость невысокая, колеблется в интервале 3,5 – 5,5.

На земной поверхности цеолиты неустойчивы и переходят в хлорит и глинистые минералы.

Происхождение цеолитов гидротермальное, нередко встречаются в ассоциации с кальцитом, доломитом, гидрослюдами и кварцем. Часто заполняют миндалевидные пустоты и образуют прожилки в вулканических породах (базальтах). Месторождения имеются на юго-западе Татарстана.

Кольцевые силикаты

Не образуют горные породы.

Берилл – $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$; цвет зеленовато-белый, желто-зеленый, голубой и зеленый; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 7,5-8; удельный вес – 2,6-2,9 г/см³; несовершенная спайность; сингония гексагональная. Встречается в виде удлиненных и призматических кристаллов и их сростков. Генезис пегматитовый. Диагностируется по облику кристаллов и высокой твердости. Используется как драгоценный минерал и источник бериллия. Драгоценные разновидности- изумруд и аквамарин.

Эвдиалит – $\text{Na}_4\text{Ca}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$; цвет розовый, красный разных оттенков; блеск стеклянный; твердость – 5-5,5; удельный вес – 2,8-3,0 г/см³; спайность совершенная; сингония тригональная. Встречается в виде толстотаблитчатых, пластинчатых, призматических кристаллов и сплошных масс. Генезис магматический и пегматитовый. Диагностируется по цвету. Используется как источник циркония.

Турмалин – $(\text{Na}_1\text{Ca})(\text{Li},\text{Mg},\text{Al})_3(\text{Al},\text{Fe},\text{Mn})_6(\text{OH})_4[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$; цвет черный, розовый, темно-зеленый, темно-синий; черта не характерна; блеск стеклянный, матовый; твердость – 7-7,5; удельный вес – 2,9-3,2 г/см³; сингония тригональная. Встречается в виде столбчатых и короткопризматических кристаллов с вертикальной штриховкой, шестоватых и лучистых агрегатов. Генезис пегматитовый и гидротермальный. Диагностируется по облику кристаллов с вертикальной штриховкой. Используется как поделочный материал и драгоценный камень.

5. По краткому описанию основных породообразующих минералов установить их признаки, особенности и записать в «Журнал описания породообразующих минералов» по форме таблицы:

Минерал	Класс	Химический состав	Цвет	Цвет черты	Блеск	Твердость по шкале Мооса	Спайность	Излом	Агрегатное состояние	Другие свойства

Определение магматических, осадочных, метаморфических горных пород по образцам

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ОБРАЗЦАМ

Цель: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, ознакомить студента с главнейшими представителями магматических горных пород и изучить их свойства (структуру, текстуру, цвет и др.)

Необходимые материалы и оборудование: листы формата А4, калькулятор, ручка, линейка, карандаш, разрешается использование программного обеспечения Microsoft Word.

Ход работы:

1. Практическое задание выполняется на листах формата А4 в указанные преподавателем сроки.
2. При выполнении практического задания необходимо изучить основные свойства магматических горных пород.
3. По выданным преподавателем образцам установить внешние признаки магматических горных пород.
4. Используя сведения о магматических породах, определить наименование выданных преподавателем образцов горных пород, заполнить журнал описания магматических горных пород.

Пояснения к работе:

1. Магматические горные породы наряду с метаморфическими составляют основную массу земной коры, однако, на современной поверхности материков области их распространения сравнительно невелики. В земной коре они образуют тела разнообразной формы и размеров, так называемые структурные формы, состав и строение которых зависят от химического состава исходной для данной породы магмы и условий ее застывания.

Структура – это строение породы, обусловленное формой, величиной, количественным соотношением кристаллов, слагающих минералов и способом их соединения. Отдельными структурными элементами породы являются кристаллы или зерна округлой, призматической и других форм, микролиты, кристаллиты, стекло.

По степени кристалличности структура магматических пород может быть:

- полнокристаллическая, в породе нет стекла, порода состоит из одних кристаллов

(см. рис. 2.1, а);

- неполнокристаллическая, имеются в породе кристаллы, вкрапленники и стекло, (см. рис. 2.1, б);
- стекловатая, преобладает в породе стекло (см. рис. 2.1, в).

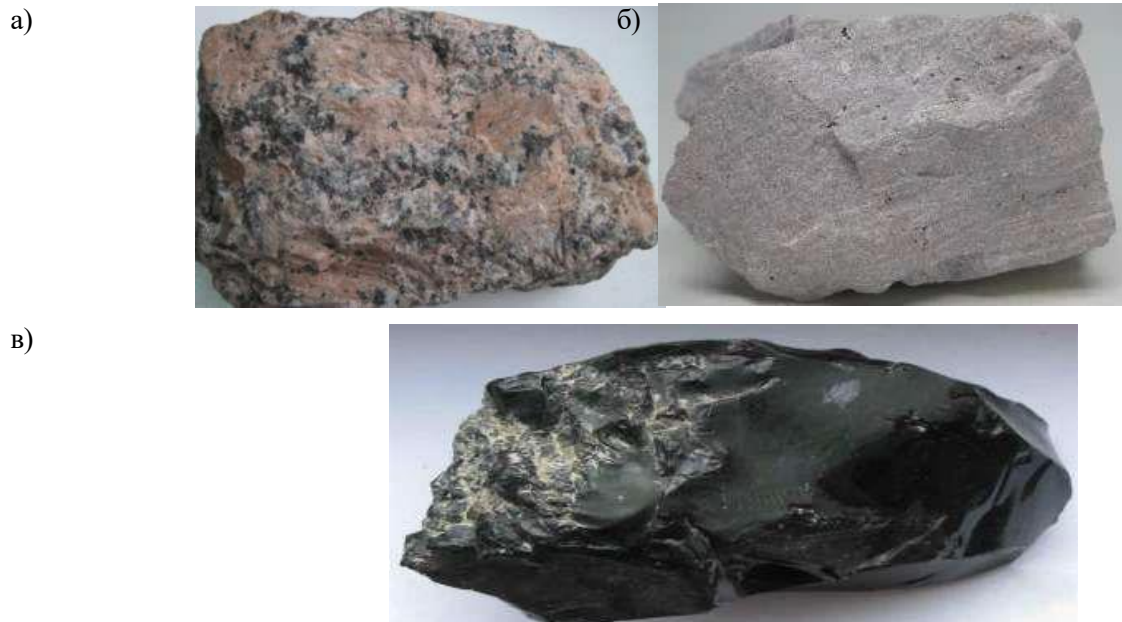


Рисунок 2.1. Виды структур магматических горных пород по степени кристалличности: а – полнокристаллическая (гранит); б – неполнокристаллическая (риолит);
в – стекловатая (обсидиан).

По размеру зерен различают следующие структуры:

- гигантозернистая (диаметр зерен более 20мм);
- крупнозернистая (с зернами кристаллов от 5 до 20мм);
- среднезернистая (с зернами от 1 до 5мм);
- мелкозернистая (диаметр зерен < 1мм) макроскопически различима;
- афанитовая (зерна видны только под микроскопом).

По расположению зерен минералов в породе структуры могут быть равномернозернистыми (зерна минералов близки по размерам) и неравномернозернистыми (зерна отличаются по размерам). Примером неравномернозернистой структуры является порфировая структура. По расположению зерен минералов выделяют еще пегматитовую структуру, когда зерна одного минерала содержат закономерные вростки другого минерала.

Текстура – это сложение породы, которое характеризуется относительным расположением составных частей породы в ее объеме.

В глубинных породах структура бывает:

- Массивная, характеризуется однородным распределением минералов по всей породе (см. рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Массивная текстура гранитов

- Шлировая, характеризуется неравномерным в виде полос, слоев или неправильных форм распределением минералов.
- Шаровая похожи на шлировая. В породе встречаются шаровые образования на фоне основной кристаллически-зернистой массы.

В эффузивных породах текстура может быть:

- плотная или афанитовая текстура характерна для микрокристаллических непористых пород, где зерна различимы только под микроскопом (см. рис. 2.3, а).
- пористая текстура возникает при дегазации застывающей лавы на земной поверхности (см. рис. 2.3, б).
- пузырчатая текстура характерна для пород с крупными пустотами (см. рис. 2.3, в).
- флюидальная текстура представлена вытянутыми в одном направлении микролитов в виде потока (см. рис. 2.3, г).

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.3. Виды текстур эффузивных магматических горных пород:

а – плотная; б – пористая; в – пузырчатая; г – флюидальная

Описание наиболее распространённых магматических горных пород приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Описание наиболее распространённых магматических горных пород

Текстура	Структура	Преобладающая окраска	Минеральный состав			Особые признаки	Наименование породы, происхождение, степень кислотности	
			Кварц	Полевые шпаты	Цветные минералы		Интрузивная (глубинная)	Эффузивная (излившаяся)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массивная	Мелкозернистая, среднезернистая, крупнозернистая, порфировая	Светлая, светло-серая, серая, желтоватая, розовая, красноватая	Кварц	Калиевые полевые шпаты (ортоклаз, микроклин и др.), плагиоклазы	Слюда (биотит и мусковит) и др.	Наличие кварца, светлая окраска	Гранит (кислая)	
Массивная	Средне-, крупнозернистая, порфировая	Белая, сероватая, красноватая, красная, темно-серая	-	Калиевые полевые шпаты, плагиоклазы	Биотит, амфибол, пироксен	От похожего гранита отличается отсутствием кварца	Сиенит (средняя)	
Массивная	От тонко- до среднезернистой, порфировая	Темно-серая, темно-зеленая, коричнево-зеленая	-	Плагиоклазы (андезин)	Роговая обманка, биотит, пироксен, амфибол	Полевые шпаты серые или зеленоватые. Розовые и красные тона не характерны	Диорит (средняя)	
Массивна, пятнистая, полосчатая	Мелко-, среднезернистая, редко порфировая	От темно-серой до черной с зеленоватым оттенком	-	Плагиоклазы (лабрадор, битовнит)	Пироксен, амфибол, оливин, реже биотит	Мелко- или среднезернистая порода. Часто присутствует зеленоватый оттенок. Отличается необычной прочностью и стойкостью к выветриванию	Габбро (основная)	

Массивная	Средне-, крупно-зернистая	Темно-серая, зеленовато-серая до черной	-	Плагиоклазы (лабрадор)	Пироксен, амфибол, оливин	Характерен синий отблеск на плоскостях спайности кристаллов лабрадора	Лабрадорит (основная)	
Массивная	Зернистая разной крупности	Темно-зеленая, почти черная	-	-	Оливин, пироксен	Светлоокрашенных минералов нет	Перидотит (ультраосновная)	
Массивная	Зернистая разной крупности	Темно-зеленая, бурая, почти черная	-	-	Оливин	Светлоокрашенных минералов нет	Дунит (ультраосновная)	
Массивная	Средне-, крупно-зернистая	От темно-зеленого до черного	-	-	Пироксен, амфибол, оливин	Светлоокрашенных минералов нет	Пироксенит (ультраосновная)	
Массивная, флюидальная, пористая	Порфировая, стекловатая	Светло-серая, серая, желтоватая, красноватая, красновато-бурая	Кварц	Калиевый полевой шпат (санидин)	Слюда (биотит), амфибол, пироксен	Основная масса тонкозернистая или плотная, часто содержит стекло. Другое название – липарит		Риолит (кислая)
Массивная, флюидальная, полосчатая	Порфировая	Желтовато-серая, красновато-бурая, серо-зеленая	Кварц	Калиевые полевые шпаты (олигоклаз, ортоклаз), плагиоклазы	Слюда (биотит)	Основная масса тонкозернистая или плотная. Общее название эффузивных кислых пород, имеющих порфировую структуру. Палеотипная порода.		Порфир (кислая)

Массивная, реже пористая, полосчатая, флюидальная	Полукристаллическая, порфирировая	Серовато-белая, серая, желтоватая или коричневая	-	Калиевые полевые шпаты, плагиоклазы	Слюда (биотит), амфибол, пироксен	Основная масса тонкозернистая или плотная, на ощупь шершавая, может содержать стекло		Трахит (средняя)
Массивная, пористая, флюидальная	Порфирировая, полукристаллическая, мелкозернистая	Темно-серая, зеленая, коричневая, красноватая почти черный	-	Плагиоклазы (олигоклаз, андезин)	Слюда (биотит), амфибол, авгит, роговая обманка	Плотная основная масса может содержать вулканическое стекло		Андезит (средняя)
Массивная, пористая	Порфирировая, полукристаллическая, миндалекаменная	От темно-серого до черного	-	Плагиоклаз (от лабрадора до анортита)	Авгит, роговая обманка, оливин	Основная масса плотная, может содержать стекло		Базальт (основная)
Массивная	Порфирировая	Темно-серая, черно-зеленая, красновато-бурая, серовато-черная	-	Плагиоклазы (олигоклаз, андезин) для диоритового порфирита; плагиоклаз (лабрадор, битовнит) – для габбрового порфирита	Слюда (биотит), амфибол, пироксен	Тонкозернистая или плотная основная масса, не содержит вулканического стекла. Общее название для средних и основных пород порфирировой структуры		Порфирит (средняя, основная)
Массивная	Тонко- и среднезернистая	Серо-зеленая, темно-зеленая до темно-серой с зеленоватым оттенком	-	Плагиоклаз (лабрадорит, битовнит)	Авгит, оливин, биотит, амфибол	Характерны узкие пластинки полевого шпата. Иногда содержат миндалины и жеоды. Палеотипная порода.		Диабаз (основная)

Массивная	Стекловатая	Зеленоватая, зеленая, дымчато-бурая, красноватая, черная, серая	-	-	Вулканическое стекло с содержанием воды менее 1 %	Блеск всегда стеклянный, раковистый излом. Образуется при быстром застывании лавы. Другое название – вулканическое стекло.		Обсидиан (кислая)
Массивная, пористая, полосчатая	Перлитовая (концентрически скорлуповатая)	Голубовато-серая, коричнево-серая, розовато-серая, черная	-	-	Вулканическое стекло с содержанием воды до 9 %	Структура обусловлена внутренним напряжением, возникающим при охлаждении стекла. При тепловой обработке (t = 1000 – 1200 °C) перлит сильно вспучивается в 5–15 раз		Перлит (кислая)
Пористая	Пирокластическая	Желтая, розовая, фиолетовая, темно-коричневая, бурая, серая, и др.	-	Анортит, летит	Обломки минералов и горных пород различной величины и состава	Образуется в результате цементации пирокластического материала. На фоне пористой основной массы разбросанные обломки различных форм и состава. Легко обрабатывается.		Вулканический туф (кислая, средняя)
Пористая	Пирокластическая	Светлая, белая, серая, желтоватая, черная	-	Вкрапленники полевых шпатов	Вулканическое стекло с небольшим содержанием воды	Порода сильно пористая, легкая, не тонет в воде. Образовалась при быстром застывании лав. Пористость достигает 60 %.		Пемза (кислая, средняя)

2. Установленные внешние признаки и наименование выданных образцов магматических горных пород занести в журнал описания магматических горных пород по форме таблицы 2.2.

Таблица 2.2

Журнал описания магматических горных пород

№ п/п	Окраска	Структура	Текстура	Группа по происхождению	Содержание SiO ₂	Название	Применение в строительстве
1	2	3	4	5	6	7	8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Цель: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, ознакомить студента с основными типами осадочных горных пород, их классификацией, минеральным составом, структурно-текстурными особенностями, научиться диагностировать осадочные горные породы по генетическим типам.

Необходимые материалы и оборудование: справочный материал, образцы осадочных пород, листы формата А4, письменные принадлежности, разрешается использование программного обеспечения Microsoft Word.

Ход работы:

1. Практическое задание выполняется на листах формата А4 в указанные преподавателем сроки.
2. При выполнении практического задания необходимо изучить основные свойства осадочных горных пород.
3. По выданным преподавателем образцам установить основные диагностические признаки обломочных осадочных горных пород.
4. Используя сведения об обломочных осадочных породах, определить наименование выданных преподавателем образцов горных пород, заполнить журнал описания осадочных горных пород.

Пояснения к работе:

1. Осадочные горные породы образуются на поверхности Земли или в самых верхних слоях литосферы в результате разнообразных геологических процессов:
 - накопления или осаждения обломочного материала, полученного при разрушении

- любых, ранее созданных, горных пород;
- химического осаждения из растворов и химических реакций, происходящих в земной коре;
 - в результате жизнедеятельности организмов.

В соответствии с указанными процессами осадочные породы по происхождению делятся на следующие группы:

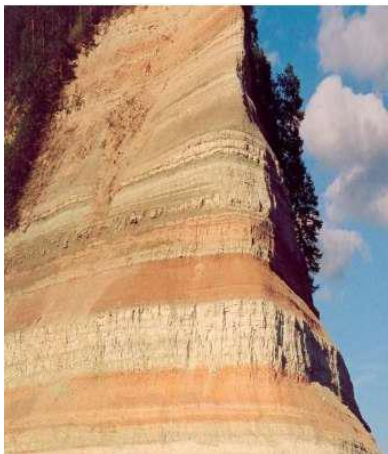
- *Обломочные породы*, состоящие из обломков в основном механического разрушения исходных горных пород.
- *Глинистые породы*, состоящие из продуктов механического и химического разложения первичных горных пород, обычно без перехода в раствор.

- *Хемогенные породы*, образованные путем различных химических реакций, выпадения солей из растворов.
- *Органогенные* или *биогенные*, образованные благодаря деятельности живых организмов и накоплению скелетных остатков после их отмирания.

В зависимости от условий образования каждая группа осадочных пород обладает специфическими чертами. Однако всем свойственен ряд признаков, которые отличают их от магматических и метаморфических пород.

Одним из таких признаков является *слоистость*, которая наблюдается у большинства осадочных пород. При этом характер слоистости часто указывает на условия осадконакопления. Например, горизонтальная слоистость (см. рис. 3.1, а) свидетельствует о накоплении осадков в спокойной воде озер или на значительной глубине в морях и океанах, куда не достигают волновые движения воды, а косая, перекрестная, волнистая и др. слоистость (см. рис. 3.1, б) указывает на образование осадков в подвижной воздушной или водной среде.

а)



б)

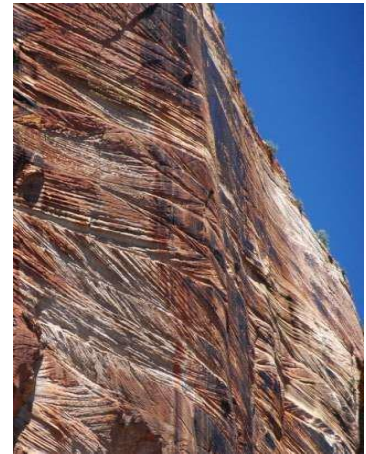


Рисунок 3.1. Виды слоистости: а – горизонтальная; б – косая

Важной особенностью осадочных пород является то, что многие из них содержат, а некоторые целиком состоят из окаменелых ископаемых остатков животных и растений. К ним относятся кости, раковины, древесина, пыльца и споры растений, а также их отпечатки, оставленные на мягком материале, который потом затвердел (см. рис. 3.2).

Довольно часто форма залегания осадочных пород определяется аккумулятивной формой рельефа, образованной тем или иным экзогенным фактором. Так, например, характерную форму залегания приобретают массы обломочного материала, образованные в результате осыпей, обвалов, работы ледника, моря, ветра, атмосферных вод.

Характеризуя осадочные породы, следует отметить, что в природе существует тесная и многосторонняя связь осадка со средой осадкообразования: изучая осадок, его состав, строение, условия залегания и заключенные в нем окаменелости, можно

восстановить условия его образования, а в конечном счете – воссоздать палеогеографию Земли в различные геологические эпохи.

а)



б)



в)



Рисунок 3.2. Окаменелые ископаемые остатки животных и растительных организмов:

а – отпечатки раковин с включениями белемнитов; в – отпечаток листа папоротника; в – аммонит, окаменелость.

Обломочные осадочные породы

Обломочные породы образуются в результате физического разрушения материнских пород и накопления их обломков. Обломочные породы по гранулометрическому составу (размеру обломков) делятся на: *грубообломочные* (псефитовые), *песчаные* (псаммитовые) и *пылеватые* (алевритовые).

Общая классификация осадочных обломочных пород приведена в таблице 3.1. Из таблицы видно, что неокатанные рыхлые осадочные обломочные породы, в зависимости от размера обломков, называются глыбами, щебнем или дресвой; породы, состоящие из окатанных обломков тех же размеров, соответственно называются валунами, галькой, гравием.

Таблица 3.1

Классификация обломочных осадочных пород

Структура	Размеры обломков, мм		Наименование пород			
			Рыхлые породы		Сцементированные породы	
			окатанные	неокатанные	окатанные	неокатанные
Псефитовая (грубообломочная)	крупные	200	Валуны	Глыбы	Валунные конгломераты	Глыбовые брекчии
	средние	200-10	Галечники	Щебень	Галечные конгломераты	Щебеночные брекчии

	мелкие	10-2	Гравий	Дресва	Гравийные конгломераты	Дресвяные брекчии
Псаммитовая (песчаная)	грубые	2-1	Пески грубозернистые		Песчаники грубозернистые	
	крупные	1-0,5	Пески крупнозернистые		Песчаники крупнозернистые	
	средние	0,5-0,25	Пески среднезернистые		Песчаники среднезернистые	
	мелкие	0,25-0,05	Пески мелкозернистые		Песчаники мелкозернистые	
Алевритовая (пылеватая)	крупные	0,1-0,05	Крупнозернистый алеврит		Крупнозернистый алевролит	
	средние	0,05-0,025	Среднезернистый алеврит		Среднезернистый алевролит	
	мелкие	0,025-0,01	Мелкозернистый алеврит		Мелкозернистый алевролит	
Пелитовая (глинистая)	< 0,01		Глина		Аргиллит	

При определении породы важным является форма их обломков и состав цемента. По *форме обломков* различают породы, в которых частицы могут быть *угловатые* (см. рис. 3.3, а, б, в) — углы не несут следов сглаживания; *полуокатанные* (округло-угловатыми), когда углы закруглены, по грани еще резкие; и *окатанные* (см. рис. 3.3, г, д, е)— обработаны все углы и ребра, зерна приобретают округлую, сфероидальную или близкую к ним форму.

Окатанность материала указывает на достаточно длительное время и длинный путь переноса обломочного материала от места разрушения до места накопления; неокатанность же, наоборот, — на кратковременность и небольшие расстояния переноса. Следует отметить, что мелкие обломки (менее 0,05 мм) практически не окатываются, поскольку они чаще всего переносятся во взвешенном состоянии водными и воздушными потоками, а не путем перекачивания.

I а)



б)



в)



II г)



д)



е)



Рисунок 3.3. Форма обломков осадочных горных пород:

I – угловатые обломки (а – глыба; б – щебень; г – дресва)

II – окатанные обломки (г – валун; д – галька; е – гравий)

Цемент осадочных пород — это вещество, скрепляющее частицы обломочного, органогенного или химического происхождения и превращающее их в плотную горную породу. Состав, структура и количественное соотношение цемента с обломочным материалом разнообразны. По составу цемент может быть глинистым, алевроитовым, песчаным, карбонатным (кальцитовым, доломитовым и др.), сульфатным (гипсовым, ангидритовым и др.), кремнистым (опаловым, халцедоновым, кварцевым), железистым (окислы и гидроокислы железа), фосфатным и др.

Все окатанные обломки, скрепленные цементом, называются *конгломератом* (см. рис. 3.4 а), соответственно в зависимости от размера обломков — валунным, галечным, гравийным (или гравелитом). Сцементированные обломки, состоящие из неокатанных обломков, называются *брекчией* (см. рис. 3.4, б), соответственно глыбовой, щебеночной, дресвяной. Встречаются конгломераты с некоторым количеством неокатанных обломков и брекчии с небольшим количеством окатанных.

а)



б)



Рисунок 3.4. Сцементированные обломки осадочных горных пород

а – конгломерат; б – брекчия

Песчаные породы (псаммиты) характеризуются крупностью частиц (обломков) от 0,1 до 2,0 мм и по этому признаку делятся на грубозернистые (1,0–2,0 мм), крупнозернистые (0,5–1,0 мм), среднезернистые (0,25–0,5 мм) и мелкозернистые (0,1–0,25 мм). Эти породы отличаются от крупнообломочных, помимо крупности зерен, также и тем, что составляющие их обломки первичных пород, как правило, раздроблены до состояния минеральных зерен.

Песчаные породы характеризуются неоднородностью и по минералогическому составу. В природных условиях встречаются *однородные (мономинеральные)* кварцевые

пески, состоящие не менее чем на 95% из зерен кварца. Выделяются *олигомиктовые* пески, в которых преобладает кварц (75–95%), но наблюдается значительная примесь одного или двух других минералов (полевые шпаты, слюды), и *полимиктовые*, состоящие из зерен различных минералов (кварца, полевых шпатов и цветных минералов).

В случае преобладания в песках зерен кварца и полевых шпатов их называют *аркозовыми*. При значительном содержании глауконита (20–40%) выделяют *глауконитовые* пески; оксидов железа – *железистые* пески и т. д.

Различные примеси придают пескам соответствующую окраску: глауконит – зеленую, оксиды железа – бурую, органические вещества – черную.

Песчаники представляют собой породу, образующуюся в результате цементации песков различными цементирующими веществами (см. рис. 3.5).



Рисунок 3.5. Песчаник

В зависимости от состава цемента различают песчаники *кварцевые, известковые, кремнистые, железистые* и т. д. Так же, как и пески, песчаники различаются по крупности зерен, минералогическому составу и окраске.

Алевритовые породы. К ним относятся алевриты, сложенные преимущественно мелкими частицами размером от 0,1 до 0,01 мм. Они занимают как бы промежуточное положение между песками и глинами. При небольшой примеси глинистых частиц (размером менее 0,005 мм) они близки по свойствам и внешнему виду к пескам. При значительном содержании глинистых частиц алевриты по свойствам приближаются к глинам.

К типичным алевритовым породам относятся *лёссы* и *лёссовидные суглинки*. *Лёсс* представляет собой светло-желтую или палево-желтую мягкую (легко растирающуюся между пальцами), легкую однородную, макропористую породу, в составе которой преобладают частицы пыли от 0,05 до 0,01 мм (более 50%) и в значительном количестве содержатся более мелкие частицы (от 0,01 до 0,005 мм).

Для лёсса характерны: отсутствие слоистости, вертикальная отдельность (столбчатость), значительное количество карбонатных соединений (вскипает при действии

10%-ной соляной кислоты), наличие системы коротких вертикальных канальцев, являющихся следами корней растений.

Помимо лёссов, в целом ряде районов широко развиты так называемые *лессовидные суглинки* (см. рис. 3.6), имеющие сходство с типичными лёссами: они пористы, имеют вертикальные канальцы, но, в отличие от лёссов, имеют менее однородный состав.



Рисунок 3.6. Лессовидный суглинок

Сцементированные алевритовые породы называются *алевролитами*, состоящие в основном из частиц алевритовой размерности; часто имеет разнообразную окраску, тонкослоистое плитчатое строение, которое легко обнаруживается при раскалывании породы.

Глинистые осадочные горные породы отдельно выделяют из группы обломочных пород, т.к. они обладают особыми свойствами и являются наиболее распространенными осадочными породами, на долю которых приходится больше 50 % от объема всех осадочных пород.

Различают глины *осадочные* (переотложенные, вторичные) и *остаточные* (первичные). Первые более распространены и образуются преимущественно в результате осаждения из воды тонко-взмученного материала, как в морях, так и на суше. Они могут быть прибрежно-морскими, лагунными и континентальными – аллювиальными, делювиальными, озерными и т. д. Вторые образуются на месте залегания в результате химического выветривания. Глинистые породы в основном состоят из мельчайших кристаллических (реже аморфных) зерен глинистых минералов. Главные составные части глин — SiO_2 (40-70 %), Al_2O_3 (10-35 %), K_2O , Na_2O , MgO , Fe_2O_3 и H_2O . Глины представлены разнообразными обломками размером меньше 0,01-0,005 мм.

Глины обладают целым рядом общих признаков, а именно: пластичностью, способностью при смачивании поглощать воду и разбухать, связностью, слабой водопроницаемостью, огнеупорностью. При увлажнении (если подышать на них) издают землистый запах (запах “печки”). В сухом состоянии глины имеют землистый характер, обычно легко растираются между пальцами в тончайший порошок; реже они крепкие. После обжига глины дают каменистую массу.

Глинистые породы, превращенные в процессе диагенеза в плотные, сцементированные, иногда очень твердые породы, называют *аргиллитами*. Имеет большую твердость, чем глина. Не размокает в воде. Излом неровный. Цвет различный. Отличительные признаки - для аргиллита характерны плотное строение, неровный излом, запах глины, не размокаемость в воде. От глины отличается твердостью и не размокаемостью в воде. При увлажнении имеет запах глины. Применение - вспученный аргиллит применяется как строительный материал. Минералогический состав осадочных обломочных горных пород и применение их в строительстве приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Минералогический состав осадочных обломочных горных пород и применение их в строительстве

Название породы	Минералогический состав	Применение в строительстве
Конгломерат или брекчия	из обломков пород различного минералогического состава	Строительный камень
Щебень или галька		В качестве наполнителя бетона, для отсыпки полотна дорог
Гравий или дресва		
Песок или песчаник	Полевые шпаты, кварц, слюда, глауконит, окислы железа	В качестве строительных растворов, сырье для получения стекла
Лёсс (алеврит)	Глинистые минералы: тонкозернистый кварц, кальцит, гипс	Сырье для получения кирпича, для строительных растворов
Алевролит		
Глина	Песчаные минералы: каолинит, монтмориллонит, глауконит	
Суглинок	Глинистые минералы: тонкозернистый кварц, кальцит, гипс;	
Супесь	Песчаные минералы: каолинит, монтмориллонит, глауконит	

Хемогенные осадочные горные породы

Хемогенные и органогенные осадочные горные породы образуются преимущественно в водных бассейнах. Осадочные породы химического происхождения образуются в результате: 1) выпадения солей из насыщенных растворов; 2) коагуляции коллоидных растворов; 3) химических реакций, происходящих в верхней части земной коры.

Характерной особенностью хемогенных пород является постоянство химического и минералогического состава. Многие из них являются породами мономинеральными.

Различный минералогический состав и наличие примесей обуславливают разнообразие цвета химических пород. Чаще всего они имеют светлую окраску. Структура этих пород зависит от минералогического состава и условий образования: они могут быть зернисто-кристаллическими, плотными, землистыми, пористыми или оолитовыми.

Классификация хемогенных осадочных пород производится по химическому составу слагающих их минералов (см. табл. 3.3).

Таблица 3.3

Классификация хемогенных осадочных пород

Название		Химический состав
Галоиды:	галит сильвин	NaCl KCl
Сульфаты:	гипс ангидрит	CaSO ₄ · 2H ₂ O CaSO ₄
Карбонаты:	известняк плотный, оолитовый известковый туф доломит	CaCO ₃ CaCO ₃ CaMg(CO ₃) ₂

Галоиды

Каменная соль. Главная составная часть ее – галит (NaCl). Окраска породы светло-серая, белая, но иногда может быть красной, черной или синей. Структура породы кристаллически-зернистая, текстура массивная или слоистая. Характерный диагностический признак – соленый вкус, хорошо растворяется в воде.

Каменная соль используется в пищевой промышленности для сохранения скоропортящихся продуктов и как приправа к пище.

Калийная соль (сильвинит) состоит из минерала сильвина (KCl), обычно с существенной примесью карналлита (KCl, MgCl₂·6H₂O) и галита. По характеру окраски выделяются красные и пёстрые сильвиниты. Текстура их слоистая, массивная, структура мелко- и среднезернистая. Вкус горький или жгуче-соленый. Калийные соли применяется для удобрения почвы, и в химической промышленности. Сильная растворимость в воде играет отрицательную роль в случаях, когда галоидные породы встречаются в виде линз или прослоев в породах основания. Это существенно снижает его инженерно-геологические характеристики.

Сульфаты

Гипс – мономинеральная порода, состоит из минерала гипса CaSO₄·2H₂O. Структура мелко- и среднезернистая, а также встречается в волокнистых и пластинчатых разновидностях,

текстура массивная, реже слоистая. Имеет твердость 2, царапается ногтем. Окраска породы светлая: белая, кремовая, серая, иногда от примесей окислов железа – бурая. Скальный грунт.

Ангидрит состоит из минерала ангидрита CaSO_4 и во многом сходен с гипсом. Имеет также светлый, голубовато-серый, серый и белый цвет. Легко отличается от гипса по твердости (не чертится ногтем). Структура ангидрита средне- и мелкозернистая, текстура массивная и слоистая.

Гипсы и ангидриты используются в строительстве для приготовления вяжущих материалов, для производства серной кислоты, в медицине.

Гипсы и ангидриты легко растворяются и выщелачиваются подземными водами, образуя полости. Ангидрит при соприкосновении с водой легко гидратируется и переходит в гипс со значительным увеличением объема, что приводит к деформациям не только соседних толщ пород, но может вызвать деформацию оснований сооружений. В районах распространения этих пород возможны проявления процессов суффозии и карста, поэтому при проектировании зданий и сооружений необходимо тщательное гидрогеологическое обследование участка.

Карбонаты

Известняки – наиболее распространенные карбонатные породы, состоящие из кальцита CaCO_3 . Текстура обычно массивная или слоистая, структура мелкозернистая, иногда рыхлая пористая, туфовая. Цвет их обычно светлый – белый, светло-желтый, светло-серый, а от примеси гумусовых (органогенных соединений) – черный цвет и своеобразный запах (битуминозные известняки). Наиболее типичный признак всех известняков – интенсивная реакция с соляной кислотой. Растворимы в воде. Скальный грунт.

Плотные известняки обладают массивной, иногда слоистой текстурой, скрытокристаллической структурой, твердость не превышает 3, раковистый излом.

Оолитовые известняки (икряный камень) – состоят из мелких шаровидных стяжений кальцита. Текстура массивная, структура оолитовая.

Известковый туф – пористая, ноздреватая порода от светло-серого до желто-серого цвета. Образуется в результате отложения кальцита в местах выхода подземных известково-карбонатных вод на поверхность. Плотную разновидность называют травертин.

Доломит – осадочная порода состоящая из минерала доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Внешне похож на известняк, но с соляной кислотой реагирует только в порошке. Структура мелко- и тонкозернистая, текстура массивная, реже слоистая. Цвет белый, серый до черного, красноватый. Доломиты менее чем известняки подвержены растворению, имеют

твердость 4, поэтому менее подвержены выветриванию и выщелачиванию. Скальный грунт. Карбонатные породы используются для производства цемента, в виде флюса в металлургии, для известкования кислых почв.

Хемогенные и органогенные осадочные горные породы

Осадочные органогенные породы образуются в результате жизнедеятельности организмов, вследствие накопления органических остатков после отмирания животных и растений.

Классификация органогенных осадочных пород по химическому составу слагающих их минералов приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Классификация органогенных осадочных пород

Название		Химический состав
Известковые	известняк–ракушечник известняк битуминозный мел	CaCO ₃
Кремнистые	Трепел опока диатомит	SiO ₂ ·nH ₂ O
Углеродистые	торф уголь нефть сапропелиты	Органические соединения углерода

Известковые породы

Известняк органогенный (известняк-ракушечник) представляет обломки или целые раковины моллюсков, кораллов. Остатки хорошо видны невооруженным глазом. Органогенные известняки также как и хемогенные реагируют с соляной кислотой, но отличаются большей пористостью. Структура биоморфная, биогенно-шламовая, текстура массивная, пористая. Скальный грунт.

Мел – специфическая карбонатная порода, состоящая из кальцита CaCO₃, иногда с примесями песка и глины. Окраска породы белая, иногда с сероватым или буроватым оттенком. Мел непрочен, легко поддается обработке ножом, стеклом, пачкает руки, пишет, пористый (до 40–50 %). Порода интенсивно «вскипает» при взаимодействии с 10 % соляной кислотой. Основная составная часть породы – органические остатки (раковинки фораминифер, остатки известковых водорослей). Структура мела пелитоморфная. Скальный грунт. Применяется как строительный материал, для производства цемента.

Битуминозный известняк – порода черного цвета, из-за содержания битума такие

породы называют асфальтовыми. Текстура массивная или пористая, структура скрытокристаллическая. Скальный грунт.

Мергели – породы смешанного состава, состоящие из кальцита и на 25–50% из глинистых частиц. Мергели образуются в морских бассейнах, лагунах и пресноводных озерах при одновременном поступлении глинистого и карбонатного материала. По внешнему виду это плотная или землистая, однородная порода белого, серого, желтоватого цвета. Вскипает при взаимодействии с соляной кислотой, оставляя желтые пятна за счет концентрации на месте реакции глинистых частиц. Скальный грунт. Мергели широко применяются в цементной промышленности. За счет содержания глинистых частиц, способны набухать при замачивании, что является неблагоприятным фактором при строительстве.

Кремнистые породы

Диатомиты состоят в основном из диатомей (кремневых водорослей). Это белые до желтоватых, мягкие, очень легкие пористые породы, растираются пальцами в тончайшую пудру, внешне очень похожие на мел, но в отличие от него не реагируют с соляной кислотой, прилипают к влажному пальцу.

Опоки – продукт изменения диатомитов и трепелов. Легкие, твёрдые, сильно пористые (прилипает к влажному пальцу) породы белого, серого до чёрного цвета, при ударе колетса со звенящим звуком на мелкие остроугольные обломки, обладающие раковистым изломом. Нет реакции с соляной кислотой. Состоят из мельчайших округлых стяжений (глобулей) опала. Окраска пород в целом более тёмная, чем у трепелов – от серой до темно-серой и черной.

Трепелы – породы, состоящие из мельчайших зернышек опала, скрепленных опаловым цементом. Трепел может быть рыхлым, компактным, плотным и пористым. Цвет от белого, сероватого до желтовато-серого. Трепел трудно отличить от диатомита. Но чаще трепел имеет более темный цвет, чуть больший удельный вес. Как и диатомит, легко растирается между пальцами, за счет высокой пористости липнет к влажному пальцу.

Кремнистые породы применяются как теплоизоляционные, строительные и фильтрационные материалы, как наполнители, катализаторы, адсорбенты.

Углеродистые соединения

Каустобиолиты образуются из остатков растительных или животных организмов, преобразованных под влиянием различных геологических факторов и способных гореть на воздухе.

Образование углей их упрочение и метаморфизм (*углефикация*) происходит миллионы лет, на протяжении которых растения без доступа воздуха превращаются в

углерод и углеводороды. Сначала возникает торф (биохимическая углефикация), по мере перекрытия его глинистыми и песчаными породами – бурый уголь. Под действием сильного давления и температуры из бурых углей образуются каменные угли и антрацит, при более высокой температуре и давлении как конечный продукт – графит.

Торф представляет собой скопление относительно малоизмененных остатков растительных тканей, образующихся в условиях болот. Это более или менее рыхлая бурая или черная гумусовая масса, содержащая в больших или меньших количествах видимые остатки растительности (листья, стебли, корни, древесину, мох). Высушенный торф обычно рыхлый, легкий.

Торф обладает очень большой влажностью, значительной пористостью и, как следствие этого сильной сжимаемостью. При оценке площади строительства сооружения следует опасаться наличия линз и прослоев торфа в толщах минеральных грунтов, что может привести к повышенной сжимаемости всего основания и неравномерным деформациям.

Каменный уголь состоит на 70–95 % из углерода с механическими примесями глинистых минералов, полевых шпатов. В зависимости от содержания углерода, плотности и других свойств, выделяют бурый (самый бедный углеродом), каменный уголь и антрацит. Бурый и каменный уголь породы от светло-коричневого до черного цвета, пачкают руки, оставляют на шероховатой фарфоровой пластинке коричневую черту. Текстура массивная, слоистая.

Антрацит (греч. «антракс» – жаркий уголь) – содержит 95 % углерода, имеет серовато-черный цвет, полуметаллический блеск. Не пачкает руки, черта – черная.

Каустобиолиты широко используются как промышленное топливо, а также в качестве сырья для химической промышленности.

2. Осадочная порода определяется в следующей последовательности:

- определить окраску горной породы;
- определить структуру и текстуру образца породы;
- по размеру, форме и сложению обломков определить название осадочной породы, (см. табл.3.1);
- по таблице 3.2 установить минералогический состав породы, а также применение в строительстве.

Установленные внешние признаки и наименование выданных образцов осадочных горных пород занести в журнал описания магматических горных пород по форме таблицы 3.5.

Журнал описания осадочных горных пород

№ п/п		
-------	--	--

Окраска		
Структура		
Текстура		
Минералогический состав		
Название		
Применение в строительстве		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Цель практического занятия: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, ознакомить студента с краткими сведениями о метаморфических горных породах, изучить свойства метаморфических горных пород (минеральный состав, структуру, текстур и др.), научиться диагностировать метаморфические горные породы.

Необходимые материалы и оборудование: справочный материал, образцы осадочных пород, листы формата А4, письменные принадлежности, разрешается использование программного обеспечения Microsoft Word.

Ход работы:

1. Практическое задание выполняется на листах формата А4 в указанные преподавателем сроки.
2. При выполнении практического задания необходимо изучить основные свойства метаморфических горных пород.
3. По выданным преподавателем образцам установить основные диагностические признаки метаморфических горных пород.
4. Используя сведения о метаморфических породах, определить наименование выданных преподавателем образцов горных пород, заполнить журнал описания метаморфических горных пород.

Пояснения к работе:

1. **Метаморфические горные породы** образуются в земной коре из магматических и осадочных пород путем их глубокого изменения и преобразования под влиянием высокой температуры, давления, горячих водных растворов и газовых компонентов.

При этом происходит сложный процесс перекристаллизации минеральных масс, замещение одних веществ другими, разрушение старых структур и текстур и образование новых. Основными факторами метаморфизма являются температура, давление (литостатическое и одностороннее) и химически активные вещества — растворы и газы.

С учетом геологических условий и преобладания тех или иных факторов преобразования пород выделяются следующие основные типы метаморфизма:

- *Контактный метаморфизм* происходит на контакте внедрившейся магмы с вмещающими ее породами. Здесь изменение горных пород происходит под влиянием давления, теплового воздействия высокотемпературного (выше 1000°)

расплава магмы, газообразных компонентов магмы (пневматолитовый метаморфизм) и горячих растворов (гидротермальный метаморфизм). При этом происходит изменение структуры, текстуры, часто химического и минералогического состава метаморфизирующихся пород.

- *Динамометаморфизм*, или *дислокационный метаморфизм*, обуславливается односторонним давлением (стрессом), которое испытывают породы под влиянием тектонических движений. При этом происходит изменение структуры, текстуры, иногда минералогического состава метаморфизирующихся пород. Химический состав остается неизменным.
- *Региональный метаморфизм* проявляется на огромных площадях в подвижных зонах земной коры (геосинклиналях) под влиянием высокой температуры, большого давления, а часто при участии химически активных веществ. Метаморфические породы испытывают, как правило, весьма глубокие изменения как в структуре, так и в составе.

Структура и текстура метаморфических пород

Метаморфические породы образуются в результате структурно-текстурных и минеральных, а иногда и химических преобразований ранее существовавших пород (осадочных, магматических и метаморфических) в связи с изменением физико-химических условий под воздействием разнообразных эндогенных процессов. По интенсивности метаморфических преобразований породы разделяются на слабо измененные (метаморфизованные), сохранившие реликты состава и структуры исходного материала (протолита), и глубоко преобразованные (метаморфические), первоначальная природа которых полностью утрачена. Между ними наблюдаются постепенные переходы.

В процессе метаморфизма некристаллические породы становятся кристаллическими, а кристаллические испытывают перекристаллизацию. Поэтому метаморфические породы имеют обычно *кристаллическую структуру* и в этом отношении в известной мере сходны с глубинными магматическими породами.

Среди структур метаморфических пород выделяют следующие главные типы:

- *Кристаллобластовые структуры* возникают в результате полной перекристаллизации исходных пород. Процесс перекристаллизации в твердом состоянии называется кристаллобластезом, а минеральные зерна, образующиеся в результате такого процесса, - кристаллобластами. Например кварцит (см. рис. 4.1), мрамор. По величине минеральных частиц различают крупнозернистую структуру (диаметр частиц более 5 мм), средне (1-5 мм), мелко – (0,25 – 1 мм) и тонкозернистую (менее 0,25 м). По относительным размерам зерен

кристаллобластовые структуры подразделяются на равномерно-зернистые и неравномерно-зернистые.



Рисунок 4.1. Кварцит

- *Катакластические структуры* возникают под воздействием направленного давления, вызывающего дробление и перетирание пород. Например тектонические брекчии (см. рис. 4.2).



Рисунок 4.2. Тектоническая брекчия

- *Реликтовые* структуры характерны для пород, не претерпевающих глубоких изменений, в которых наряду с новыми структурами сохранились элементы структур исходных пород.

По *текстуре* метаморфические породы значительно отличаются от магматических.

Для них характерны следующие виды текстур:

- *Сланцеватая* – удлиненные кристаллы располагаются своими длинными сторонами взаимно параллельно. Породы со сланцеватой текстурой часто легко раскалываются на тонкие пластинки или плитки с ровными параллельными плоскостями, например, глинистый сланец, филлит, сланец тальковый (см. рис. 4.3).



Рисунок 4.3. Сланец тальковый

- *Полосчатая* или *ленточная* – в породе чередуются более или менее выдержанные полосы разной толщины и различного минералогического состава, например, гнейс (см. рис. 4.3).



Рисунок 4.4. Гнейс

- *Массивная*, аналогичная полнокристаллической текстуре магматических пород, например, мрамор (см. рис. 4.5).



Рисунок 4.4. Мрамор

Волокнистая – большая часть породы сложена волокнистыми минералами.

- *Очковая* – в породе присутствуют зерна овальной формы или агрегаты обычно светлоокрашенных минералов, резко выделяющиеся на темном фоне породы, например, очковый гнейс.
- *Плойчатая* – порода смята в мелкие складочки, гофрирована.

Классификация метаморфических пород

Метаморфические горные породы классифицируются по происхождению, по минералогическому составу и по глубине образования (см. табл. 4.1).

Наиболее распространенными метаморфическими породами являются сланцы, кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболиты, мраморы, кварциты.

Они залегают в форме слоев, линз и слоистых толщ, обычно интенсивно деформированных, смятых в сложные складки.

Таблица 4.1

Классификационная таблица метаморфических горных пород

Название породы	Минералогический состав	Тип метаморфизма
Мрамор	Кальцит, доломит, магнезит	Регионально-контактный
Кварцит	Кварц с примесью слюды, хлорита	Региональный
Роговики	Кварц, слюда (биотит), присутствуют часто полевые шпаты, гранат, магнетит, роговая обманка, пироксенит	Контактный
Скарн	Гранит, пироксен, плагиоклаз, эпидот, карбонатные рудные минералы	Пневматолитово-гидротермальный
Грейзен	Кварц, слюда, (мусковит), турмалин	
Серпантин (змеевик)	Серпантин, примесь магнетита и хромита	Региональный
Амфиболит	Роговая обманка, средний плагиоклаз, кварц	Региональный
Глинистый сланец	Биотит, хлорит, серицит, кварц, примеси (пирит, углистые частицы, железорудные минералы)	Региональный, динамический
Филлит	Кварц, серицит, хлорит, биотит, альбит	Региональный
Слюдяные сланцы	Кварц, слюда, хлорит, примеси (графит, гранат)	
Тальковый сланец	Тальк с примесью кварца, хлорита и слюды	
Хлоритовый сланец	Хлорит с примесью кварца, талька, слюды, актинолита, магнетита	
Гнейс	Кварц, полевые шпаты, слюда, роговая обманка, авгит, амфибол	

Различают несколько видов метаморфизма:

- *Контактный метаморфизм* происходит на контакте внедрившейся магмы с вмещающими ее породами. Здесь изменение горных пород происходит под

влиянием давления, теплового воздействия высокотемпературного (выше 1000 °С) расплава магмы, газообразных компонентов магмы (пневматолитовый метаморфизм) и горячих растворов (гидротермальный метаморфизм). При этом происходит изменение структуры, текстуры, а часто химического и минералогического состава метаморфизирующихся пород.

- *Динамометаморфизм*, или *дислокационный метаморфизм*, обуславливается односторонним давлением (стрессом), которое испытывают породы под влиянием тектонических движений. При этом происходит изменение структуры, текстуры, иногда минералогического состава метаморфизирующихся пород. Химический состав остается неизменным.
- *Региональный метаморфизм* проявляется на огромных площадях в подвижных зонах земной коры (геосинклиналях) под влиянием высокой температуры, большого давления, а часто при участии химически активных веществ. Метаморфические породы испытывают, как правило, весьма глубокие изменения как в структуре, так и в составе.

Описание наиболее распространённых метаморфических горных пород приведено в таблице 4.2.

2. Последовательность определения метаморфической породы:

- определить окраску, структуру и текстуру образца породы;
- по таблице описания горных пород и по изученному теоретическому материалу установить тип метаморфизма и название образца горной породы, установить минералогический состав породы (см. табл.4.3);
- установить применение в строительстве.

Установленные внешние признаки и наименование выданных образцов горных пород занести в журнал описания магматических горных пород по форме таблицы 4.2.

Таблица 4.2

Журнал описания метаморфических горных пород

№ п/п	Окраска	Структура	Текстура	Тип метаморфизма	Минералогический состав	Название	Применение в строительстве
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4.3

Описание метаморфических пород

Структура	Текстура	Окраска породы	Минеральный состав	Особые признаки	Тип метаморфизма	Наименование породы
Роговиковая	Массивная, сланцеватая, пятнистая	Разнообразная, зависит от цвета первичного материала	Кварц, слюда, полевые шпаты, гранат и др.	Плотная порода с раковистым изломом	Контактовый	Роговик
Гранобластовая, порфировая, волокнистая и др.	Массивная, пятнистая, полосчатая	Темная, с оттенками – красным, темно-зеленым и др.	Пироксен, гранат, магнетит	Порода неравномерно - зернистая, часто выражена метасоматическая зональность	Метасоматизм	Скарн
Зернистая, разной крупности	Массивная, сланцеватая, пятнистая	От чисто белой до черной, сочетания разноокрашенных пятен и полос	Не менее 95% кальцита, остальное примеси - глинистый материал, графит, лимонит, гематит и др.	Небольшая твердость, вскипает от HCl, отчетливо различимое кристаллическое строение, блестящий излом	Региональный	Мрамор
Мелко- и среднезернистая	Массивная	Различная, в зависимости от неизменных и новообразованных минералов	Кварц (70-100%), мусковит, хлорит, графит, пироксен, силлиманит и др.	Большая твердость (6-7 по шкале Мооса), плотная порода	Региональный	Кварцит
Зернистая разной крупности, гранобластовая	Массивная, сланцеватая	Темно-зеленая, зеленовато-черная, темно-серая	Амфибол, плагиоклазы (от олигоклаза до анортита), гранит, пироксен	Темная окраска, зернистое строение	Региональный	Амфиболит

Структура	Текстура	Окраска породы	Минеральный состав	Особые признаки	Тип метаморфизма	Наименование породы
Плотная	Массивная, пятнистая, полосчатая	Зеленая, темно-зеленая до черно-зеленой	Серпентин, пироксен, хромит, магнетит, гранит	Плотное строение, неравномерно-пятнистая окраска, наличие прослоев асбеста	Автометаморфизм	Серпентинит (змеевик)
Мелкозернистая, гранобластовая, гнейсовидная	Сланцеватая, полосчатая	Светло-серая, серая, темно-серая, желтоватая, бурая	Кварц, слюда (мусковит, биотит), полевой шпат (ортоклаз, плагиоклаз) и др.	Кварц и полевые шпаты сливаются в сплошные полосы	Региональный	Гнейс
Тонкозернистая	Сланцеватая	Разнообразная: серая, темно-серая, серо-зеленая, реже черная	Кварц, серицит, хлорит, биотит, альбит, гранат, ставролит	Всегда имеет тонкую сланцеватость и очень тонкую зернистость, шелковистый блеск	Региональный	Филлит
Мелкозернистая	Сланцеватая	Светло-серая, зеленоватая	Слюда (мусковит, биотит), кварц	Шелковистый блеск на плоскостях сланцеватости	Региональный	Слюдяной сланец
Зернистая	Сланцеватая	Зеленая, темно-зеленая	Хлорит, примесь магнетита, кварца	Шелковистый блеск, наличие октаэдров магнетита	Региональный	Хлоритовый (зеленый) сланец
Зернистая	Сланцеватая	Белая, желтоватая, зеленоватая	Тальк, кварц, хлорит, слюда	Светлая окраска, низкая твердость (1 по шкале Мооса), жирный на ощупь	Региональный	Тальковый сланец
Зернистая	Сланцеватая	Зеленая до темно-зеленой	Роговая обманка, полевой шпат	Темно-зеленая окраска, характерная для роговой обмани	Региональный	Рогово-обманковый сланец
Плотная	Массивная	Желтая, красная, коричневая, зеленая и др.	Кварц, халцедон, эпидот, гранат, актинолит, гематит, гётит и др.	Раковистый излом, часто пятнистая или полосчатая окраска, порода непрозрачная, твердость 6–7	Региональный в геосинклинальных областях	Яшма

Структура	Текстура	Окраска породы	Минеральный состав	Особые признаки	Тип метаморфизма	Наименование породы
Средне- или крупнозернистая	Массивная, сланцеватая	Темно-зеленая	Пироксен (омфацит), гранат (пироп, альмандин, гроссуляр), рутил, корунд, оливин и др.	Порода содержит красные граниты, образована при очень высоких температурах и давлениях, очень прочная	Контактовый	Эклогит

Построение геоморфологического и геологического разрезов

Геологической картой называется графическое изображение на топографической или географической основе с помощью условных знаков геологического строения какого-либо участка земной коры, континентов или земного шара в целом. Геологическая карта показывает распространение на земной поверхности выходов горных пород, различающихся по возрасту, происхождению, составу и условиям залегания.

Геологические карты строятся по результатам геологической съемки, теоретического обобщения достижений геологических наук и практического опыта (при составлении геологических карт ведущее значение имеют такие разделы геологии, как стратиграфия, геотектоника, структурная геология, историческая геология, литология, геохимия, минералогия, петрография, месторождение полезных ископаемых).

На геологической карте определенными цветами и дополняющими их буквенно-цифровыми индексами выделяются распространенные и расчлененные по возрасту, в соответствии с общей (международной) стратиграфической шкалой, стратифицированные горные породы. Различными линиями обозначаются разнообразные геологические границы: согласное и несогласное залегание, разрывные нарушения и др. На геологической карте при необходимости показываются элементы залегания пород, места находок ископаемых органических остатков и отбора проб, местоположение буровых скважин, шурфов и т. п. Дробность подразделений и нагрузка геологических карт зависят от масштаба и назначения карты.

При построении геологических карт используют топографические карты соответствующего масштаба.

Все карты подразделяются на карты коренных пород и четвертичных отложений.

На *картах четвертичных отложений* принято показывать расположение в плане пород различного происхождения (речные, ледниковые и т. д.) и литологического состава, расположенных на поверхности земли. *Карты коренных пород* показывают горные породы (характер залегания, литологический состав и т. д.), которые располагаются под четвертичными отложениями и скрыты от прямого наблюдения. Среди геологических карт коренных пород выделяют несколько видов: стратиграфические, литологические и литолого-стратиграфические. Кроме того, для различных целей составляют карты специального назначения, среди которых основное место занимают инженерно-геологические, гидрогеологические и карты строительных материалов.

Стратиграфическая карта показывает границы распространения пород различного возраста. Породы одного и того же возраста на карте обозначают условными буквенными индексами и окрашивают одним цветом.

Литологическая карта отражает состав пород. Каждую породу обозначают условным знаком. В практике геологических исследований для строительства чаще составляют литолого-стратиграфические карты, на которых показаны возраст и состав пород.

Инженерно-геологические карты – это сведения о важнейших инженерно-геологических факторах в пределах изучаемой территории. Каждая инженерно-геологическая карта – понятие собирательное и состоит из собственно карты, условных обозначений, геологических разрезов и пояснительной записки.

Инженерно-геологические карты бывают следующих видов: инженерно-геологических условий, инженерно-геологического районирования, инженерно-геологические специального назначения.

Карта инженерно-геологических условий – это карта, на которой показаны все важнейшие геологические факторы, учитываемые при планировании, проектировании, строительстве, эксплуатации сооружений и проведении других инженерных мероприятий, а также при прогнозе

изменения геологической среды под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности.

Карта инженерно-геологического районирования отражает деление территории на части (регионы, области, районы и т. д.) в зависимости от общности их инженерно-геологических условий.

Карты специального назначения составляют применительно к конкретным видам строительства или сооружения. Они содержат оценку инженерно-геологических условий территории строительства и прогноз инженерно-геологических явлений.

Масштабы инженерно-геологических карт находятся в зависимости от их назначения и детальности содержания:

– общие обзорные (или схематические) карты мелкого масштаба (от 1:500000 и мельче) отражают общие закономерности формирования и распространения инженерно-геологических условий на больших территориях;

– карты среднего масштаба (от 1:200 000 до 1:100 000) предназначены для обоснования проектирования строительства населенных пунктов, промышленных предприятий, отдельных гидротехнических сооружений и т. д.;

– детальные крупномасштабные карты (от 1:10000 и крупнее) используют для обоснования проектирования при размещении конкретных объектов промышленного строительства, при застройке городских территорий и т. д.

Геологический разрез – сечение участка земной коры вертикальной плоскостью с изображением на нем геологических факторов, характеризующих взаимное расположение слоев горных пород и условия их обводнения.

Геологические разрезы составляются по геологическим картам, данным геологических наблюдений и горных выработок (буровые скважины, шурфы и т. п.), геофизических исследований и др.

Геологические разрезы ориентируют, главным образом, вкрест или по простиранию геологических структур по прямым или ломаным линиям, проходящим при наличии глубоких опорных буровых скважин через эти скважины. Горизонтальные и вертикальные масштабы геологических разрезов обычно соответствуют масштабу геологической карты.

Колонка буровой скважины – вертикальное сечение верхней части земной коры, пробуренное скважиной, с изображением на нем геологических, гидрогеологических и геодезических данных.

Скважина – цилиндрическая выработка, пройденная буровым инструментом в горных породах.

Шурф – вертикальная горная выработка квадратного, прямоугольного или круглого сечения (дудка), проходима с поверхности земли.

Кровля слоя – поверхность, ограничивающая слой сверху при его нормальном залегании.

Подошва слоя – поверхность, ограничивающая слой внизу при нормальном его залегании.

Появившийся уровень воды – абсолютная отметка или глубина от

устья скважины (в метрах), на которой зафиксирована жидкость во время бурения скважины.

Установившийся уровень воды – абсолютная отметка или глубина от устья скважины (в метрах), на которой держится уровень жидкости в скважине в течение длительного времени.

Условные обозначения помещаются обычно справа от карты и заключаются в прямоугольники определенного размера (например, 8×15 или 10×15 мм). Прямоугольник окрашивается соответствующим цветом, заполняется штриховыми знаками или крапом и внутри его проставляется индекс. Справа дается словесное объяснение условного знака. В расположении условных знаков соблюдается строгий порядок. В первой вертикальной колонке сначала идут условные обозначения,

характеризующие стратифицированные образования (осадочные, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и метаморфические), располагаемые сверху вниз от более молодых к более древним, затем – условные обозначения интрузивных и нестратифицированных вулканогенных образований (также от ранних к поздним). Во второй колонке, которая располагается правее первой (или ниже), находятся условные обозначения, объясняющие специальные знаки (крап), используемые при составлении геологической карты. К низу от них в этой же колонке даются обозначения геологических границ, разрывных нарушений и их морфологических разновидностей. Далее следуют условные обозначения элементов залегания слоев, мест находок ископаемой фауны и флоры, горных выработок и прочих немасштабных точечных объектов.

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ

Построение геологических колонок рекомендуется производить на миллиметровой бумаге формата А4 в такой последовательности:

1. Вычерчиваются необходимые для построения колонки столбцы: 1 – глубина; 2 – номер слоя; 3 – возраст породы; 4 – мощность слоя; 5 – абсолютная отметка подошвы слоя; 6 – колонка; 7 – абсолютная отметка уровней подземных вод; 8 – описание пород. Габаритные размеры геологической колонки по горизонтали приводятся в таблице 10.

Т а б л и ц а 10 – Габаритные размеры геологической колонки буровой скважины

Глубина, м	Номер слоя, м	Возраст пород	Мощность слоя, м	Абсолютная отметка подошвы слоя, м	Колонка			Абсолютная отметка уровней подземных вод, м	Описание пород
					6	7	8		
10мм	10мм	15мм	15мм	15мм	15м	5	15мм	25мм	55-60мм
					м	м			
						м			

2. Принимается вертикальный масштаб. В столбце 1 наносится глубина в принятом масштабе шкалы.
3. На шкале глубин отмечается мощность (толщина) первого слоя и проводится тонкая горизонтальная линия. Горизонтальная линия не пересекает скважину в столбце 6 и столбец 7.
4. В столбцах 2, 3, 4 по данным описания буровой скважины указывается номер слоя, возраст породы и мощность слоя соответственно.
5. Высчитывается абсолютная отметка подошвы (низа) слоя, которая равна разности отметки устья скважины и мощности слоя. Числовое значение абсолютной отметки подошвы слоя записывается внизу слоя в столбце 5.
6. В центральной части столбца 6 условно вычерчивается скважина, а остальная часть заштриховывается в соответствии с условными обозначениями данных пород (по приложению А) и окрашивается цветом, соответствующим возрасту данной породы (см. таблицу 4).
7. Аналогично производится построение и описание второго и последующих слоев породы.
8. В столбце 7 заносятся отметки подземных вод. Уровни подземных вод показываются графически (горизонты затушевываются синим или голубым цветом) в скважине (центральная часть столбца 6).
9. В столбце 8 приводится описание породы.

Рассмотрим пример построения геологической колонки по следующим исходным данным:

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
41 140,1	1	<i>fgQ4 eQ3</i>	Суглинок бурый иловатый Глина	5,5	1,5	1,7
	2	<i>eQ1 C1</i>	плотная	20,4		
	3	<i>D3</i>	Песок желтый мелкий Известняк	38,8		
	4	<input type="checkbox"/> <i>PR</i>	трещиноватый Аргиллит	78,6		
	5		Гранит трещиноватый	82,9	82,9	1,5 м над устьем
	6			85,9		

Перед тем как перейти к графическому построению геологической колонки, необходимо сделать следующие расчеты:

1. Подсчитать мощность каждого слоя:

слой № 1 5,5 м

слой № 2 20,4 – 5,5 = 14,9 м

слой № 3 38,8 – 20,4 = 18,4 м

слой № 4 78,6 – 38,8 = 39,8 м

слой № 5 82,9 – 78,6 = 4,3 м

слой № 6 85,9 – 82,9 = 3,0 м

Сумма полученных мощностей слоев должна равняться глубине залегания подошвы последнего слоя.

Проверяем: $5,5 + 14,9 + 18,4 + 39,8 + 4,3 + 3,0 = 85,9$ м.

Мощность 1-го слоя равна глубине залегания его подошвы. Мощность остальных слоев рассчитывается как разность между мощностями последующего и предыдущего слоев.

2. Подсчитать абсолютную отметку подошвы

каждого слоя: слой № 1 140,1 – 5,5 = 134,6 м

слой № 2 140,1 – 20,4 = 119,7 м

слой № 3 140,1 – 38,8 = 101,3 м

слой № 4 140,1 – 78,6 = 61,5 м

слой № 5 140,1 – 82,9 = 57,2 м

слой № 6 140,1 – 85,9 = 54,2 м

Абсолютная отметка подошвы слоя рассчитывается как разность между абсолютной отметкой устья скважины (число, стоящее под номером скважины, в первом столбце исходных данных) и глубиной залегания подошвы данного слоя.

3. Подсчитать абсолютную отметку уровня грунтовых вод каждого горизонта:

1-й горизонт	появившийся $140,1 - 1,5 = 138,6$ м
	установившийся $140,1 - 1,7 = 138,4$ м
2-й горизонт	появившийся $140,1 - 82,9 = 57,2$ м
	установившийся
3-й горизонт	появившийся
	установившийся

Абсолютная отметка уровня грунтовых вод рассчитывается как разность между абсолютной отметкой устья скважины (число, стоящее под номером скважины, в первом столбце исходных данных) и глубиной появившегося (установившегося) уровня воды. 1,5 м над устьем означает, что были вскрыты напорные воды, которые имеют положительный пьезометрический уровень над устьем скважины, этот напор указывается непосредственно на геологической колонке.

Приступаем к построению геологической колонки на миллиметровой бумаге формата А4. Масштаб геологической колонки принимаем 1:200. Абсолютная отметка устья скважины (точка пересечения ствола скважины с поверхностью Земли) равна

+140,1 м. Абсолютная отметка забоя скважины равна +54,2 м (глубина залегания подошвы последнего слоя). Пример построения геологической колонки показан на рисунке 1.

Геологическая колонка буровой скважины № 41

Абсолютная отметка устья – 140,1 м

Абсолютная отметка забоя – 54,2 м

М 1 : 200

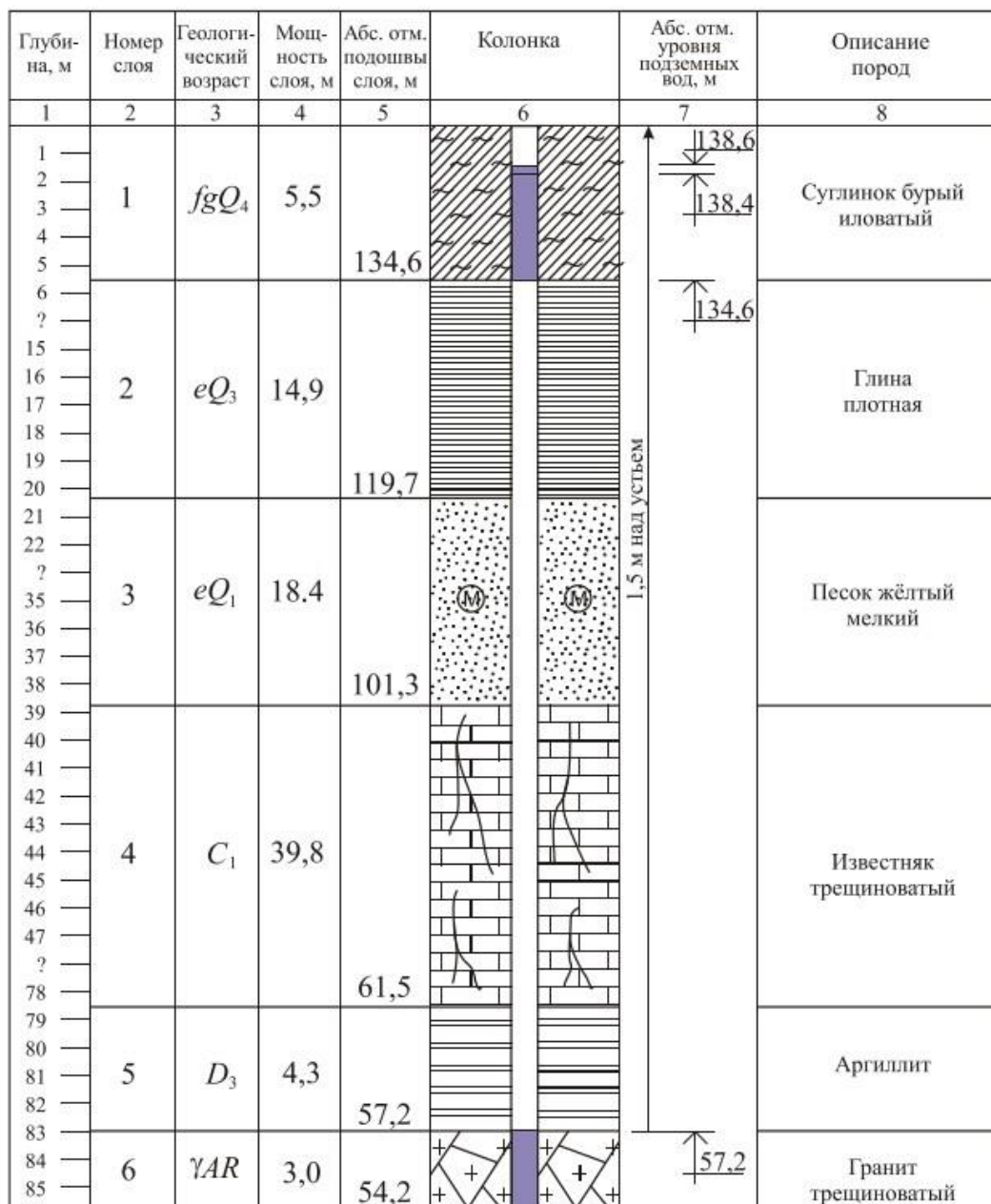


Рисунок 1 – Геологическая колонка буровой скважины

Используя описания буровых скважин (таблица 11), постройте геологическую колонку скважины на бумаге формата А4. Масштаб принять 1:200.

Таблица 11 - Описание буровых скважин к геологической карте

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983г.)	
					появившегося	установившегося
1	2	3	4	5	6	7
102,3	1	aQ4	Супесь серая заторфованная, текучая	2,0	0,8	0,3
	2	aQ4 aQ4	Ил серый текучий Песок мелкий иловатый, средней плотности	5,9		
	3		Песок средней крупности, средней плотности Известняк трещиноватый, выветрелый в кровле слоя (1м)	10,1		
	4	aQ3		11,7		
	5	C1		25,0*		
106,4	1	aQ4 aQ4	Супесь серая текучая Песок мелкий иловатый, средней	6,0	58,7	12,2 над устьем
	2	aQ3 C1	плотности	14,0		
	3	D3	Песок средней крупности, плотный Известняк трещиноватый	19,0		
	4	γPR	закарстованный Аргиллит серый Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до	34,9		
	5		глубины 2 м выветрелый	58,7		
	6			65,0		
141,3	1	deQ4	Супесь серая заторфованная, пластичная	2,2	89,3	22,6
	2	C3	Глина черная плотная, твердая	8,8		
	3	C1	Известняк трещиноватый	69,8		
	4	D3	Аргиллит серый	89,3		
	5	γPR	Гранит крупнокристаллический, выветрелый до 90,5 м	92,0		
144,1	1	deQ4	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,1	97,9	25,8
	2	C3 C1	Глина черная твердая Известняк трещиноватый закарстованный	11,3		
	3	D3	Аргиллит серый	72,8		
	4	γPR	Гранит трещиноватый	97,9		
	5		крупнокристаллический, выветрелый до 98,2 м	99,6		
144,6	1	eQ4	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,5	94,9	26,1
	2	C3 C1	Глина черная полутвердая	12,1		
	3	D3	Известняк трещиноватый	73,2		
	4	γPR	Аргиллит серый	94,9		
	5		Гранит трещиноватый, выветрелый до 95,5 м	97,4		

1	2	3	4	5	6	7
<u>6</u> 116,7	1 2 3 4 5 6	aQ3 aQ3 aQ3 C1 D3 γPR	Суглинок бурый полутвердый Супесь желтая пластичная Песок средней крупности плотный Известняк трещиноватый и закарстованный Аргиллит серый слаботрещиноватый Гранит трещиноватый, выветрелый до забоя скважин	4,7 13,9 20,8 45,4 65,2 67,0	15,8 65,2	16,2 1,3
<u>7</u> 101,1	1 2 3 4 5 6	aQ4 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Песок мелкий с глыбами известняка и дресвой, рыхлый Песок средней крупности плотный Песок крупный кварцевый средней плотности Известняк трещиноватый закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый крупнокристаллический	3,8 5,3 6,4 29,6 65,2 70,0	1,9 65,2	1,5 6,5 над устьем
<u>8</u> 94,6	1 2 3 4 5	aQ4 aQ4 aQ4 fgQ1 D3 γPR	Слой льда и воды Песок мелкий рыхлый Песок средней крупности средней плотности Песок крупный средней плотности Аргиллит серый Гранит трещиноватый	5,1 14,6 25,0 44,6 48,0	4,9 над устьем 44,6	5,2 над устьем 19,8 над устьем
<u>9</u> 98,2	1 2 3 4 5 6 7	aQ4 aQ4 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Слой льда и воды Песок мелкий рыхлый Песок крупный с гравием рыхлый Песок средней крупности средней плотности Песок крупный средней плотности Известняк трещиноватый закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый,	8,7 10,7 17,1 22,3 27,0 38,8 46,0	1,9 над устьем 38,8(08.03)	2,2 над устьем 15,1 над устьем
<u>10</u> 96,9	1 2 3 4	aQ4 aQ3 aQ3 fgQ1 D3	Слой льда и воды Песок мелкий рыхлый Песок средней крупности плотный Песок крупный средней плотности Аргиллит серый	12,0 20,1 33,6 35,0	2,6 над устьем	2,9 над устьем
<u>11</u> 105,0	1 2 3 4 5 6 7	aQ4 aQ4 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Супесь бурая текучая Песок мелкий кварцевый рыхлый Песок средней крупности плотный Песок крупный сред- ней плотности Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый выветрелый до 54,6 м	5,8 14,3 24,6 32,5 33,9 52,2 61,0	4,1 52,2(08.04)	4,6 7,8 над устьем

1	2	3	4	5	6	7
<u>12</u> 106,0	1 2 3 4 5 6 7	aQ4 aQ4 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Супесь бурая пластичная Песок мелкий рыхлый Песок средней крупности плотный Песок крупный Известняк трещиноватый закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый, выветрелый до глубины 63 м	7,2 14,7 26,0 32,6 34,8 61,6 66,0	4,9 61,6	5,5 9,4 над устьем
<u>13</u> 107,9	1 2 3 4 5 6	pQ4 aO3 aQ3 fgQ1 D3 γPR	Щебень известняка с суглинистым заполнителем Суглинок бурый полутвердый Песок средней крупности плотный Песок крупный кварцевый средней плотности Аргиллит серый Гранит крупнокристаллический трещиноватый	2,3 9,6 28,3 42,0 56,0 59,0	9,6 56,0	5,5 5,7
<u>14</u> 106,6	1 2 3 4 5 6	pQ4 aQ4 aQ3 fgQ1 D3 γPR	Щебень известняка с суглинистым заполнителем Песок мелкий рыхлый Песок средней крупности плотный Песок крупный с гравием средней плотности Аргиллит серый Гранит трещиноватый	2,3 12,8 25,9 41,5 45,4 52,0	4,6 45,4	5,1 4,1 над устьем
<u>15</u> 116,5	1 2 3 4 5 6	aQ3 aQ3 aQ3 fgQ1 D3 γPR	Суглинок бурый полутвердый Супесь желтая пластичная Песок средней крупности плотный Песок крупный с гравием средней плотности Аргиллит серый Гранит крупнокристаллическ.	5,1 11,9 35,2 48,3 53,7 58,0	14,8 53,7	15,2 4,6
<u>16</u> 115,6	1 2 3 4 5	aQ3 aQ3 aQ3 fgQ1 D3	Суглинок бурый полутвердый Супесь желтая пластичная Песок средней крупности плотный Песок крупный с гравием средней плотности Аргиллит серый	6,3 13,5 35,7 48,0 52,0	14,1	14,5
<u>17</u> 112,8	1 2 3 4 5	aQ3 aQ3 fgQ1 D3 γPR	Суглинок бурый пластичный Песок средней крупности плотный Песок крупный с гравием и галькой средней плотности Аргиллит серый Гранит трещиноватый	10,4 32,0 47,9 64,6 70,0	10,9 64,6	11,4 1,4 над устьем

1	2	3	4	5	6	7
<u>18</u> 116,2	1 2 3 4 5	aQ3 aQ3 fgQ1 C1 D3	Суглинок бурый полутвердый Песок средней крупности Песок крупный кварцевый средней плотности Известняк трещиноватый, закарстованный Аргиллит серый	10,5 26,3 42,4 44,7 51,8	11,7	12,2
<u>19</u> 117,1	1 2 3 4 5 6 7	aQ3 aQ3 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Суглинок бурый полутвердый Супесь желтая пластичная Песок средней крупности плотный Песок крупный средней плотности Известняк трещиноватый закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый	5,4 12,6 34,7 38,3 46,1 55,3 60,0	14,1	14,6 3,9
<u>20</u> 116,0	1 2 3 4 5 6 7	aQ3 aQ3 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Суглинок бурый полутвердый Супесь желтая пластичная Песок средней крупности плотный Песок крупный средней плотности Известняк трещиноватый, закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый крупнокристаллический	8,1 14,9 32,8 38,1 44,6 62,2 70,0	13,2	13,8 2,5
<u>21</u> 114,5	1 2 3 4 5 6 7	aQ3 aQ3 aQ3 fgQ1 C1 D3 γPR	Суглинок бурый иловатый тугопластичный Супесь желтая пластичная Песок средней крупности плотный Песок крупный с гравием средней плотности Известняк трещиноватый, закарстованный Аргиллит серый Гранит крупнокристаллический	4,4 13,2 32,2 38,1 45,5 67,3 76,0	11,8	11,9 0,2
<u>22</u> 118,6	1 2 3 4 5	dQ4 aQ3 C1 D3 γPR	Суглинок серый с щебнем известняка мягкопластичный Суглинок бурый мягкопластичный Известняк трещиноватый, закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый крупнокристаллический	1,6 6,2 47,1 93,4 95,0	11,8	12,2 11,3
<u>23</u> 118,4	1 2 3 4 5 6 7	dQ4 aQ3 aQ3 aQ3 C1 D3 γPR	Песок пылеватый рыхлый Суглинок бурый мягкопластичный Супесь желтая пластичная Песок средней крупности средней плотности Известняк трещиноватый, закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый, выветрелый до 58,5 м	1,2 8,3 14,6 18,9 47,1 57,4 62,0	10,9	11,3 2,7

1	2	3	4	5	6	7
<u>24</u> 144,3	1 2 3 4 5	edQ4 C3 C1 D3 γPR	Супесь заторфованная пластичная Глина черная плотная твердая Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый крупнокристаллический	2,6 11,9 73,0 94,5 99,0	0,4 45,8 94,5	0,6 45,5 29,1
<u>25</u> 129,2	1 2 3 4	dQ4 C1 D3 γPR	Супесь серая с щебнем известняка пластичная Известняк закарстованный Аргиллит серый Гранит выветрелый на глубину до 74,0 м	2,5 58,5 72,4 75,0	30,3 72,4	30,0 13,0
<u>26</u> 131,0	1 2 3 4	dQ4 C1 D3 γPR	Суглинок с обломками из-вестняка, мягкопластичный Известняк закарстованный Аргиллит серы Гранит крупнокристалличе-ский, трещиноватый	3,4 59,5 78,6 80,0	24,8 78,6	24,7 16,2
<u>27</u> 107,5	1 2 3 4 5 6 7	aQ4 aQ4 aQ4 aQ3 C1 D3 γPR	Песок пылеватый средней плотности Супесь бурая пластичная Песок мелкий рыхлый Песок средней крупности плотный Известняк трещиноватый закарстованный Аргиллит серый Гранит трещиноватый крупнокристаллический	2,6 8,4 18,9 22,2 36,0 53,6 59,4	5,7 53,6	5,7 7,1 над устьем
<u>28</u> 99,8	1 2 3 4 5 6 7	aQ4 aQ4 aQ3 fgQ ₁ C1 D3 γPR	Песок мелкий Песок крупный с галькой Песок средний Песок крупный Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	7,9 12,8 13,1 16,6 23,1 38,9 44,3	2,3 над устьем 38,9	2,5 над устьем 15,9 над устьем
<u>29</u> 115,8	1 2 3 4 5 6	aQ ₄ aQ ₃ aQ ₃ fgQ ₁ D ₃ □PR	Суглинок бурый плотный Супесь желтая Песок средний Песок крупный с галькой и гравием Аргиллит серый Гранит трещиноватый	6,6 13,6 35,8 48,4 61,4 72,8	15,1	15,6
<u>30</u> 116,7	1 2 3 4 5	aQ ₃ aQ ₃ fgQ ₁ D ₃ □PR	Суглинок бурый плотный Песок средний Песок крупный с гравием Аргиллит серый Гранит трещиностойкий выветрелый	10,6 32,2 50,4 74,6 80,0	11,9 74,6	11,4 5,1 над устьем

1	2	3	4	5	6	7
31 116,5	1	aQ ₃ aQ ₃	Суглинок бурый плотный Песок	10,3	11,8	12,3
	2	fgQ ₁	средний	26,8		
	3		Песок крупный кварцевый	42,1		
	4	C1 D3	Известняк трещиноватый	44,8		
	5		Аргиллит серый	54,8		
32 117,6	1	aQ ₃ aQ ₃	Суглинок бурый плотный Супесь желтая	5,1	14,5	14,8
	2	aQ ₃	Песок средний с гравием Песок	12,9		
	3	fgQ ₁ C1	крупный Известняк	34,8		
	4	D3	трещиноватый Аргиллит серый	43,1		
	5	γPR	Гранит трещиноватый	46,9		
	6			55,8		
	7			64,0		

Методика построения геологического разреза по данным буровых работ

При инженерно-геологических обследованиях с целью получения наглядного представления о напластовании слоев, глубине их залегания выполняется грунтово- геологический разрез. Исходными данными для его составления является описание буровых скважин.

Геологический разрез по данным буровых скважин рекомендуется строить в такой последовательности:

1 В таблице 13 найти номера скважин, по которым нужно построить геологический разрез, а в таблице 11 – их характеристики. Предложенная в задании очередность скважин должна строго соблюдаться при выполнении работы.

2 Для построения разреза используется лист миллиметровой бумаги формата А4.

В нижней части листа во всю его длину построить таблицу, включающую в себя 3 графы: номер скважины, абсолютная отметка устья, расстояние между скважинами.

3 Выбрать для разреза горизонтальный и вертикальный масштабы. Слева от предполагаемого разреза построить шкалу, отображающую вертикальный масштаб. Длина шкалы будет зависеть от глубины скважин. Необходимо сравнить параметры всех задействованных скважин и выбрать из них минимальную отметку забоя и максимальную отметку устья. Нижняя отметка шкалы должна находиться на 1–2 см ниже минимальной отметки забоя, а верхняя – на столько же выше максимальной отметки устья. Например, если минимальная отметка забоя 42 м, а максимальная отметка устья 63 м, то для построения разреза необходима шкала, включающая высотные отметки от 40 до 65 м включительно. Нумерацию на шкале рекомендуется начинать снизу вверх по возрастанию абсолютных отметок.

При работе с пластами большой мощности масштабы могут быть одинаковыми. В других случаях, а также в целях уменьшения длины разреза горизонтальный масштаб можно принять в несколько раз меньше вертикального, но с таким расчетом, чтобы не получилось слишком большого искажения рельефа местности.

4 На расстоянии 1,5–2 см от шкалы провести прямую вертикальную линию шириной 2 мм, изображающую ствол первой по порядку скважины. Ограничить ее снизу коротким горизонтальным штрихом – так обозначают забой скважины.

Аналогично изобразить остальные скважины с учетом абсолютных отметок устья и забоя, а также расстояния между скважинами.

Устья скважин соединить плавной линией для получения топографического профиля участка.

5 На линиях горных выработок, каждый раз начиная от устья, отложить в заданном масштабе границы пластов горных пород, отвечающие описаниям буровых скважин. Справа от ствола скважины подписать значения абсолютных отметок подошв пластов.

6 Границы одинаковых отложений в соседних скважинах соединить плавными линиями, которые будут являться графической интерполяцией положения пластов горных пород между выработками.

Если порода, имеющаяся в одной скважине, отсутствует в соседней, то ее следует выклинивать на середине расстояния между выработками.

7 Если подземные воды достигнуты горными выработками, то в каждой скважине отображают положение их уровня синим цветом. Самые верхние отметки (УГВ – уровень грунтовых вод) соединить плавной пунктирной синей линией, аналогично границам пластов (только в водопроницаемых грунтах).

8 Окончательно оформить разрез штриховкой пород однородного состава и одинакового возраста общепринятыми условными обозначениями (см. приложение А).

9 Справа от разреза указать расшифровку условных обозначений, заключенных в прямоугольнички размером 10×15 мм. Прямоугольнички окрашиваются соответствующим цветом, заполняются штриховыми знаками или крапом и внутри его проставляется индекс. Справа дается словесное объяснение условного знака.

Пример оформления геологического разреза по данным буровых скважин приведен на рисунке 3.

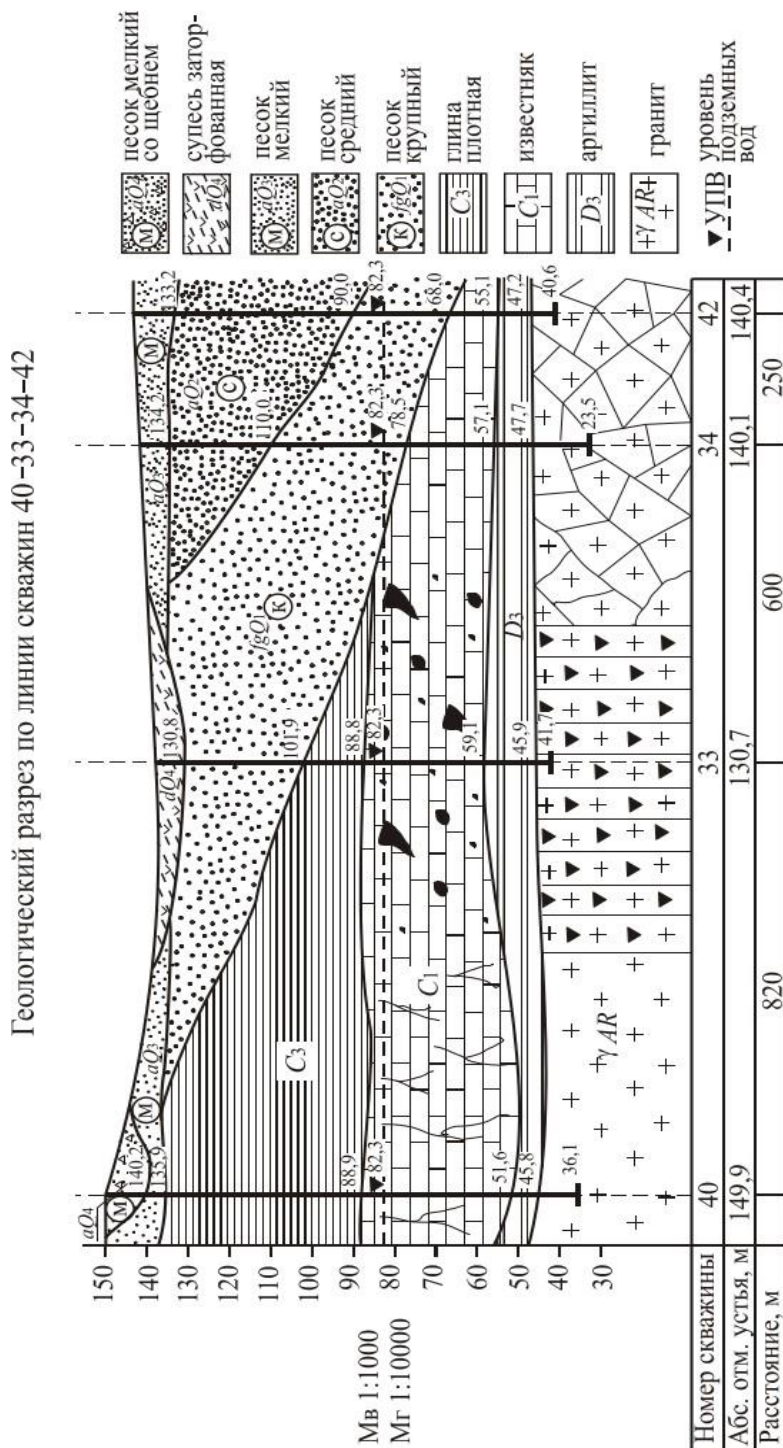


Рисунок 3 – Геологический разрез по данным буровых скважин

Задание к практической работе

Задание на выполнение практической работы по теме «Построение геологического разреза по данным буровых скважин»

Построить геологический разрез по линии, указанной в соответствующем варианте таблицы 13 с использованием описания буровых скважин таблицы 11.

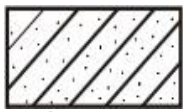
Для построения варианта принять горизонтальный масштаб 1:10000, вертикальный – 1:1000.

Т а б л и ц а 13 – Варианты заданий к построению геологического разреза

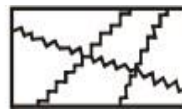
Вариант	Номер буровых скважин			Вариант	Номер буровых скважин				
	Расстояние между скважинами				Расстояние между скважинами				
1	<u>6 – 9 – 15 – 19</u>	660	500	720	17	<u>6 – 9 – 10 – 22</u>	600	550	720
2	<u>3 – 6 – 9 – 15</u>	1060	440	300	18	<u>5 – 6 – 7 – 15</u>	1050	400	350
3	<u>4 – 7 – 13 – 18</u>	980	480	120	19	<u>4 – 7 – 10 – 19</u>	950	450	150
4	<u>7 – 13 – 18 – 22</u>	480	300	600	20	<u>9 – 13 – 18 – 32</u>	480	300	600
5	<u>5 – 8 – 10 – 26</u>	800	60	740	21	<u>31 – 8 – 10 – 26</u>	800	60	740
6	<u>25 – 12 – 17 – 21</u>	600	300	340	22	<u>25 – 15 – 18 – 27</u>	500	400	340
7	<u>3 – 25 – 12 – 17</u>	880	500	140	23	<u>6 – 25 – 14 – 20</u>	850	550	140
8	<u>6 – 11 – 16 – 20</u>	500	320	600	24	<u>3 – 13 – 16 – 22</u>	520	300	620
9	<u>2 – 6 – 11 – 16</u>	760	400	140	25	<u>1 – 5 – 11 – 28</u>	750	450	110
10	<u>5 – 24 – 14 – 23</u>	620	900	460	26	<u>8 – 21 – 17 – 23</u>	600	800	450
11	<u>3 – 6 – 28 – 15</u>	1020	480	300	27	<u>4 – 7 – 28 – 19</u>	1000	480	350
12	<u>23 – 22 – 21 – 20</u>	1080	600	620	28	<u>23 – 22 – 21 – 30</u>	1080	600	620
13	<u>8 – 7 – 25 – 6</u>	580	600	600	29	<u>8 – 9 – 25 – 11</u>	580	700	500
14	<u>5 – 4 – 2 – 1</u>	660	1220	320	30	<u>6 – 3 – 2 – 1</u>	650	1200	300
15	<u>14 – 13 – 12 – 11</u>	960	600	600	31	<u>18 – 19 – 12 – 21</u>	900	600	500
16	<u>20 – 29 – 11 – 6</u>	620	340	580	32	<u>22 – 29 – 31 – 16</u>	600	360	560

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Условные графические обозначения

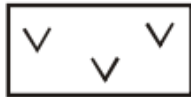


Кварцит



Катаклазит

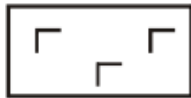
а) магматические грунты



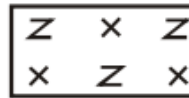
Андезит, порфит



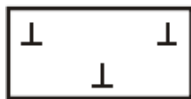
Лигарит, порфир



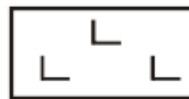
Базальт



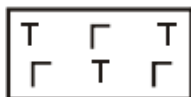
Монзонит



Габбро



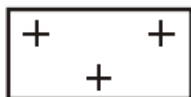
Норит



Горнблендит



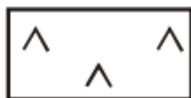
Перидотит



Гранит



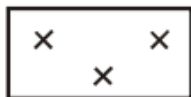
Сениит



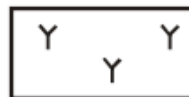
Диабаз



Туф

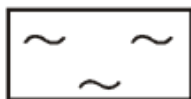


Диорит

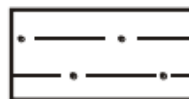


Эффузивные
нерасчлененные

б) метаморфические грунты



Гнейс

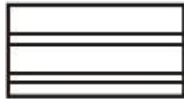


Сланец

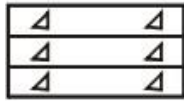
в) обломочные грунты



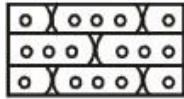
Алевролит



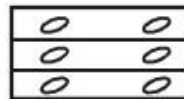
Аргиллит



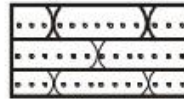
Брекчия



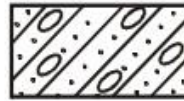
Гравелит



Конгломерат



Песчаник

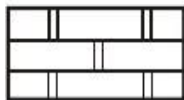


Тиллит

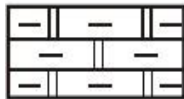


Туффит

г) биохимические грунты



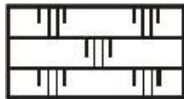
Доломит



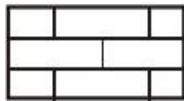
Доломит глинистый



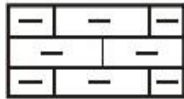
Доломит известковистый



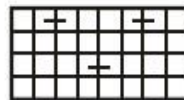
Доломит известковый



Известняк



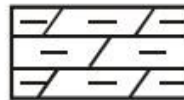
Известняк глинистый



Мел глинистый



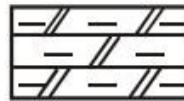
Мергель



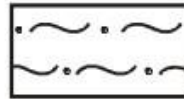
Мергель глинистый



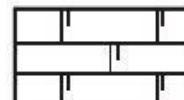
Мергель доломитовый



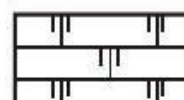
Мергель глинистый доломитовый



Гипсия, сапрокол



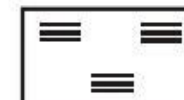
Известняк доломитистый



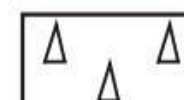
Известняк доломитовый



Мел



Диатомит, трепел

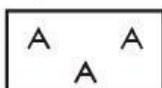


Опока

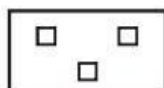


Спонголит, радиолярит

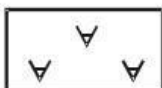
д) химические грунты



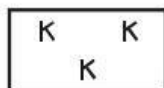
Ангидрит



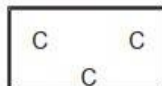
Соль каменная



Гипс

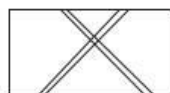


Соль калийная



Галоидные
нерасчлененные

е) искусственные грунты



Магматические, метаморфические и осадочные
цементированные, крупнообломочные, песчаные и
пылевато-глинистые нецементированные закрепленные
(сетка на фоне соответствующего знака)

Класс нескальных грунтов:

а) крупнообломочные грунты



Валунный грунт



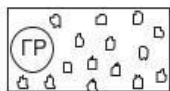
Глыбовый грунт



Галечниковый
грунт



Щебенистый
грунт



Гравийный грунт



Дресвяный грунт

б) песчаные грунты



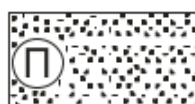
Песок
гравелистый



Песок
мелкий



Песок
крупный



Песок
пылеватый



Песок
средний

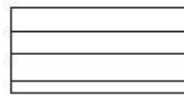


Алеврит

в) пылевато-глинистые грунты



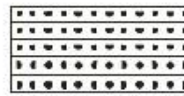
Супесь



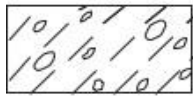
Глина



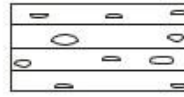
Супесь
лессовидная



Глина (суглинок)
ленточная



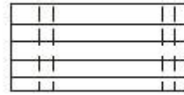
Супесь моренная



Глина моренная



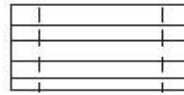
Суглинок



Глина
доломитистая



Суглинок
лессовидный

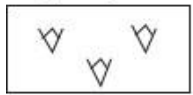


Глина
известковистая



Суглинок
моренный

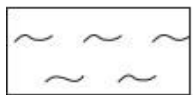
г) озерные и биогенные грунты



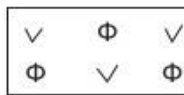
Болотная
железная руда



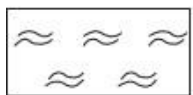
Торф



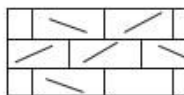
Ил



Торфовианит



Сапропель



Туф
известковистый

д) почвы

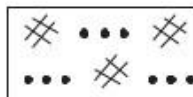


Почвенный (почвенно-растительный) слой

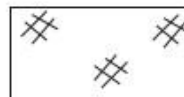
е) искусственные грунты



Крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые, озерные, биогенные, почвы уплотненные (сетка на фоне соответствующего знака)






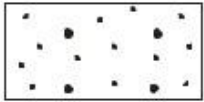




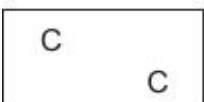
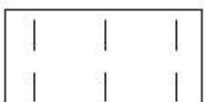

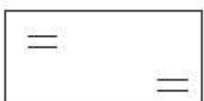


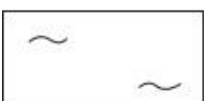



Намывные грунты
(природные,
отходы
производства)



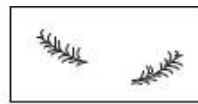
Насыпные грунты
(природные,
отходы
производства,
бытовые отходы)

Литологические (литогенетические) особенности грунтов

	Глинистость		Загипсованность
	Гумусированность		Кремнистость
	Доломатизация		Песчанистость
	Железистость		Примеси (включения) валунов, галек, гравия, щебня, дресвы
	Прослойки и гнезда песка		Конкреции, стяжения
	Засоленность		Пылеватость
	Заторфованность		Слюдистость
	Известковистость		Трещиноватость
	Иловатость		Фауна



Кавернозность,
карстовые полости



Флора

Прочие обозначения



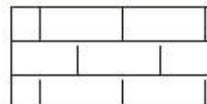
Асфальт



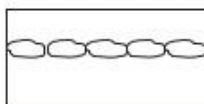
Бутобетон



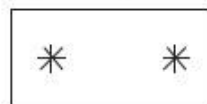
Бетон,
железобетон



Кирпич



Булыжник



Лед,
мерзлый грунт

Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки

Цель: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, получить навыки построения карты гидроизогипс.

Необходимые материалы и оборудование: листы формата А4, письменные принадлежности, разрешается использование программного обеспечения Microsoft Word.

Ход работы:

1. Практическое задание выполняют на листах формата А4 в указанные преподавателем сроки.

2. При выполнении практического задания необходимо по уровням воды в 25 пробуренных на строительной площадке размером 400х400 м (5 рядов по 5 скважин) построить карту гидроизогипс с сечением гидроизогипс через 1 м.

Пояснения к работе:

1. Общие сведения.

Карты гидроизогипс характеризуют форму поверхности грунтовых вод в виде системы изолиний. Гидроизогипсы выполняют ту же роль по отношению к поверхности грунтовых вод, что и изолинии (горизонтالي). Поверхность грунтовых вод и ее уровень формируются под влиянием гидролого-климатических метеорологических, гидрогеологических, тектонических и геолого-геоморфологических факторов.

Гидроизогипсы — это линии, соединяющие точки зеркала грунтовых вод или уровни грунтовых вод, имеющие одинаковую абсолютную высоту.

2. Последовательность построения карты гидроизогипс:

- В заданном масштабе на карту наносят план расположения скважин, обозначая их кружками диаметром 2-3 мм. Над каждой скважиной в числителе указывают ее номер, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ).
- Выбирают сечение (частота заложения гидроизогипс) равное 1 метру;
- Затем путём интерполяции определяют отметки уровней грунтовых вод между скважинами, равными целому числу. Интерполяцию выполняют для всех четырёх сторон квадратов, составляющих сетку скважин. Интерполяция заключается в разбивке промежутков между скважинами на равные отрезки в соответствии с выбранным сечением гидроизогипс.

- При помощи сетки вспомогательных точек, полученных при интерполяции, строят окончательную карту гидроизогипс, соединяя плавными линиями точки с одинаковыми отметками уровня грунтовых вод. Гидроизогипсы должны иметь целые значения и не пересекаться на карте. В разрывах гидроизогипс указывают отметки уровня грунтовых вод (не менее 4-7 на всю карту).
- Показать направление движения грунтового потока - линии токов воды перпендикулярны гидроизогипсам. Движение воды происходит от больших значений абсолютных отметок гидроизогипс к меньшим.
- Уклон грунтового потока (напорный градиент) определяют делением разности отметок гидроизогипс любых двух точек на расстояние между этими точками. Для определения уклона грунтового потока берут минимум 3 гидроизогипсы, где они максимально сгущены и максимально разрежены.

Пример построения карты гидроизогипс приведен на рисунке 7.1.

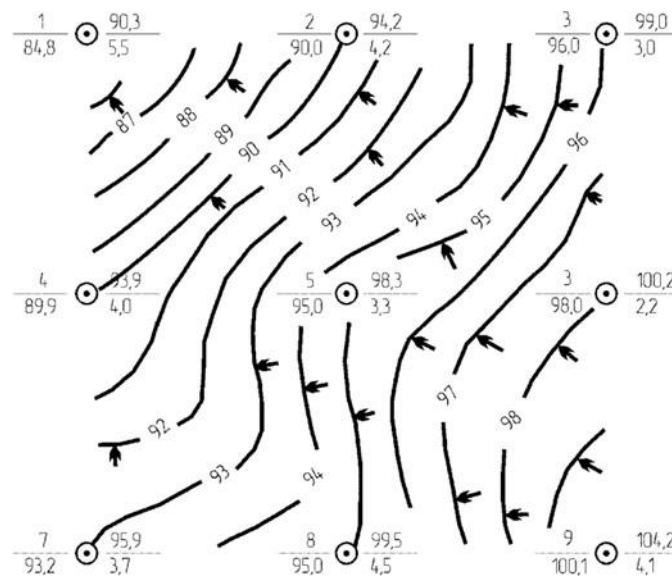


Рисунок 7.1. Карта гидроизогипс

3. Данные разведочных скважин, необходимые для построения карты гидроизогипс приведены в таблице 7.1. Номер варианта соответствует номеру студента в журнале группы.

Данные разведочных скважин

№ Скважин	Абсолютная отметка поверхности Земли, м	Глубина залегания вод от поверхности земли, м	№ Скважин	Абсолютная отметка поверхности Земли, м	Глубина залегания вод от поверхности земли, м	№ Скважин	Абсолютная отметка поверхности Земли, м	Глубина залегания вод от поверхности земли, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3	
1	431,0	11,3	1	312,0	0,0	1	524,7	8,7
2	429,0	8,9	2	320,0	5,0	2	523,7	8,7
3	421,0	7,0	3	323,0	7,0	3	523,6	11,6
4	430,0	6,9	4	326,0	9,0	4	523,5	13,0
5	431,6	7,6	5	327,0	1,0	5	520,9	11,3
6	433,6	13,0	6	319,0	4,0	6	522,9	3,4
7	431,5	9,2	7	315,0	0,0	7	520,4	3,4
8	429,0	4,9	8	320,0	3,0	8	520,4	6,4
9	425,0	0,0	9	323,0	5,0	9	521,4	6,4
10	429,0	1,7	10	326,0	7,0	10	518,9	8,9
11	433,7	1,7	11	324,0	7,0	11	523,1	0,9
12	430,5	6,5	12	318,0	1,0	12	519,7	0,1
13	427,0	0,0	13	319,0	0,0	13	517,0	0,1
14	429,6	0,4	14	323,0	1,0	14	519,0	4,8
15	428,2	0,0	15	326,0	4,0	15	510,9	0,0
16	433,8	9,8	16	325,0'	6,0	16	524,0	0,7
17	430,5	4,5	17	322,0	2,0	17	521,7	0,4
18	429,8	0,2	18	324,0	3,0	18	518,9	0,4
19	431,8	0,5	19	324,0	0,0	19	515,0	0,0
20	433,0	1,4	20	325,0	1,0	20	520,0	6,8
21	434,4	8,9	21	327,0	6,0	21	525,0	1,2
22	433,1	3,4	22	326,0	5,0	22	522,9	0,9
23	433,2	1,0	23	327,0	4,0	23	518,1	0,0
24	433,9	0,8	24	326,0	2,0	24	519,1	1,6
25	435,0	1,1	25	325,0	0,0	25	521,5	7,5

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 4			Вариант 5			Вариант 6	
1	635,0	0,0	1	236,4	5,5	1	335,0	1,0
2	636,0	2,0	2	235,0	6,1	2	334,0	1,0
3	636,5	4,0	3	234,2	7,1	3	331,0	1,0
4	636,0	5,0	4	229,0	3,8	4	333,0	3,0
5	636,0	6,0	5	222,5	0,0	5	335,0	9,0
6	635,0	1,0	6	236,2	5,2	6	333,0	2,0
7	634,0	0,0	7	232,5	1,9	7	332,0	1,0
8	633,0	2,0	8	228,8	0,8	8	340,0	1,0
9	632,0	1,0	9	224,9	0,0	9	331,0	4,0
10	635,0	6,0	10	230,0	4,9	10	334,0	10,0
11	636,0	4,0	11	236,4	4,4	11	328,0	0,0
12	633,0	1,0	12	234,2	2,5	12	329,0	1,0
13	629,0	0,0	13	228,9	0,0	13	328,0	1,0
14	628,0	1,0	14	230,2	3,2	14	331,0	7,0
15	634,0	7,0	15	233,0	7,0	15	334,0	12,0
16	637,0	8,0	16	236,0	2,0	16	329,0	2,0
17	633,0	4,0	17	234,0	0,0	17	325,0	0,0
18	630,0	3,0	18	232,8	0,4	18	329,0	5,0
19	625,0	0,0	19	233,0	4,6	19	331,0	9,0
20	629,0	4,0	20	2360 '	9,2	20	333,0	13,0
21	637,0	9,0	21	235,8	0,0	21	330,0	5,0
22	636,0	10,0	22	235,1	0,6	22	326,0	4,0
23	633,0	7,0	23	235,8	3,9	23	322,0	0,0
24	630,0	5,0	24	236,4	7,3	24	329,0	9,0
25	624,0	0,0	25	237,0	9,0	25	333,0	13,0

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 7			Вариант 8			Вариант 9	
1	227,0	9,1	1	463,0	9,0	1	136,8	7,6
2	226,1	7,3	2	462,0	7,0	2	135,0	4,2
3	225,8	3,7	3	461,0	4,0	3	134,4	2,4
4	225,1	0,7	4	460,0	0,0	4	134,5	U
5	226,5	0,0	5	462,0	1,0	5	135,0	0,0
6	226,0	9,3	6	461,0	7,0	6	135,8	6,8
7	223,1	4,7	7	460,0	3,0	7	134,5	4,2
8	222,7	0,3	8	458,0	0,0	8	132,8	1,0
9	224,0	0,0	9	460,0	1,0	9	132,5	0,0
10	226,0	1,9	10	461,0	2,0	10	134,6	1,6
11	223,2	7,5	11	457,0	3,0	11	135,4	6,9
12	220,3	3,0	12	456,0	0,0	12	134,0	4,0
13	218,8	0,0	13	458,0	1,0	13	131,0	0,0
14	224,3	2,7	14	460,0	2,0	14	133,0	1,5
15	226,4	4,5	15	461,0	3,0	15	134,5	4,5
16	220,0	0,0	16	454,0	4,9	16	134,0	5,7
17	215,0	1,0	17	456,0	0,0	17	129,3	0,0
18	218,9	2,0	18	458,0	0,8	18	134,0	4,0
19	222,6	3,0	19	459,0	2,0	19	135,0	5,5
20	226,2	4,0	20	460,0	5,3	20	136,3	7,3
21	212,6	2,0	21	454,0	0,0	21	128,0	0,0
22	219,0	3,0	22	456,0	3,9	22	134,3	6,0
23	224,3	3,0	23	457,0	7,3	23	135,4	7,4
24	225,2	4,0	24	459,0	6,1	24	136,8	8,3
25	226,6	5,0	25	460,0	5,7	25	138,6	10,8

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 10			Вариант 11			Вариант 12	
1	317,0	1,0	1	121,5	7,5	1	403,0	0,0
2	316,0	7,0	2	119,2	1,6	2	410,0	5,0
3	316,0	4,0	3	118,1	0,0	3	413,0	7,0
4	315,0	1,0	4	123,1	1,6	4	416,0	9,0
5	315,0	0,0	5	125,2	1,2	5	417,0	1,0
6	316,0	9,0	6	120,0	6,9	6	409,0	4,0
7	313,0	5,0	7	115,1	0,0	7	405,0	0,0
8	312,0	1,0	8	119,2	0,6	8	410,0	3,0
9	314,0	0,0	9	121,7	0,5	9	413,0	5,0
10	316,0	2,0	10	124,0	0,7	10	416,0	8,0
11	313,0	7,0	11	111,0	0,0	11	414,0	7,0
12	310,0	3,0	12	117,1	4,9	12	408,0	1,0
13	309,0	0,0	13	118,2	0,0	13	409,0	0,0
14	314,0	3,0	14	119,8	0,3	14	413,0	1,0
15	316,0	4,0	15	123,2	1,0	15	416,0	4,0
16	310,0	5,0	16	119,0	8,9	16	415,0	6,0
17	305,0	0,0	17	123,1	9,1	17	413,0	2,0
18	309,0	1,0	18	120,4	6,4	18	414,0	3,0
19	313,0	2,0	19	120,5	3,6	19	414,0	0,0
20	316,0	5,0	20	123,1	3,4	20	415,0	1,0
21	303,0	0,0	21	121,0	11,3	21	417,0	6,0
22	309,0	4,0	22	123,5	13,0	22	416,0	5,0
23	314,0	7,0	23	123,8	11,6	23	417,0	5,0
24	315,0	6,0	24	123,6	9,7	24	416,0	2,0
25	316,0	5,0	25	124,7	8,6	25	415,0	0,0

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 13			Вариант 14			Вариант 15	
1	435,0	1,1	1	325,0	0,0	1	521,5	7,5
2	433,9	0,8	2	326,0	2,0	2	519,1	1,6
3	433,2	1,0	3	327,0	4,0	3	518,1	0,0
4	433,1	3,4	4	326,0	5,0	4	522,9	0,9
5	434,4	8,9	5	327,0	6,0	5	525,0	1,2
6	433,0	1,4	6	325,0	1,0	6	520,0	6,8
7	431,8	0,5	7	324,0	0,0	7	515,0	0,0
8	429,8	0,2	8	324,0	3,0	8	518,9	0,4
9	430,5	4,5	9	322,0	2,0	9	521,7	0,4
10	433,8	9,8	10	325,0	6,0	10	524,0	0,7
11	428,2	0,0	11	326,0	4,0	11	510,9	0,0
12	429,6	0,4	12	323,0	1,0	12	519,0	4,8
13	427,0	0,0	13	319,0	0,0	13	517,0	0,1
14	430,5	6,5	14	318,0	1,0	14	519,7	0,1
15	433,7	1,7	15	324,0	7,0	15	523,1	0,9
16	429,0	1,7	16	326,0	7,0	16	518,9	8,9
17	425,0	00	17	323,0	5,0	17	521,4	6,4
18	429,0	4,9	18	320,0	3,0	18	520,4	6,4
19	431,5	9,2	19	315,0	0,0	19	520,4	3,4
20	433,6	13,0	20	319,0	4,0	20	522,9	3,4
21	431,6	7,6	21	327,0	1,0	21	520,9	11,3
22	430,0	6,9	22	326,0	9,0	22	523,5	13,0
23	421,0	4,9	23	323,0	7,0	23	523,6	11,6
24	429,0	8,9	24	320,0	5,0	24	523,7	8,7
25	431,0	11,3	25	312,0	0,0	25	524,7	8,7

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 16			Вариант 17			Вариант 18	
1	624,0	0,0	1	237,0	9,0	1	333,0	13,0
2	630,0	5,0	2	236,4	7,3	2	329,0	9,0
3	633,0	7,0	3	235,8	3,9	3	322,0	0,0
4	636,0	10,0	4	235,1	0,6	4	326,0	4,0
5	637,0	9,0	5	235,8	0,0	5	330,0	5,0
6	629,0	4,0	6	236,0	9,2	6	333,0	13,0
7	625,0	0,0	7	233,0	4,6	7	331,0	9,0
8	633,0	2,0	8	232,8	0,4	8	329,0	5,0
9	633,0	4,0	9	234,0	0,0	9	325,0	0,0
10	637,0	8,0	10	236,0	2,0	10	329,0	2,0
11	634,0	7,0	11	233,0	7,0	11	334,0	12,0
12	628,0	1,0	12	230,2	3,2	12	331,0	7,0
13	629,0	0,0	13	228,9	0,0	13	328,0	1,0
14	633,0	1,0	14	234,2	2,5	14	329,0	1,0
15	636,0	4,0	15	236,4	4,4	15	328,0	0,0
16	635,0	6,0	16	230,0	4,9	16	334,0	10,0
17	632,0	1,0	17	224,9	0,0	17	331,0	4,0
18	633,0	2,0	18	228,8	0,8	18	340,0	1,0
19	634,0	0,0	19	232,5	1,9	19	332,0	1,0
20	635,0	1,0	20	236,2	5,2	20	333,0	2,0
21	636,0	6,0	21	222,5	0,0	21	335,0	9,0
22	636,0	5,0	22	229,0	3,8	22	333,0	3,0
23	636,5	4,0	23	234,2	7,1	23	331,0	1,0
24	636,0	2,0	24	235,0	6,1	24	334,0	1,0
25	635,0	00	25	236,4	5,5	25	335,0	1,0

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 19			Вариант 20			Вариант 21	
1	226,6	5,0	1	460,0	5,7	1	138,6	10,8
2	225,2	4,0	2	459,0	6,1	2	136,8	8,3
3	224,3	3,0	3	457,0	7,3	3	135,4	7,4
4	219,0	3,0	4	456,0	3,9	4	134,3	6,0
5	212,6	2,0	5	454,0	0,0	5	128,0	0,0
6	226,2	4,0	6	460,0	5,3	6	136,3	7,3
7	222,6	3,0	7	459,0	2,0	7	135,0	5,5
8	218,9	2,0	8	458,0.	0,8	8	134,0	4,0
9	215,0	1,0	9	456,0	0,0	9	129,3	0,0
10	220,0	0,0	10	454,0	4,9	10	134,0	5,7
11	226,4	4,5	11	461,0	3,0	11	134,5	4,5
12	224,3	2,7	12	460,0	2,0	12	133,0	1,5
13	218,8	0,0	13	458,0	1,0	13	131,0	0,0
14	220,3	3,0	14	456,0	0,0	14	134,0	4,0
15	223,2	7,5	15	457,0	3,0	15	135,4	6,9
16	226,0	1,9	16	461,0	2,0	16	134,6	1,6
17	224,0	0,0	17	460,0	1,0	17	132,5	0,0
18	222,7	0,3	18	458,0	0,0	18	132,8	1,0
19	223,1	4,7	19	460,0	3,0	19	134,5	4,2
20	226,0	9,3	20	461,0	7,0	20	135,8	6,8
21	226,5	0,0	21	462,0	1,0	21	135,0	0,0
22	225,1	0,7	22	460,0	0,0	22	134,5	1,1
23	225,8	3,7	23	461,0	4,0	23	134,4	2,4
24	226,1	7,3	24	462,0	7,0	24	135,0	4,2
25	227,0	9,1	25	463,0	9,0	25	136,8	7,6

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 22			Вариант 23			Вариант 24	
1	317,0	1,0	1	121,5	7,5	1	403,0	0,0
2	316,0	7,0	2	119,2	1,6	2	410,0	5,0
3	316,0	4,0	3	118,1	0,0	3	413,0	7,0
4	315,0	1,0	4	123,1	1,6	4	416,0	9,0
5	315,0	0,0	5	125,2	1,2	5	417,0	1,0
6	316,0	9,0	6	120,0	6,9	6	409,0	4,0
7	313,0	5,0	7	115,1	0,0	7	405,0	0,0
8	312,0	1,0	8	119,2	0,6	8	410,0	3,0
9	314,0	0,0	9	121,7	0,5	9	413,0	5,0
10	316,0	2,0	10	124,0	0,7	10	416,0	8,0
11	313,0	7,0	11	111,0	0,0	11	414,0	7,0
12	310,0	3,0	12	117,1	4,9	12	408,0	1,0
13	309,0	0,0	13	118,2	0,0	13	409,0	0,0
14	314,0	3,0	14	119,8	0,3	14	413,0	1,0
15	316,0	4,0	15	123,2	1,0	15	416,0	4,0
16	310,0	5,0	16	119,0	8,9	16	415,0	6,0
17	305,0	0,0	17	123,1	9,1	17	413,0	2,0
18	309,0	1,0	18	120,4	6,4	18	414,0	3,0
19	313,0	2,0	19	120,5	3,6	19	414,0	0,0
20	316,0	5,0	20	123,1	3,4	20	415,0	1,0
21	303,0	0,0	21	121,0	11,3	21	417,0	6,0
22	309,0	4,0	22	123,5	13,0	22	416,0	5,0
23	314,0	7,0	23	123,8	11,6	23	417,0	5,0
24	315,0	6,0	24	123,6	9,7	24	416,0	2,0
25	316,0	5,0	25	124,7	8,6	25	415,0	0,0

Таблица 7.1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 25			Вариант 26			Вариант 27	
1	317,0	1,0	1	121,5	7,5	1	403,0	0,0
2	316,0	7,0	2	119,2	1,6	2	410,0	5,0
3	316,0	4,0	3	118,1	0,0	3	413,0	7,0
4	315,0	1,0	4	123,1	1,6	4	416,0	9,0
5	315,0	0,0	5	125,2	1,2	5	417,0	1,0
6	316,0	9,0	6	120,0	6,9	6	409,0	4,0
7	313,0	5,0	7	115,1	0,0	7	405,0	0,0
8	312,0	1,0	8	119,2	0,6	8	410,0	3,0
9	314,0	0,0	9	121,7	0,5	9	413,0	5,0
10	316,0	2,0	10	124,0	0,7	10	416,0	8,0
11	313,0	7,0	11	111,0	0,0	11	414,0	7,0
12	310,0	3,0	12	117,1	4,9	12	408,0	1,0
13	309,0	0,0	13	118,2	0,0	13	409,0	0,0
14	314,0	3,0	14	119,8	0,3	14	413,0	1,0
15	316,0	4,0	15	123,2	1,0	15	416,0	4,0
16	310,0	5,0	16	119,0	8,9	16	415,0	6,0
17	305,0	0,0	17	123,1	9,1	17	413,0	2,0
18	309,0	1,0	18	120,4	6,4	18	414,0	3,0
19	313,0	2,0	19	120,5	3,6	19	414,0	0,0
20	316,0	5,0	20	123,1	3,4	20	415,0	1,0
21	303,0	0,0	21	121,0	11,3	21	417,0	6,0
22	309,0	4,0	22	123,5	13,0	22	416,0	5,0
23	314,0	7,0	23	123,8	11,6	23	417,0	5,0
24	315,0	6,0	24	123,6	9,7	24	416,0	2,0
25	316,0	5,0	25	124,7	8,6	25	415,0	0,0

Тема 1.2 Строительные материалы и изделия

Лабораторные занятия

Определение гранулометрического состава песка

Примеры расчета Задача 1

Определить плотность сложения мелкого песка, который имеет коэффициент пористости $e=0,7$

Решение: по таблице 1 определяем, что песок мелкий относится к пескам средней плотности, т.к. значение коэффициента пористости e находится между величинами 0,6-0,75.

№ варианта	Исходные данные				
	Задача 1	Задача 2		Задача 3	
1	Пески крупные $e=0,38$	$I_p=2$	$I_L=2$	Супесь $e=0,6$	$I_L=0,2$
2	Пески пылеватые $e=1,20$	$I_p=12$	$I_L=0,6$	Супесь $e=0,6$	$I_L=0,4$
3	Пески мелкие $e=0,74$	$I_p=18$	$I_L=1,2$	Суглинок $e=0,7$	$I_L=0,5$
4	Пески гравелистые $e=0,81$	$I_p=14$	$I_L=0$	Суглинок $e=0,6$	$I_L=0,6$
5	Пески пылеватые $e=0,76$	$I_p=21$	$I_L=0,61$	Суглинок $e=0,9$	$I_L=0,7$
6	Пески мелкие $e=0,96$	$I_p=8$	$I_L=3$	Глина $e=0,8$	$I_L=0,8$
7	Пески крупные $e=0,64$	$I_p=16$	$I_L=0,11$	Глина $e=0,55$	$I_L=0,9$
8	Пески средней крупности $e=0,71$	$I_p=10$	$I_L=0,84$	Глина $e=0,7$	$I_L=0,1$
9	Пески пылеватые $e=0,81$	$I_p=4$	$I_L=0,61$	Глина $e=1,0$	$I_L=0,2$
10	Пески мелкие $e=0,44$	$I_p=24$	$I_L=2,5$	Супесь $e=0,7$	$I_L=0,4$
11	Пески гравелистые $e=0,69$	$I_p=11$	$I_L=0,05$	Суглинок $e=0,5$	$I_L=0,6$
12	Пески мелкие $e=0,59$	$I_p=5$	$I_L=0,13$	Глина $e=0,6$	$I_L=0,8$
13	Пески пылеватые $e=0,59$	$I_p=10$	$I_L=0,9$	Глина $e=0,9$	$I_L=0,9$
14	Пески пылеватые $e=0,40$	$I_p=10$	$I_L=0,12$	Глина $e=0,9$	$I_L=0,4$
15	Пески средней крупности $e=0,36$	$I_p=20$	$I_L=0,84$	Суглинок $e=1,0$	$I_L=0,4$
16	Пески пылеватые $e=0,61$	$I_p=8$	$I_L=0,09$	Супесь $e=0,7$	$I_L=0,6$
17	Пески гравелистые $e=0,55$	$I_p=19$	$I_L=0,23$	Глина $e=0,5$	$I_L=0,4$
18	Пески мелкие $e=0,75$	$I_p=12$	$I_L=0,02$	Суглинок $e=0,8$	$I_L=0,8$
19	Пески средней крупности $e=0,71$	$I_p=6$	$I_L=0,02$	Суглинок $e=1,0$	$I_L=0,1$
20	Пески мелкие $e=0,71$	$I_p=15$	$I_L=1,21$	Супесь $e=0,55$	$I_L=0,5$
21	Пески пылеватые $e=0,59$	$I_p=3$	$I_L=0,14$	Глина $e=1,1$	$I_L=0,5$
22	Пески пылеватые $e=0,79$	$I_p=18$	$I_L=0,41$	Супесь $e=8,5$	$I_L=0,4$
23	Пески средней крупности $e=0,4$	$I_p=2$	$I_L=0,07$	Супесь $e=0,65$	$I_L=0,6$
24	Пески гравелистые $e=0,61$	$I_p=8$	$I_L=1,21$	Глина $e=0,75$	$I_L=0,7$
25	Пески крупные $e=1,0$	$I_p=13$	$I_L=0,19$	Глина $e=0,9$	$I_L=0,1$
26	Пески мелкие $e=1,0$	$I_p=9$	$I_L=0,03$	Суглинок $e=0,7$	$I_L=0,4$

27	Пески средней крупности $e=0,7$	$I_p=10$	$I_L=0,47$	Супесь $e=0,65$	$I_L=0,6$
28	Пески пылеватые $e=0,98$	$I_p=16$	$I_L=0,34$	Глина $e=0,8$	$I_L=0,8$
29	Пески пылеватые $e=0,22$	$I_p=4$	$I_L=1,21$	Супесь $e=0,7$	$I_L=0,7$
30	Пески гравелистые $e=0,10$	$I_p=21$	$I_L=0,97$	Суглинок $e=0,5$	$I_L=0,9$

Гранулометрический состав показывает, какого размера частицы и в каком количестве содержатся в грунте. Содержание частиц различного размера (фракций) выражается в процентах от веса воздушно-сухого образца.

Необходимое оборудование: набор стандартных сит с отверстиями диаметром 10, 5, 2, 1,5, 0,25, 0,1 мм (рис. 21), весы с разновесами, фарфоровая ступка с резиновым пестиком.



Рис. 21. Набор стандартных сит

1. Порядок работы.

1.1. Отобранную для анализа, высушенную на воздухе и растертую в ступке пробу грунта взвесить с точностью до 0,01 г в количестве 100 г.

1.2. Просеять пробу через колонну сит и взвесить содержимое каждого сита, а также частиц грунта, прошедших в поддон.

1.3. Сложить массу всех фракций и сумму сравнить с массой пробы породы, взятой на анализ. Расхождение не должно превышать 1-2 % от массы пробы.

2. Обработка результатов.

2.1. Определить процентное содержание каждой фракции по формуле: $A = 100 \cdot v/a$,

(22) где: A – содержание фракции; v - масса соответствующей фракции; a - навеска грунта.

Результаты ситового анализа занести в журнал .

Р е ш е н и е:

Рассчитываем процентное содержание частиц в грунте A (см. табл. 3), используя формулу:

$$A = (a_i / m) \cdot 100 \%$$

Сумма значений A по отдельным фракциям должна составлять 100 %.

Для установления наименования грунта последовательно суммируем проценты содержания частиц исследуемого грунта: сначала крупнее 10 мм, затем крупнее 2 мм, далее крупнее 0,5 мм и т.д. – и заносим в табл. 4. Наименование грунта принимается по первому удовлетворяющему требованию в порядке расположения наименований в таблицах ГОСТ 25100-2011 [4].

Т а б л и ц а 3

Размер отверстий, мм	Индекс	Масса остатка на ситах a , г	Фракции, мм	Содержание частиц	
				формула	A, %
10	a_{10}	10,2	>10	$((a_{10}/m) 100$	2,04
5	a_5	36,5	10-5	$((a_5/m) 100$	7,30
2	a_2	50,8	5-2	$((a_2/m) 100$	10,16
1	a_1	89,6	2-1	$((a_1/m) 100$	17,92
0,5	$a_{0,5}$	66,3	1-0,5	$(a_{0,5}/m) 100$	13,26
0,25	$a_{0,25}$	107,5	0,5-0,25	$(a_{0,25}/m) 100$	21,50
0,1	$a_{0,1}$	128,2	0,25-0,1	$(a_{0,1}/m) 100$	25,64
	$a < 0,1$	10,9	<0,1	$(a_{<0,1}/m) 100$	2,18
		$\sum a = 500$ г			$\sum A = 100\%$

Таблица 4

Процент содержания частиц размером					Наименование грунта
Крупнее 10мм	Крупнее 2мм	Крупнее 0,5мм	Крупнее 0,25мм	Крупнее 0,1мм	
2,04	19,5	50,68	72,18	97,82	Песок крупный

Используя данные гранулометрического анализа, определяем наименование вида грунта по крупности по первому удовлетворяющему показателю их расположения [1]: - гравелистый – масса частиц крупнее 2 мм более 25 %;

- крупный – масса частиц крупнее 0,5 мм более 50 %;
- средний – масса частиц крупнее 0,25 мм более 50 %;
- мелкий – масса частиц крупнее 0,1 мм более 75 %;
- пылеватый – масса частиц крупнее 0,1 мм менее 75 %.

Суммарное содержание частиц крупнее 2 мм составляет 19,5 %, т. е. менее 50 %, следовательно, исследуемый грунт не крупнообломочный, а песчаный.

Устанавливаем тип песчаного грунта по (табл. Б. 2.2), рассматривая показатели сверху вниз. Суммарное содержание частиц крупнее 2 мм составляет 19,5 %, т. е. < 25 %, значит, песок не гравелистый. Спускаемся на строчку ниже. Суммарное содержание частиц крупнее 0,5 мм составляет 50,68 %, т. е. > 50 %, значит, исследуемый грунт является песком крупным.

Б.2.2 Разновидности крупнообломочных грунтов и песков по гранулометрическому составу выделяют в соответствии с таблицей Б.7.

Т а б л и ц а Б.7

Разновидность крупнообломочных грунтов и песков	Размер частиц d , мм	Содержание частиц, % от массы
Крупнообломочные: - валунный (при преобладании неокатанных частиц — глыбовый) - галечниковый (неокатанный — щебенистый) - гравийный (неокатанный — древесный)	> 200 > 10 > 2	> 50 > 50 > 50
Пески: - гравелистый - крупный - средней крупности - мелкий - пылеватый	> 2 > 0,50 > 0,25 > 0,10 > 0,10	> 25 > 50 > 50 ≥ 75 < 75
<p>П р и м е ч а н и е — В крупнообломочных грунтах необходимо указывать вид и процентное содержание заполнителя. При наличии в крупнообломочных грунтах песчаного заполнителя более 40 % или глинистого заполнителя более 30 % общей массы воздушно-сухого грунта в наименование крупнообломочного грунта включают наименование вида заполнителя и указывают характеристики его состояния (влажность, плотность, показатель текучести). Вид заполнителя устанавливают после удаления из крупнообломочного грунта частиц крупнее 2 мм.</p>		

ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Вариант №1, №16

Определите разновидность грунта в соответствии с ГОСТ 25100-11 по заданным результатам ситового анализа грунта с промывкой водой.

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	m_i	22,4	16,1	38,2	89,5	103,2	130,3	62,3	38,0	500

Вариант №2, №17

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	m_i	45,0	22,5	74,0	93,5	136,3	92,3	21,2	15,2	500

Вариант №3, №18

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	m_i	12,0	21,1	34,0	43,0	78,3	124,3	131,2	56,1	500

Вариант №4, №19

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mј	12,4	26,1	48,2	79,5	113,2	120,3	72,3	28,0	500

Вариант №5, №20

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mј	35,0	32,5	84,0	83,5	126,3	102,3	31,2	5,2	500

Вариант №6, №21

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mј	22,0	11,1	24,0	53,0	88,3	114,3	121,2	66,1	500

Вариант №7, №22

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mј	32,4	16,1	28,2	79,5	113,2	130,3	52,3	48,0	500

Вариант №8, №23

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mј	40,0	27,5	84,0	83,5	126,3	82,3	31,2	25,2	500

Вариант №9, №24

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mj	32,0	11,1	24,0	43,0	68,3	114,3	121,2	86,1	500

Вариант №10, №25

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mj	32,4	26,1	18,2	79,5	103,2	120,3	62,3	58,0	500

Вариант №11, №26

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mj	35,0	32,5	64,0	103,5	126,3	92,3	31,2	15,2	500

Вариант №12, №27

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mj	22,0	21,1	44,0	43,0	88,3	114,3	121,2	46,1	500

Вариант №13, №28

Наименование	Обозначение	Размер фракции, мм								Всего
		Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	
Частный остаток, г	mj	32,4	26,1	18,2	79,5	123,2	110,3	72,3	38,0	500

Определение водопотребности и сроков схватывания цементного теста

« Испытание портландцемента»

Дата испытания «__» _____ 20__ г.

1. Определение нормальной густоты цементного теста на приборе Вика с пестиком (масса цемента 400 г):

№ опыта	Количество воды		Пестик не доходит до пластинки, мм
	см ³	%	
1			
2			
3			
4			
5			

Нормальная густота теста (водопотребность цемента) _____ % (норма 28%)

2. Определение сроков схватывания цементного теста на приборе Вика с иглой (масса цемента 400 г):

2.1 Начало схватывания через _____ час _____ мин. (норма: не ранее 45 мин.)

2.1 Конец схватывания через _____ час _____ мин. (норма: не позднее 10 час.)

3. Определение равномерности изменения объёма цементного теста:

3.1 Проба кипячением (зарисовка образцов)

Образец прошёл испытание	Образец не прошёл испытание

4. Определение тонкости помола цемента масса цемента 50 г; сито с ячейками 0,08мм (4900-5100 отверстий в см²):

4.1 Остаток на сите №008 _____ гр. _____ %. (норма: не более 15%)

ВЫВОДЫ: _____

вопросы

1. Показатели качества вяжущих веществ.
2. Вяжущие материалы воздушного твердения.
3. Свойства гипса.
4. Маркировка гипса.

5. Методика определения нормальной густоты гипса.
6. Классификация гипса по срокам твердения.
7. Получение портландцемента.
8. Технические характеристики портландцемента.
9. Методика определения тонкости помола портландцемента.
10. Разновидности портландцемента.
11. Портландцементы с минеральными добавками.
12. Глинозёмистый портландцемент.

Приготовление бетонной смеси и проверка свойств бетонной смеси

Общие теоретические сведения

Бетон – искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения рационально подобранной смеси, состоящей из вяжущего вещества, мелкого и крупного заполнителей, воды и добавок, корректирующих свойства.

Для приготовления бетона используют портландцемент и его разновидности, кварцевый песок и щебень из горных пород. Компоненты перемешивают с водой – получают бетонную смесь. Бетонная смесь с течением времени затвердевает и превращается в бетон – прочный, плотный, морозостойкий, водонепроницаемый конструкционный материал.

По плотности бетоны подразделяют на особо тяжелые ($>2500 \text{ кг/м}^3$); тяжелые (2200-2500 кг/м^3); облегченные (1800-2200 кг/м^3); легкие (500-1800 кг/м^3); особо легкие ($<500 \text{ кг/м}^3$).

Бетоны могут производиться на минеральных вяжущих (цементные, силикатные, гипсовые) и на органических связующих (полимербетон, асфальтобетон).

Свойства бетонной смеси

Удобоукладываемость – способность бетонной смеси заполнять форму и уплотняться в ней под действием силы тяжести или в результате внешних механических воздействий.

Удобоукладываемость оценивают по подвижности или жесткости. **Подвижность** – способность бетонной смеси распределяться в форме под действием собственной массы. Подвижность определяют по осадке конуса, сформованного из бетонной смеси.

Для оценки степени подвижности бетонную смесь укладывают в стандартный конус в три слоя, каждый слой штыкуют 25 раз. После укладки конус аккуратно снимают и устанавливают рядом.

Осадка конуса определяется как разность между высотой стандартного конуса и высотой полученного из бетонной смеси. Измеряется осадка конуса в сантиметрах.

Жесткость бетонной смеси – способность смеси заполнять форму в результате вибрации. Жесткость характеризуется временем вибрирования (в секундах), необходимым для выравнивания и уплотнения бетонной смеси.

Показатель жесткости определяется на специальном приборе с использованием виброплощадки.

По удобоукладываемости бетонные смеси подразделяются на марки (литые, пластичные, жесткие, сверхжесткие).

Удобоукладываемость зависит от расхода воды, объема цементного теста, формы и крупности заполнителя, соотношения мелкого и крупного заполнителя, пластифицирующих добавок.

Связность – способность бетонной смеси сохранять однородную структуру, то есть не расслаиваться в процессе транспортировки, укладки и уплотнения.

Тиксотропия – способность бетонной смеси разжижаться при периодически повторяющихся механических воздействиях и вновь загустевать при прекращении воздействия.

Все эти свойства обеспечиваются правильным подбором бетонной смеси.

1. Данные для расчета:

1.1. Назначение бетона _____ МПа

1.2. Прочность бетона R_{28} _____ МПа

1.3. Подвижность бетонной смеси по стандартному конусу ОК _____ см

1.4. Характеристика материалов:

а) портландцемент:

прочность цемента $R_{ц}$ _____ МПа

средняя плотность цемента $\rho_{м}^{ц}$ _____ кг/м³

истинная плотность цемента $\rho^{ц}$ _____ кг/м³

б) песок:

средняя плотность песка $\rho_{м}^{п}$ _____ кг/м³

истинная плотность песка $\rho^{п}$ _____ кг/м³

в) щебень:

истинная плотность щебня $\rho^{ш}$ _____ кг/м³

средняя плотность щебня $\rho_{м}^{ш}$ _____ кг/м³

пустотность щебня $V_{п.щ}$ _____

наибольшая крупность щебня _____ мм

2. Расчет состава бетона:

2.1. Определение водоцементного отношения по заданной прочности бетона и активности цемента:

$$R_{28} = AR_{ц} \left(\frac{Ц}{B} \pm 0,5 \right)$$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{AR_{ц}}{0,5AR_{ц} + R_{28}} =$$

$A=0,6$ для заполнителей среднего качества

2.2. Определение расхода воды по таблице: $B=.....л$

2.3. Определение расхода цемента по массе и объему:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц} =кг$$

$$V_{ц} = \frac{Ц}{\rho_{м}^{ц}} = м^3$$

2.4. Определение расхода щебня по массе и объему:

$$Ш = \frac{1}{V_{п.щ} \cdot \frac{\alpha}{\rho_{м}^{ш}} + \frac{1}{\rho^{ш}}} =$$

α – коэффициент раздвижки зерен, зависит от расхода цемента и от В/Ц отношения

$$V_{ц} = \frac{Ц}{\rho_{ц}^m} = \dots\dots\dots M^3$$

2.5. Определение расхода песка по массе и объему:

$$П = \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}^n} + \frac{B}{\rho^6} + \frac{Щ}{\rho_{щ}^n} \right) \right] \cdot \rho^n = \dots\dots\dots кг$$

$$V^n = \frac{П}{\rho^n} = \dots\dots\dots M^3$$

2.6. Состав бетона по массе:

Ц:П:Щ 1:Х:У при В/Ц=.....

2.7. Состав бетона по объему

$V_{ц}:V_{п}:V_{щ}$ 1:Х:У при В/Ц=.....

3. Определение расхода материала на лабораторный замес:

Расход материалов	Единица измерения	Количество материалов		Добавки
		на 1м ³	на 7 литров	
Вода	л			
Цемент	кг			
Песок	кг			
Щебень	кг			
Осадка конуса	см			
Общий вес	кг			

4. Определение средней плотности бетонной смеси:

Объем формы $V = \dots\dots\dots см^3$

Масса формы $m_1 = \dots\dots\dots г$

Масса формы с бетонной смесью $m_2 = \dots\dots\dots г$

Масса бетонной смеси $m = m_2 - m_1 = \dots\dots\dots г$

Средняя плотность бетонной смеси: $\rho_m = \frac{m}{V} = \dots\dots\dots кг / м^3$

5. Определение жесткости бетонной смеси:

Время вибрации.....сек

Жесткость смеси

Выводы:

вопросы

1. Что такое бетон?
2. Свойства бетонной смеси.
3. Как определить подвижность бетонной смеси?

4. Как выполняется подбор состава тяжелого бетона?
5. Закон прочности бетона.
6. Технология изготовления бетона.
7. Прочность и класс бетона.
8. Перечислите свойства тяжёлого бетона.
9. Какие специальные бетоны могут быть?
10. Что такое легкие бетоны?
11. Как проверить верно ли сделан расчет состава?

Испытания арматуры для железобетонных конструкций

1. Сущность работы: испытание арматуры, изучение метода определения механических свойств стали.

2. Аппаратура: разрывная машина, штангельциркуль, металлическая линейка, стандартные образцы стали для испытания на растяжение.

3. Подготовка работы: выкачены образцы стали осматриваем, осматриваем разрывную машину, проверяем исправность.

4. Проведение работы: перед испытанием образцы измеряем в трёх местах по длине рабочей части. В каждом месте в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Вычисляем площадь поперечного сечения образца. Расчетную длину образца измеряем с точностью до 0.1мм. образцы закрепляем в захватах машины начинаем испытания.

5. Схемы и формулы:

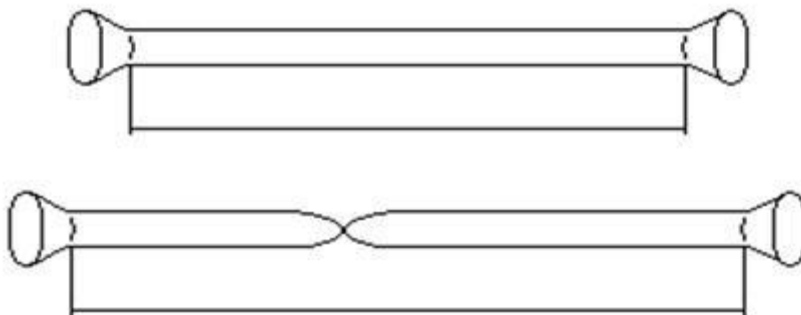


Рисунок 8 – «Определение относительного удлинения образца»

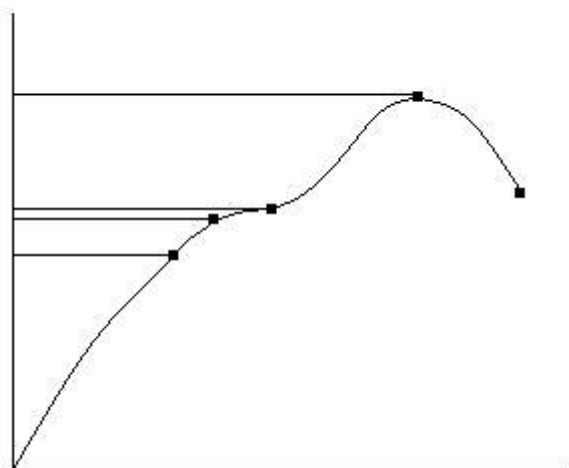


Рисунок 9 – «Диаграмма растяжения стали»

Диаграмма имеет характерные участки. Участок 0-1 показывает, что удлинение образца Δl возрастает пропорционально приложенной нагрузке P . Если образец подвергнуть растяжению нагрузкой, равной или меньшей P , а затем снять эту нагрузку, то образец примет первоначальную длину, т.е. в нём будут отсутствовать остаточные деформации.

Точка 1 на кривой растяжения соответствует пределу пропорциональности, т.е. наибольшему напряжению, при котором растяжение металла прямо пропорционально нагрузке,

где P_n – нагрузка при пределе пропорциональности, H (кгс); F_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, $мм^2$.

При увеличении нагрузки (свыше P_n) образец удлиняется быстрее, чем возрастает нагрузка. Таким образом, пропорциональность нарушается и участок диаграммы переходит в линию 1-2, а затем в горизонтальную линию 2-3, которая указывает, что образец самопроизвольно вытягивается (течёт), хотя

нагрузка остается постоянной.

Напряжение, при котором течение стали, называется пределом текучести.

При испытании образца стали следят за показаниями стрелки силоизмерителя. Как только сталь достигает предела текучести, стрелка прибора останавливается, а затем вновь начинает двигаться. Значение нагрузки P_T в момент остановки стрелки фиксируют и принимают за нагрузку, соответствующую пределу текучести.

где, P_T – нагрузка при пределе текучести, H (кгс); F – первоначальная площадь поперечного сечения образца $мм^2$; σ_T – напряжение при пределе текучести.

Пределом текучести при растяжении называют то напряжение, которое соответствует максимальной нагрузке, предшествующей разрушению образца.

На диаграмме точкой 4 зафиксирована максимальная нагрузка, которую выдерживает образец

Начиная с точки 4, деформация концентрируется в одном каком-либо месте образца, который начинает быстро растягиваться и уменьшать площадь поперечного сечения, при этом нагрузка падает до точки 5, в которой происходит разрыв.

Предел прочности при растяжении:

где, P_B – наибольшая нагрузка предшествующая разрыву образца, H (кгс); F_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, $мм^2$.

	Диа	Первоначальн	Длина	Относите	Преде	Преде
--	-----	--------------	-------	----------	-------	-------

сп.	метр образца, d_0 мм	ые размеры образца		образца после разрыва, L_1 мм	льное удлинение $\Delta l_1, \%$	л прочности, МПа	л текучести, МПа
		дл ина, l_0 , см	Пло щадь F_0 , мм ²				
	9.79	128	75.23	137	7.3	403.7	232.35

С целью определения относительного удлинения испытанного стального образца обе его части возможно плотнее прикладывают одну к другой и измеряют длину образца после разрыва.

Значения относительного удлинения:

где, l_1 - длина образца после разрыва, мм; l_0 - расчётная длина образца, мм.

6. Обработка результатов:

Таблица 7 – «Результаты испытаний»

7. Вывод: В результате проведенных испытаний марка стали Ст3сп.

Определение предела прочности бетона на сжатие

Задание:

- выполнить визуальный осмотр образцов с целью отбраковки или устранения дефектов;
- определить рабочую площадь сечения образцов;
- нанести на боковые грани образцов центральные линии;
- выполнить нагружение образцов до разрушения;
- проверить схему разрушения образцов при сжатии, сравнить с дефектными схемами, при необходимости испытание повторить;
- определить прочность бетона при сжатии и растяжении;
- оформить отчет;
- ответить на контрольные вопросы.

3. Краткие теоретические сведения

В железобетонных конструкциях бетон преимущественно используется для восприятия сжимающих напряжений. Поэтому за основную характеристику прочностных свойств бетона принята его прочность на осевое сжатие. Все другие характеристики (прочность на растяжение, местное сжатие и др.) могут быть определены по эмпирическим формулам с помощью экспериментальных коэффициентов. Наиболее простым и надежным способом оценки прочности бетона в реальных конструкциях является раздавливание на прессе кубов бетона, изготовленных в тех же условиях, что и конструкция. Поскольку конструкции по форме отличаются от кубов, кубиковая прочность непосредственно в расчетах не используется, а служит только для контроля качества бетона. За стандартные лабораторные образцы принимают кубы размерами 15×15×15 см (базовый размер). При испытаниях образцов других размеров их прочность должна быть пересчитана на прочность бетона в образцах базового размера.

Прочность бетона при растяжении зависит от прочности цементного камня и сцепления его с заполнителем. При осевом растяжении прочность бетона в 10-20 раз меньше прочности при сжатии. Из-за трудностей центрирования растягивающей силы истинное временное сопротивление бетона на осевое растяжение получить трудно, поэтому на практике определяют его косвенными методами –

по результатам испытаний кубов или цилиндрических образцов на раскалывание или изгиб бетонных балочек.

2.4. Выполнение работы

2.4.1. В лабораторной работе выполняют испытания образцов по схемам 1-3 на рис.2.1. По каждой схеме испытывают два образца. Перед испытанием образцы подвергают визуальному осмотру, устанавливая наличие дефектов в виде сколов ребер, раковин и инородных включений. Образцы имеющие трещины, сколы ребер глубиной более 10 мм, раковины диаметром более 10 мм и глубиной более 5 мм, а так же следы расслоения и недоуплотнения бетонной смеси испытанию не подлежат. Наплывы бетона на ребрах опорных граней образцов должны быть удалены напильником или абразивным камнем. Выполняют нумерацию образцов. На образцах выбирают и отмечают грани, к которым должны быть приложены усилия в процессе нагружения. При испытаниях на сжатие опорные грани выбирают таким образом, чтобы сжимающая сила была направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в формы. Рабочая площадь сечения образца определяется как среднее арифметическое значение площадей опорных граней образца с точностью до 1 мм².

При выполнении испытаний, перед установкой образцов на пресс или испытательную машину удаляют частицы бетона, оставшиеся от предыдущего испытания на опорных плитах прессы. Нагружение образцов производят непрерывно, до их полного разрушения со скоростью, обеспечивающей повышение расчетного напряжения в бетоне в пределах $0,6 \pm 0,4$ МПа/с. За разрушающее принимают максимальное усилие, достигнутое в процессе испытания. Характер разрушения образца при испытании на сжатие следует сравнить с возможными дефектными схемами разрушения (рис.2.2). В случае разрушения образца по одной из дефектных схем, результаты испытаний не учитывают.

При испытаниях на раскалывание подготовку образцов и устранение дефектов выполняют, как и для образцов при испытании на сжатие. Опорные грани при испытании по схеме 2 (рис.2.1) выбирают таким образом, чтобы сжимающая сила при испытании была направлена перпендикулярно слоям укладки бетонной смеси в формы. Рабочая площадь образца определяется также как и при испытаниях на сжатие.

При испытаниях по схеме 3 направление сжимающей силы должно совпадать с диагональной плоскостью образца, а ось образца должна проходить через центр шарнира прессы. Длину ребра куба определяют как среднее арифметическое длин ребер с точностью до 1 мм. Для равномерного распределения нагрузки между плитами прессы и испытываемым образцом помещают прокладки (рис. 2.1.) из трехслойной фанеры. Длина прокладок должна быть не менее длины образца а ширина должна составлять $1/3$ длины ребра куба.

Испытание образцов на раскалывание силой, направленной в продольном (схема 2) и диагональном (схема 3) направлениях, выполняется аналогично испытаниям образцов при сжатии с фиксацией максимального значения раскалывающей силы, достигнутой в процессе испытаний.

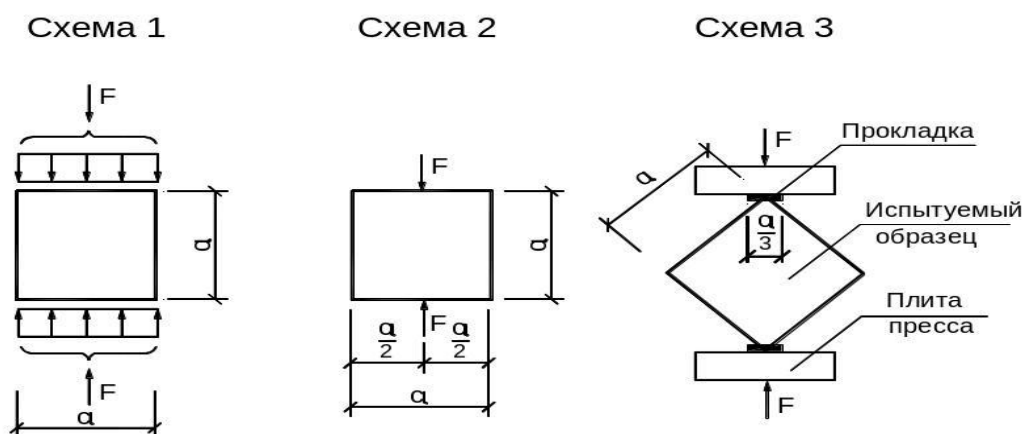


Рис. 2.1. Схемы испытания образцов: схема 1 – на сжатие; схема 2 – на раскалывание силой, действующей в продольном направлении; 3 – на раскалывание силой, действующей в диагональном направлении

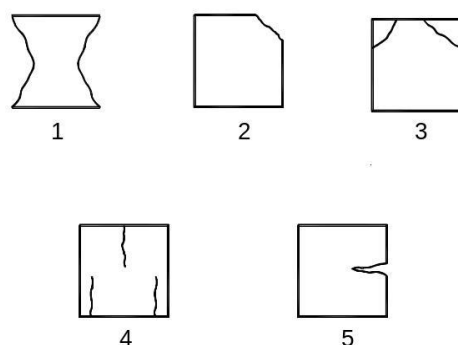


Рис. 2.2. Возможные схемы разрушений образцов при испытаниях на сжатие: 1 – нормальное разрушение; 2 – 5 – дефектные разрушения

2. Прочность бетона для каждого образца следует вычислять с точностью до 0,01 МПа (0,1кгс/см²) при испытаниях на сжатие и до 0,1 МПа (1кгс/см²) при раскалывании по формулам:

на сжатие

$$R = \beta \frac{F}{A}; \quad (2.1)$$

на растяжение при раскалывании по схеме 2 (рис.2.1)

$$R_{tt} = \gamma \frac{2F}{\pi A}; \quad (2.2)$$

на растяжение при раскалывании по схеме 3 (рис 2.1)

$$R_{tt}^* = \frac{0,5187F}{a^2}, \quad (2.3)$$

где F – разрушающая нагрузка; A – площадь рабочего сечения образца; a – длина ребра куба; β , γ – масштабные коэффициенты для приведения прочности бетона испытанных образцов к прочности в образцах базового размера (табл. 2.1).

		-	-	-		-			-	
		-	-			-			-	
			-	-						
				R_{tt}			t3,4	y		3,4
		-		-						
		-		R_{tt}^*			t5,6	y		5,6

* Прочность бетона при растяжении по результатам испытаний неразрушающими методами рассчитывается по (2.7), (2.8).

Нормативное сопротивление бетона осевому растяжению определяется по формуле

$$R_{btн} = 0,5K\sqrt[3]{B^2}, \quad (2.7)$$

где $K=0,8$ – для бетонов класса В35 и ниже, $K=0,7$ – для бетонов класса В40 и выше.

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию определяют по формуле

$$R_b = \frac{R_{btн}}{\gamma_{bc}}, \quad (2.8)$$

где $\gamma_{bc} = 1,3$ - коэффициент надежности по бетону при сжатии.

Расчетное сопротивление бетона растяжению:

$$R_{bt} = \frac{R_{btн}}{\gamma_{bt}}, \quad (2.9)$$

где $\gamma_{bt} = 1,5$ - коэффициент надежности по бетону при растяжении.

Содержание отчета

В отчете приводят сведения о качестве поверхности образцов, наличии сколов ребер и раковин, о размерах дефектов, дают результаты измерений образцов, расчеты рабочей площади сечения; указывают величины максимального усилия, достигнутого в процессе испытания образцов, приводят расчеты прочности бетона при сжатии и растяжении, находят средние значения прочности в каждой партии образцов, заполняют табл.2.2, определяют класс бетона, нормативные и расчетные характеристики бетона.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству поверхности образцов, предназначенных для испытаний?
2. Почему кубиковая прочность бетона не используется в расчетах конструкций непосредственно?
3. По какой причине прочность бетона при растяжении чаще определяется косвенными методами?
4. Каким образом изменяется кубиковая прочность при сжатии с уменьшением размеров образцов?
5. Как выполняется контроль схемы разрушения бетонных образцов при испытании на сжатие?
6. Показать схему нормального разрушения бетонного куба при сжатии.

7. Как определяется рабочая площадь сечения образца?
8. Каково соотношение прочности бетона при сжатии и растяжении?
9. По каким схемам выполнялись испытания образцов в лабораторной работе?
10. Почему прочность бетона при сжатии является базовой характеристикой?
11. От каких факторов зависит прочность бетона при растяжении?

Испытание и контроль качества бетона неразрушающим способом

Общие теоретические сведения

Неразрушающий контроль бетона проводится по **ГОСТ 22690** (механические методы) и **ГОСТ 17624** и (ультразвуковой метод).

При контроле прочности бетона монолитных конструкций в промежуточном возрасте методами неразрушающего контроля испытывают не менее одной конструкции каждого вида (плита, стена, колонна и т.д.) из контролируемой партии.

Число измерений, проводимых на каждом контролируемом участке конструкции, определяются по ГОСТ 17624, ГОСТ 22690.

Прочность бетона определяют по предварительно установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетона, полученной прямым разрушающим (выбуривание бетонных кернов, испытание кубов-образцов) или неразрушающим (отрыв со скалыванием) методами и косвенными характеристиками прочности при неразрушающем контроле (упругий отскок, ультразвук).

Методы неразрушающего контроля прочности (упругий отскок, ударный импульс отрыв со скалыванием, ультразвуковое прозвучивание) выбирают, исходя из предполагаемых предельных значений прочности испытываемых конструкций.

К **косвенным методам** неразрушающего контроля прочности бетона относятся следующие методы: упругого отскока и пластической деформации, ударного импульса, отрыва.

К **прямым неразрушающим методам** механического определения прочности относятся следующие методы: скалывания ребра, отрыва со скалыванием.

Существует также **косвенный ультразвуковой метод** определения прочности бетона (ГОСТ 17624-2012), основанный на связи между скоростью распространения ультразвуковых колебаний в бетоне и его прочностью.

Большинство приборов неразрушающего контроля работают при температуре наружного воздуха от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Испытания бетона конструкций проводятся при положительной температуре бетона.

1. Определение прочности бетона склерометром СД-2

Вид бетона _____

№ удара	Диаметр отпечатка доп (мм)	dсред (мм)	Rсж (МПа)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Прочность бетона _____

Класс бетона _____

2. Определение прочности бетона электронным склерометром ИПС-МГ4.01

Вид бетона _____

№ удара	Rсж (МПа)	Rсж сред (МПа)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Прочность бетона _____

Класс бетона _____

3. Определение прочности бетона ультразвуковым прибором УКС-МГ4

Вид бетона _____

№ опыта	Rсж (МПа)	Rсж сред (МПа)
1		
2		
3		

Прочность бетона _____

Класс бетона _____

Выводы:

Подпись студента

Подпись преподавателя

вопросы

1. Какие способы контроля прочности бетона относятся к косвенным неразрушающим методам?
2. Перечислите названия этих методов?
3. Как строится градуировочная зависимость в неразрушающих методах испытаний бетона?

4. Как определяют прочность бетона ультразвуковым методом?
5. Какой метод неразрушающих механических испытаний реализуется с помощью молотка Кашкарова?

Тема 1.2. Строительные материалы и изделия

Практические занятия

Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками кровельных гидроизоляционных материалов

Гидроизоляционные материалы предназначены для предохранения строительных конструкций от контакта с водой, поглощения воды или от фильтрации воды через них. В зависимости от физического состояния и соответственно технологии их применения гидроизоляционные материалы можно разделить на жидкие, пастообразные пластично-вязкие, твердые упругопластичные.

Жидкие гидроизоляционные материалы могут быть пропиточные и пленкообразующие.

Пропиточные материалы – жидкости, проникающие в поры поверхностных слоев материала, создавая водонепроницаемый барьер, либо гидрофобизирующие поверхность пор (битумы и дегти, пропитка полимерами, кремнийорганические жидкости).

Инъекционные материалы – нагнетают в поры изолируемого материала под давлением (эпоксидные смолы, полимерные дисперсии).

Пленкообразующие материалы – вязкожидкие составы, которые после нанесения на поверхность изолируемой конструкции образуют на ней водонепроницаемую пленку (разжиженные битумы, битумные эмульсии, лаки, эмали).

Пастообразные гидроизоляционные материалы используют как обмазочные и приклеивающие.

Обмазочные материалы, после нанесения образуют на изолируемой поверхности достаточно толстый гидроизоляционный слой (мастики, пасты).

Упругопластичные гидроизоляционные материалы представлены рулонными материалами (безосновными и на различных основах), аналогичные кровельным.

№п/п	Наименование материала	Марка с расшифровкой	Основание	Толщина 1 слоя	Гибкость на брусе	Область применения	Рекомендуемое количество слоев
Рулонные кровельные материалы							
1	Бикрост	К - с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и полимерной пленкой с нижней стороны полотна	Полиэстер Стеклоткань стеклохолст		R=25мм, 0°C, не выше	применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра	Бикрост наносится в один слой при восстановительном ремонте старого покрытия, и в два при организации нового кровельного ковра, либо при капитальном ремонте.
		П - с мелкозернистой	Полиэстер Стеклоткань			применяется для	

		посыпкой или полимерной пленкой с лицевой стороны и полимерной пленкой с нижней стороны полотна или мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна	ь стеклохолст			устройства нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции и строительных конструкций.	
--	--	--	------------------	--	--	---	--

вопросы

1. Какие термопластичные и термореактивные полимеры применяют в строительстве?
2. Приведите номенклатуру материалов на основе битума.
3. Какие области применения материалов на основе битума вы знаете?
4. Как происходила модификация рубероида?
5. Каким условиям должен удовлетворять гидроизоляционный материал?
6. Какая разница между битумными мастиками эмульсиями и пастами?
7. Основные герметизирующих материалов. Каким условиям они должны соответствовать?

Материалы:

- образцы кровельных и гидроизолирующих материалов.

Порядок выполнения практического задания:

1. Изучить образцы кровельных и гидроизоляционных материалов;
2. Ознакомится с сопутствующей информацией (рекламные проспекты, техническая характеристика материалов, интернет и т.д.);

3. Внести данные в таблицу.

1. Кровельные материалы

Кровельные материалы предназначены для защиты от атмосферных осадков (дождь, снег, град), т.е. от кратковременного (периодического) воздействия осадков.

Кровельные материалы подразделяются:

- по виду исходного сырья – на металлические (из стали, алюминия, меди и других металлов, а также их сплавов), керамические, получаемые обжигом глиняного сырья (черепица), цементно-волоконистые (асбестоцементные, стеклоцементные), пластмассовые (стекловолоконистый пластик, органическое стекло), цементно-песчаные (бетонные) черепицы, битумные (на основе битума, дегтя, полимеров и их смесей);

- по конфигурации – на плоские, волнистые, пазогребневые, гребневые;

- по форме на

- рулонные – полотнища шириной около 1 м и длиной 7...20 м, поставляемые на строительную площадку в рулонах;
- листовые и штучные – мелкогабаритные полосы и листы (площадью менее 1 и 2 м² соответственно);

- мастичные – вязкие жидкости, образующие сплошную водонепроницаемую пленку после нанесения на изолируемую конструкцию;

- мембранные – большеразмерные полотнища (площадью 100...500 м²).

Выбор того или иного типа материала зависит от многих факторов:

- конструктивных (угол наклона крыши, материал основания);
- технологических (простота устройства покрытия);
- архитектурно-декоративных (желаемый цвет и фактура поверхности кровли);
- экономических (стоимость и долговечность).

Рулонные материалы относятся к группе «мягкая кровля». Они представляют собой полотнища, скатанные в рулоны (отсюда они и получили свое название). Полотнища выпускаются шириной около 1000 мм и длиной от 7 до 20 м, длина полотнища определяется толщиной материала, составляющей обычно 1,0-6,0 мм.

Рулонные материалы могут обеспечивать водонепроницаемость даже при нулевых уклонах, а верхний предел рекомендуемых уклонов составляет 45-50 °С. Кровельный ковер из современных рулонных материалов, как правило, является двухслойным. Поэтому различают материалы для нижнего и для верхнего слоя. Вес 1 кв./м кровельного ковра, в зависимости от вида материала и количества слоев составляет, примерно, 5-12 кг.

В настоящее время на рынке присутствуют рулонные материалы нескольких поколений, для производства которых применяются различные компоненты, как для основы, так и для покровных слоев.

К первому поколению рулонных материалов относятся битумные на картонной основе (рубероид, рубемаст и т.п.). Они по-прежнему широко применяются, хотя уже и не отвечают современным требованиям.

Важным шагом в развитии рулонных материалов стала замена биологически недолговечной картонной основы не гниющими материалами: стеклохолстами, стеклотканями и т.п. (битумные материалы на не гниющих основах). При этом кроме биологической долговечности материала увеличилась и его прочность, в то время как остальные минусы, присущие битумным материалам остались. Это, в первую очередь, проблемы, связанные со «старением» битума. Поистине революционным стало применение в рулонных материалах полимеров, как в качестве модификаторов битума (битумно-полимерные материалы), так и для создания чисто полимерных кровельных материалов (полимерные мембраны). К преимуществам всех рулонных материалов можно отнести то, что они, вне зависимости от условий производства работ и состояния поверхности, создают изоляционный слой с необходимой гарантированной толщиной. К недостаткам рулонных кровельных материалов относится большое количество швов (нахлестов) при изготовлении ковра. Для устройства рулонного водоизоляционного ковра рекомендуется применять битумные и битумно-полимерные материалы на негниющей стеклянной, синтетической или картонной основе или эластомерные вулканизованные пленочные материалы, а также мастичные материалы. Аналогичные материалы рекомендуется применять для устройства пароизоляции. Рулонные материалы на картонной основе с битумным вяжущим допускается применять для устройства водоизоляционного ковра в кровлях временных зданий и сооружений со сроком службы до 5 лет.

Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками теплоизоляционных материалов

Неорганические материалы изготавливают из минерального сырья (горных пород, шлаков, стекла, вяжущих веществ, асбеста и т.п.) к этим материалам относят изделия из минеральной ваты, пеностекло, ячеистые бетоны, асбестосодержащие засыпки и мастичные составы, а также пористые заполнители, используемые как теплоизоляционные засыпки (керамзит, перлит, вермикулит).

Минераловатные изделия получают на основе коротких и очень тонких минеральных волокон (минеральной ваты), скрепляемых в изделия с помощью связующего или другими способами.

Минеральная вата в зависимости от плотности подразделяется на марки 75, 100, 125, 150. она огнестойка, не гниет, малогигроскопичная и имеет низкую теплопроводность – 0,04 – 0,05 Вт/(м·С).

Минеральная вата хрупка, и при ее укладке образуется много пыли. Поэтому вату гранулируют, т.е. превращают в рыхлые комочки-гранулы. Их используют в качестве теплоизоляционной засыпки пустотелых стен и перекрытий. Сама минеральная вата является как бы полуфабрикатом, из которого выполняют разнообразные теплоизоляционные минераловатные изделия.

Минеральные маты – представляют собой листовой или рулонный материал, состоящий из минеральной ваты, покрытой с одной или двух сторон битуминизированной бумагой, прошитый прочными нитками. Размеры матов: длина 3000-5000, ширина 500 или 1000 мм.

Маты выпускают марки 100 (по величине плотности), их теплопроводность 0,04Вт/(м·С). Маты применяют для теплоизоляции ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий, технологического оборудования и трубопроводов.

Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем изготавливают длиной 900-1800, шириной 500-1000 и толщиной 40-100 мм. По плотности плиты подразделяют на марки 50, 75, 125, 175, 200, 300. Теплопроводность их 0,044 – 0,058 Вт/(м·С).

Плиты используют для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов.

Плиты из минеральной ваты на битумном связующем получают смешиванием волокон минеральной ваты с битумной эмульсией или пастой с последующим формованием и сушкой формовочных плит. Длина минераловатных плит 1000-1500 и 2000, ширина 500 и 1000, толщина 40-100 мм. По плотности плиты делят на марки 200 и 250. Теплопроводность плит зависит от марки и находится в пределах 0,06 – 0,076Вт/(м·С).

Минераловатные плиты на битумном связующем служат для утепления бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий, теплоизоляции стен жилых и промышленных зданий, а также для изоляции поверхности промышленного оборудования.

Для изоляции трубопроводов широко применяют минераловатные изделия - полуцилиндры и цилиндры, обладающие такими же показателями физико-механических свойств, что и минераловатные плиты.

В настоящее время разработано множество новейших изделий на основе минеральной ваты. Вот несколько примеров:

Продукция "Роквул" (ROCKWOOL) – мин.вата на каменной (вулканической) породе. Отличительные свойства: изоляция, огнеустойчивость, звуконепроницаемость, водоотталкиваемость, стойкость к деформации.

Минеральная вата "PAROC". С помощью изделий "PAROC" можно утеплить все части здания. Очень важно для потребителя и то, что при работе эти материалы не требуют специальных строительно-монтажных навыков.

Стекловолоконная вата – минерал, состоящий из беспорядочно расположенных стеклянных волокон.

Маты и полосы изготавливают из непрерывного стеклянного волокна, скрепленного прошивкой стеклонитью. Плотность этих изделий не более 175 кг/м³, теплопроводность не более 0,04-0,05 Вт/(м·С). Маты выпускают длиной 100-3000, шириной 200-700, толщиной 10-50 мм.

В настоящее время разработано много новых материалов на основе стеклянного волокна.

Теплоизоляционные изделия "URSA" представляют собой ковер из тончайших стеклянных волокон, обработанных связывающим составом, что обеспечивает главное достоинство - высокую изоляционную способность при низкой плотности.

Вата "ISOVER" - стеклянная вата высшего качества, изготавливается в основном из вторично используемого стекла, песка, соды и известняка. Отличительные свойства ваты "ISOVER" - высокая изоляционная способность; относится к группе негорючих стройматериалов; эластичность; химическая стойкость.

№ п/п	Наименование материала	Марка с расшифровкой	Размеры, мм	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/мК	Горючесть	Область применения
1	Вермикулит вспученный	100			100	0,055	НГ	Вермикулит применяют в качестве теплоизоляционной засыпки при температуре изолируемых поверхностей от минус 260 до плюс 1100 °С (до 900 °С - при изоляции вибрирующих поверхностей), для изготовления теплоизоляционных изделий, а также в качестве заполнителя для легких бетонов и для приготовления штукатурных растворов.
		150			150	0,060		
		200			200	0,065		

Оснащение занятия:

Образцы материалов, весы, измеритель теплопроводности ИТП МГ4 «Зонд».

Общие теоретические сведения.

Теплоизоляционными называют материалы, имеющие теплопроводность не более 0,175 Вт/(м⁰С) при 20⁰С и предназначены для тепловой изоляции зданий, технологического оборудования, трубопроводов, тепловых установок. Применение таких материалов в конструкциях дает значительную экономию тепловой энергии.

Малая теплопроводность теплоизоляционных материалов обусловлена их пористым строением. Воздух, заполняющий поры, является плохим проводником теплоты и создает большое сопротивление теплопередаче.

Высокая пористость теплоизоляционных материалов может быть создана различными способами:

- введением газообразующих и пенообразующих добавок;
- введением выгорающих добавок;

- образованием волокнистого каркаса;
- рыхлой упаковкой зернистых материалов;
- повышением количества воды затворения.

Теплоизоляционные материалы и изделия классифицируются

- по виду основного исходного сырья (неорганическое и органическое);
- по структуре (волокнистая, ячеистая, зернистая, сыпучая);
- по форме (рыхлая, плоская, фасонная, шнуровая);
- возгораемости (сгораемые, несгораемые).

Расчетную теплопроводность определяют по приложению к СНиП «Строительная теплотехника» или экспериментально при помощи различных приборов.

Порядок выполнения работы.

Изучение классификации теплоизоляционных строительных материалов.

Признак классификации	Разновидности материалов	Материал или изделие
По исходному сырью	Неорганические Органические	Минеральная вата и изделия из неё, пеностекло, ячеистые бетоны, теплоизоляционная керамика, вспученный перлит, асбестосодержащие материалы. Материалы на основе древесины, торфа, камыша, соломы, газонаполненные пластмассы.
По форме и внешнему виду	Штучные Рулонные Шнуровые Рыхлые и сыпучие	Плиты, блоки, цилиндры, скорлупы. Маты, полосы, матрацы. Шнуры, жгуты. Вата минеральная и стеклянная, вспученный перлит и вермикулит.
По структуре	Пористо-волокнистые Ячеистые Пористо-зернистые	Минеральная вата, ДВП. Ячеистое стекло, ячеистый бетон, пенопласты, керамзитобетон. Перлит, вермикулит, совелит.
По средней плотности	Особо легкие (15-100 кг/м ³) Легкие (100-350 кг/м ³) Тяжёлые (400-600 кг/м ³)	Ячеистые пластмассы, минеральная вата, пеностекло. Пеностекло, легкие бетоны. Газосиликат, ячеистая керамика, пеностекло.
По теплопроводности	Малотеплопроводные <0,058 Вт/м ⁰ С Средней теплопроводности 0,058...0,116 Вт/м ⁰ С Повышенной теплопроводности 0,116...0,18 Вт/м ⁰ С	Минеральная вата, ячеистые пластмассы. Изделия из минеральной ваты, ячеистые бетоны, ячеистая керамика. Керамзитобетон, торфяные плиты, ячеистые бетоны.

По возгораемости	Несгораемые	Ячеистые бетоны, пеностекло.
	Трудногораемые	Цементный фибролит
	Сгораемые	Древесно-волоконистые, древесно-стружечные плиты, ячеистые пластмассы.

Изучение основных эксплуатационно-технических свойств теплоизоляционных материалов и области их применения.

Студенты получают несколько образцов теплоизоляционных материалов из коллекции и изучают их, используя литературные источники, ГОСТы, классификацию, а также определяют среднюю плотность материалов, теплопроводность, влажность, делают выводы о применении теплоизоляционных материалов. Полученные результаты оформляют в рабочем отчете в виде таблицы.

Приборы, инструменты, материалы:

Коллекция теплоизоляционных материалов, весы, штангенциркуль, измеритель теплопроводности ИТП-МГ4 «Зонд», измеритель влажности, раздаточный учебный материал, ГОСТы.

Определение теплопроводности строительных материалов методом теплового зонда по ГОСТ 30256.

1. Определение теплопроводности строительных материалов в лабораторных условиях производится на образцах-кубах размером 100x100x100 мм или 150x150x150 мм.

2. При определении теплопроводности зонд прибора вводят в образец или изделие путем прокалывания, либо через предварительно подготовленное отверстие диаметром 3,5-4,5 мм

3. Определение теплопроводности сыпучих и волокнистых материалов производят в форме, имеющей размеры в соответствии с пунктом 1.

4. Размер зерен сыпучих материалов или пустот в материале не должен превышать одного диаметра зонда.

5. В зависимости от цели испытания образцы могут высушиваться до постоянной массы, либо испытываться в состоянии лабораторной влажности.

Проведение испытаний.

6.1. Подключить тепловой зонд и сетевой блок питания к блоку электронному и установить тепловой зонд в подготовленное отверстие.

6.2. Включить питание прибора. На индикаторе кратковременно высвечивается тип прибора, после чего индикатор имеет вид:

Выбор режима
Измерение
Просмотр архива

6.3. Нажатием кнопки **ВВОД** активировать режим **Измерение**, индикатор имеет вид **Введите**

C = 0,84 к Дж/кгК
Y = кг/м³

6.4. Кнопками установить требуемую теплопроводность испытываемого материала и зафиксировать кнопкой **ВВОД**.

Индикатор принимает вид:

Введите:

$$C = 1,26 \text{ к Дж/кгК}$$

$$Y = 600 \text{ кг/м}^3$$

6.5. Кнопками установить фактическую плотность испытываемого материала и зафиксировать кнопкой **ВВОД**.

Индикатор принимает вид:

Установите зонд

Нажмите пуск

6.6. Кратковременно нажать кнопку **ПУСК**, запустив прибор в работу. На индикатор выводится информация, например

Уравнивание

Температур

$$20,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

После уравнивания температур образца и зонда индикатор принимает вид

Идет измерение...

$$T = 24,2 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad 359$$

6.7. Продолжительность измерения составляет 6 минут.

По окончании измерения производится вычисление значения теплопроводности и запись результата в архив. Индикатор принимает вид, например:

$$\lambda = 0,42 \text{ Вт/м К}$$

$$C = 1,26 \text{ к Дж/кг К}$$

$$Y = 35 \text{ кг/м}^3$$

6.8. Повторное измерение без извлечения зонда из отверстия может производиться не ранее, чем через 30 минут.

6.9. Возврат прибора к экрану **Выбор режима** производится нажатием кнопки **Режим**.

Оформление отчета.

По окончании проведе
отче



студенты оформляют

Материалы	Плотность, кг/м ³	Прочность, R _{сж} МПа	Теплопроводность Вт/(м ⁰ С)	Применение

1. Определение средней плотности:

Материал			
Показатель			
$m(\text{г})$			
$V(\text{см}^3)$			
$\rho m(\text{кг}/\text{м}^3)$			

2. Определение водопоглощения:

Материал			
Показатель			
$m_{\text{сух}}$			
$m_{\text{нас}}$			
$Wm = (m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}) / m_{\text{сух}} 100\%$			

3. Изучение материалов из коллекции

Материалы	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Прочность, $R_{\text{сж}}$ МПа	Теплопроводность $\text{Вт}/(\text{м}^0 \text{С})$	Применение

Выводы:

вопросы

1. Каким строением и свойствами характеризуются теплоизоляционные материалы?
2. Какое сырье применяется для изготовления неорганических теплоизоляционных материалов?
3. Что служит сырьем для производства органических теплоизоляционных материалов?
4. Что представляет собой минеральная вата и для каких целей ее применяют в строительстве?
5. Какие испытания проводят для оценки качества теплоизоляционных материалов.

Ознакомление со строительными смесями и листовыми материалами на основе гипсовых вяжущих

Материалы:

- образцы современных отделочных и лакокрасочных материалов.

Порядок выполнения практического задания:

1. Изучить образцы отделочных и лакокрасочных материалов;
2. Ознакомится с сопутствующей информацией (рекламные проспекты, техническая характеристика материалов, интернет и т.д.);
3. Внести данные в таблицу.

1. Отделочные материалы

Отделочные материалы - это большая группа разнообразных по сырью, способу приготовления и применения строительных материалов, объединенных по своему назначению - повышать эксплуатационные и декоративные качества зданий и сооружений.

Отделочные материалы классифицируются по химической природе: на органические (древесина, битум, пластмассы), минеральные (природный камень, керамика, строительный раствор, асбестоцемент и т.п.), металлы (сталь, алюминий, медь).

Эстетическое впечатление, которое производит отделочный материал, зависит от внешнего вида.

Физическими показателями декоративности отделки являются цвет, фактура, рисунок лицевой поверхности материала, а для штучных изделий и его форма.

Для эффективного использования отделочных материалов, главным образом, полимерных, обоев, и лакокрасочных покрытий, важно учитывать их цветоустойчивость.

Цветоустойчивость – это способность материала сохранять окраску при длительном воздействии оптического излучения.

Фактура – это видимый характер лицевой поверхности материала, определяемый степенью ее неровности или, наоборот, гладкости.

Рельефные фактуры различают по высоте и характеру рельефа.

Гладкие фактуры (зеркальная, глянцевая, лощеная, матовая) различают по степени обработки поверхности и по разному отражению падающего на поверхность света.

Отделочные материалы на лицевой поверхности могут иметь определенный естественный (текстура) или специально нанесенный рисунок.

2. Лакокрасочные материалы

Лакокрасочные материалы – вязкие жидкости (реже – порошки), которые после нанесения превращаются в твердую пленку на поверхности окрашиваемого материала.

В зависимости от пленкообразующего вещества красочные составы подразделяются на: масляные, клеевые, силикатные, известковые, полимерные, композиционные.

По виду лакокрасочные материалы делят на лаки, краски, порошковые краски, эмали, грунтовки и шпаклевки.

По химическому составу лакокрасочные материалы классифицируют и обозначают следующим образом: АС – алкидно-акриловые, АТ – алкидно-уретановые, АЦ – ацетилцеллюлозные, БТ – битумные, КФ – канифольные, КЧ – каучуковые, МА – масляные, АК – полиакриловые, АД – полиамидные, УР - полиуретановые, ФА – фенолоалкидные, ФЛ – фенольные, ШЛ – шеллачные, ЭП – эпоксидные, ГФ – глифталевые, ХВ – перловиниловые.

Обозначения основных лакокрасочных материалов состоят из пяти букв буквенно-цифровых знаков для эмалей, красок, грунтовок, шпаклевок и четырех групп знаков для лаков.

Первая группа знаков в обозначении определяет вид материала и состоит из слова, например, «эмаль», «лак» и т.д.

Вторая группа знаков определяет пленкообразующее вещество. Для водоразбавляемых (В), водоэмульсионных (Э), порошковых (П), органодисперсионных (ОД) материалов, а также материалов без активного растворителя (Б) между первой и второй группами знаком ставится индекс определяющий разновидность материала.

Третья группа знаков характеризует преимущественное назначение лакокрасочного материала и обозначается цифрой. Третью группу знаков грунтовок, лаков, масляных красок обозначают цифрой 0, шпаклевок – цифрами 00.

Четвертая группа знаков в обозначении определяет присвоенный материалу порядковый номер и состоит из одной, двух или трех цифр. Для масляных красок вместо порядкового номера ставится цифра, определяющая вид олифы: 1 – натуральная, 2 – оксоль, 3 – глифталевая, 4 – пентафталевая, 5 – комбинированная.

Иногда после порядкового номера допускается буквенный индекс, характеризующий особенности материала: М – матовый, ПМ – полуматовый, ГС – горячей сушки и т.д.

Пятая группа знаков характеризует цвет материала и состоит из слова.

Примеры обозначений лакокрасочных материалов:

Лак БТ – 783: БТ – битумный, 7 – химически стойкий, 83 – порядковый номер.

Краска МА – 025 зеленая: МА – масляная, 0 – густотелая, 2 – ограниченно атмосферостойкая, 5 – комбинированная олифа, зеленая.

Эмаль ХВ – 113 голубая: ХВ – перхлорвиниловая, 1 – атмосферостойкая, 13 – порядковый номер, голубая.

Грунтовка ГФ – 020 красно-коричневая: ГФ – глифталевая, 0 – грунтовка, 20 порядковый номер, красно-коричневая.

Шпаклевка ЭП – 0010 – красно-коричневая: ЭП – эпоксидная, 00 – шпаклевка, 10 порядковый номер, красно-коричневая.

№ п/п	Наименование материала	Марка с расшифровкой	Расход на 1 м ²	Основные характеристики	Вид упаковки и емкость	Область применения
Материалы для потолка						
	Окрашенный					
	Краска «Ecolor»		9-10	Высокоукрывистая и износоустойчивая, шелковисто-матовая акрилатная белоснежная краска для внутренних работ. Не содержит растворителей, безэмиссионная.	Пластиковое ведро	Рекомендована для окраски стен и потолков в детских, учебных и медицинских учреждениях.

Ознакомление со структурой и пороками древесины

Общие теоретические сведения

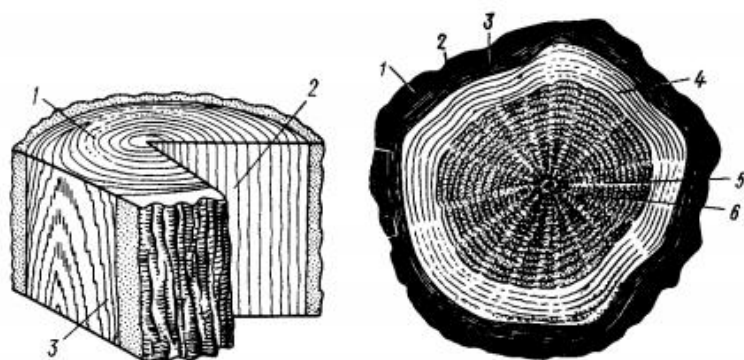
Растущее дерево состоит из корневой системы, ствола и кроны. Строение ствола дерева, видимое невооруженным глазом или через лупу, называют макроструктурой, а видимое под микроскопом – микроструктурой. Обычно изучают три основных разреза ствола: поперечный

(торцовый), радиальный, проходящий через ось ствола, и тангентальный, проходящий по хорде вдоль ствола.

При рассмотрении разрезов ствола можно различить основные части: кору, камбий, древесину и сердцевину. Кора защищает дерево от механических воздействий. Она состоит из наружного слоя – корки и внутреннего луба.

Луб – тонкий внутренний слой коры, он передает питательные вещества из кроны дерева вниз.

Камбий – тонкий жизнедеятельный слой ткани, располагающийся за лубом. Каждая клетка камбия при размножении делится на две, одна - более тонкостенная, откладывается к внешней стороне ствола, другая, толстостенная, одревесневшая клетка располагается по направлению к сердцевине. Весной камбий образует широкие клетки с тонкой оболочкой – **весеннюю** (раннюю) древесину. Во второй половине вегетационного периода камбий образует толстостенные сплюснутые клетки, которые составляют главную часть **летней** (поздней) древесины.



Разрезы ствола

Торцовый разрез ствола

1 – торцовый, 2 – радиальный,
3 – тангентальный

1 – кора, 2 – камбий, 4 – заболонь,
5 – ядро, 6 – сердцевина

Древесина обычно имеет светлую окраску, но у некоторых пород к сердцевинной трубке прилегает более темная древесина.

Сердцевина расположена вдоль всего ствола в его центральной части. Она состоит из клеток с тонкими стенками. Сердцевина и образовавшиеся в первый год побеги образуют сердцевинную трубку. Эта часть ствола является наиболее слабой, она плохо противостоит загниванию.

Свойства древесины

Физические свойства древесины. На свойства древесины большое влияние оказывает влажность. Воду, находящуюся в древесине, делят на три вида – капиллярную (или свободную), гигроскопическую и химически связанную. Капиллярная вода заполняет в древесине полости клеток, межклеточные пространства и сосуды. Гигроскопическая вода находится в стенках клеток. Химически связанная вода входит в химический состав веществ, образующих древесину.

По содержанию влаги различают: мокрую древесину - с влажностью до 100%, свежесрубленную - 35 % и выше, воздушно-сухую - 15-20% и комнатно-сухую - влажность 8-12%. Стандартной считают влажность древесины 12%, при которой определяют и сравнивают ее свойства.

Гигроскопичность – способность древесины поглощать водяные пары из воздуха.

Равновесной называют влажность, которую имеет древесина при продолжительном нахождении на воздухе с постоянной относительной влажностью и температурой.

Для получения данных о физико-механических показателях древесины, зависящих от влажности, используется понятие стандартная влажность древесины, значение которой установлено равным 12%.

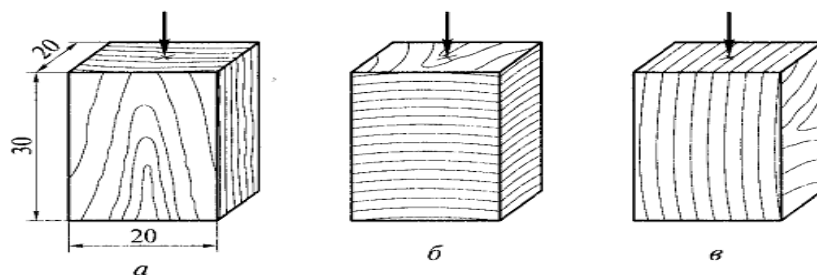
Истинная плотность древесины всех пород примерно одинакова и составляет $1,54 \text{ г/см}^3$.

Средняя плотность изменяется от 390 до 1100 кг/м^3 .

Теплопроводность древесины вдоль волокон больше, чем поперек волокон. Среднее значение теплопроводности $0,16-0,35 \text{ Вт/м} \text{ } ^\circ\text{C}$.

При изменении влажности древесины происходит изменение ее линейных размеров и объема. Усушкой древесины называют уменьшение размеров, а набуханием – увеличение размеров при поглощении воды, пропитывающей оболочки клеток. Набухание и усушка происходят неравномерно в различных направлениях. Набухание вдоль волокон составляет 0,1%, в радиальном направлении – 3-6%, а в тангентальном – 6-12%. Усушка и разбухание вызывают коробление и растрескивание изделий.

Механические свойства. Прочность древесины определяют путем испытания малых, чистых (без пороков) образцов древесины. Прочность древесины характеризуется пределами прочности при сжатии, растяжении, статическом изгибе, скалывании.



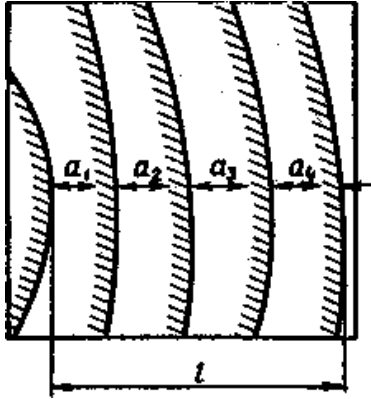
Образцы для проведения испытаний.

Прочность древесины как анизотропного волокнистого материала зависит от того, под каким углом к волокнам направлена сила.

Прочность также зависит от породы дерева, средней плотности, пористости, наличия пороков, влажности.

1. Определение содержания поздней древесины:

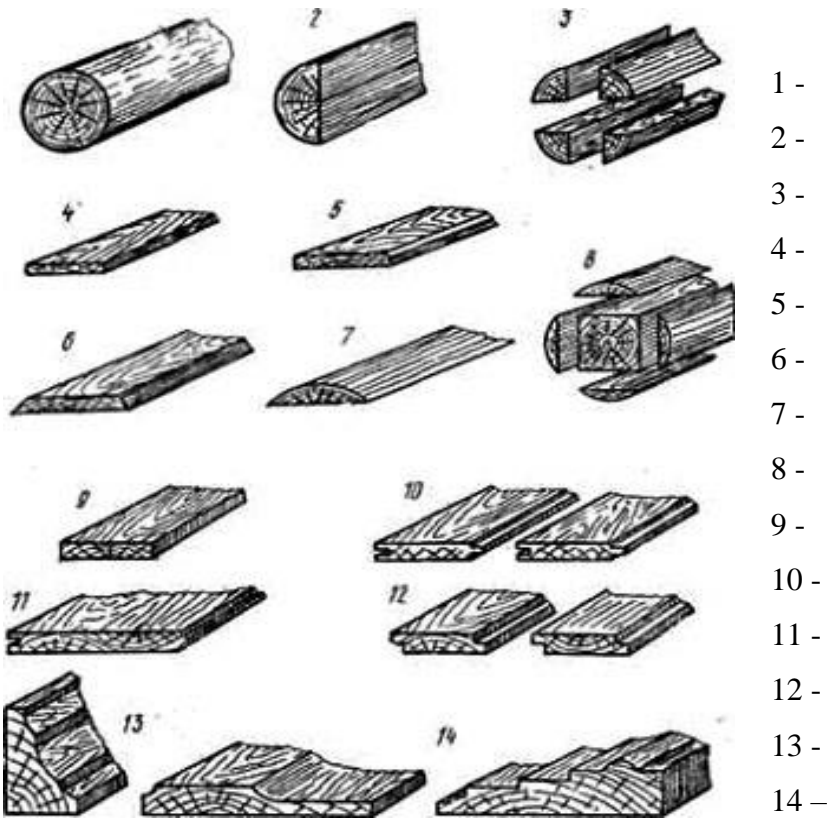
$$A = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \dots + a_n) / L \cdot 100\%$$



(норма более 20%)

2. Лесоматериалы и изделия из древесины:

Написать названия изделий из древесины.



3. Определение средней плотности материалов из древесины:

Вид материала	$V = a \cdot b \cdot c; \text{ см}^3$	Масса, г	$\rho_m = m / V$	Норма ρ_m кг/м ³
---------------	---------------------------------------	----------	------------------	-------------------------------------

ДСП				550-820
ДВП				150-350 лёгкие 400-850 полутвёрд 950 сверхтвёрдые
Оргалит				400-800

4. Определить состав материалов на основе древесно-цементных композиций.

Арболит, фибролит, ксилолит, ЦСП.

5. Зарисовать пороки древесины.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные физические свойства древесины.
2. Изложите методику определения содержания поздней древесины.
3. Перечислите пороки строения древесины.
4. Какие виды трещин Вам известны?
5. Что такое морозобоина?
6. По каким разрезам изучается древесина?

Тема 1.3 Архитектура зданий

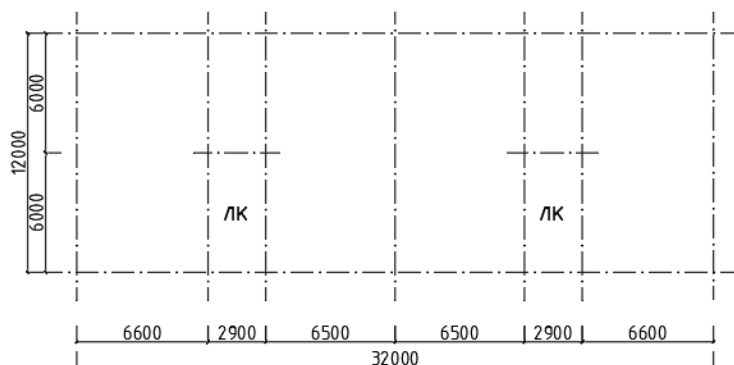
Практические занятия

Вычерчивание конструктивной системы гражданского здания

Задание для обучающихся:

1. Вычертить конструктивную схему здания;
2. Определить какие стены являются несущими;
3. Назвать конструктивную схему здания.

Исходные данные - схема здания



Указания к выполнению практической работы:

1. На формате А3 в масштабе 1:100 по своему варианту вычертить сетку осей;
2. Определить какие стены являются несущими и вычертить их (назначить толщину наружных кирпичных стен 640 мм);
3. Проставить размеры между осями, привязки стен к осям, марки осей;
4. Подписать конструктивную схему здания.

Вопросы по практической работе:

1. Какие конструктивные схемы зданий бывают?
2. Как называется конструктивная схема здания, выполненная в практической работе?
3. Какую привязку следует назначить для наружных несущей и самонесущей стен?
4. Какую привязку следует назначить для внутренних стен?
5. Какую привязку следует назначить для внутренних стен, примыкающих к лестничной клетке?

Определение глубины заложения фундамента

Теоретические основы работы:

Элементы сборного фундамента.

Глубина заложения фундамента и факторы, от которых она зависит.

Высотные отметки (уровень земли, отметка подошвы, отметка обреза, отметка пола подвала) их взаимосвязь с размерами и глубиной заложения фундамента.

Гидроизоляция, виды, материалы, обозначение на чертежах.

Расчет привязок элементов фундамента к оси.

Задание для обучающихся:

1. Вариант задания следует выбрать по номеру журнала.
2. Вычертить сечение фундамента под наружную стену кирпичного здания;
3. Вычислить отметку подошвы фундамента;
4. определить глубину заложения фундамента;
5. На чертеже указать необходимые размеры и отметки;
6. Дополнить сечение гидроизоляцией и подписать.
7. Оформить работу по требованиям.

Задание для практической работы.

Вар.	Марка фундаментных плит	Марка фундаментных блоков стен подвала	Отметка планировки (земли)	Отметка обреза фундамента	Отметка пола подвала	Толщина пола подвала, мм

1.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-0.600	-0.400	-2.100	100
2.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-0.650	-0.500	-2.200	110
3.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-0.800	-0.600	-2.300	120
4.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-0.950	-0.700	-2.400	130
5.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.000	-0.800	-2.500	140
6.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-1.050	-0.900	-2.600	150
7.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-1.200	-1.000	-2.100	160
8.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.350	-1.200	-2.200	170
9.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.500	-1.300	-2.300	180
10.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-0.600	-0.400	-2.400	190
11.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-0.650	-0.500	-2.500	200
12.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-0.800	-0.600	-2.600	200
13.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-0.950	-0.700	-2.100	190
14.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-1.000	-0.800	-2.200	180
15.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-1.050	-0.900	-2.300	170
16.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.200	-1.000	-2.400	160
17.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.350	-1.200	-2.500	150
18.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-1.500	-1.300	-2.600	140
19.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-0.600	-0.400	-2.100	130
20.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-0.650	-0.500	-2.200	120
21.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-0.800	-0.600	-2.300	110
22.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-0.950	-0.700	-2.400	100
23.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-1.000	-0.800	-2.500	110
24.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.050	-0.900	-2.600	120
25.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.200	-1.000	-2.100	130
26.	ФЛ12.24	ФБС24.6.6	-0.600	-0.450	-2.300	100
27.	ФЛ12.24	ФБС24.5.6	-1.000	-0.850	-2.700	200
28.	ФЛ10.24	ФБС24.5.6	-1.100	-0.900	-2.400	150
29.	ФЛ14.24	ФБС24.6.6	-1.500	-1.350	-2.800	120
30.	ФЛ14.24	ФБС24.5.6	-1.400	-1.200	-3.000	110

Указания к выполнению практической работы:

Исходные данные:

№ п/п	Марка фундаментных плит	Марка фундаментных блоков стен подвала	Отметка планировки (земли)	Отметка обреза фундамента	Отметка пола подвала	Толщина пола подвала, мм
31.	ФЛ14.24	ФБС24.6.6	-1.200	-1.040	-2.180	100

1. Фундаментная плита должна быть заглублена ниже пола подвала, поэтому необходимо выполнить предварительный расчет количества блоков стен подвала.

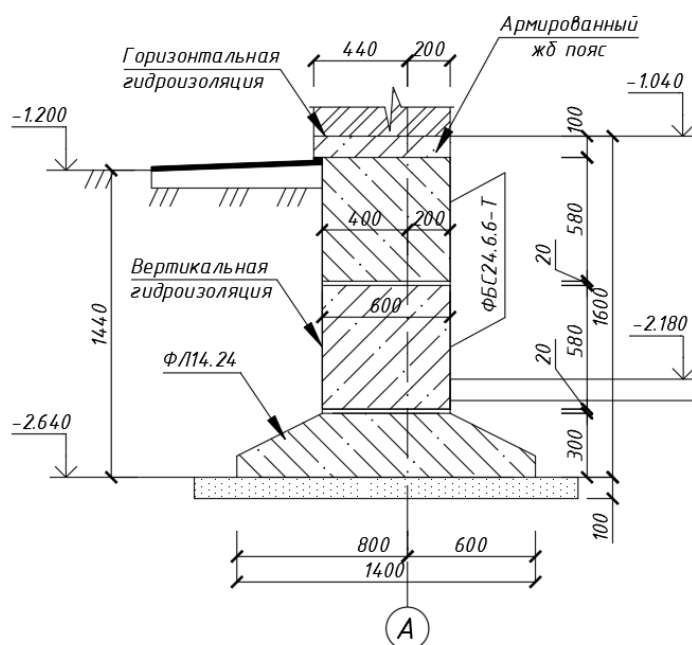
2. Необходимо найти разницу между отметками пола подвала и обрезом фундамента за вычетом толщины армированного ж/б пояса – 100 мм: $2180 - 1040 - 100 = 1040$ мм

3. Количество стеновых блоков

$1040 / 600 = 1,73$ шт. → 2 блока, где 600 – высота блока с учетом шва.

4. Вычерчивать сечение следует с обреза фундамента по исходным данным;

5. Оформление работы согласно примеру.



Вопросы по практической работе:

1. Из каких элементов состоит сборный ленточный фундамент?
2. Что такое обрез и подошва фундамента?
3. Что такое глубина заложения фундамента?
4. От чего зависит глубина заложения фундамента?
5. Чем отметка подошвы отличается от глубины заложения фундамента?
6. Как рассчитывается привязка фундамента к оси?
7. Что такое гидроизоляция?
8. Какие виды гидроизоляции показаны в сечении?

Определение количества и характера работы перемычек. Вычерчивание перемычек над оконным или дверным проемом

Теоретические основы работы:

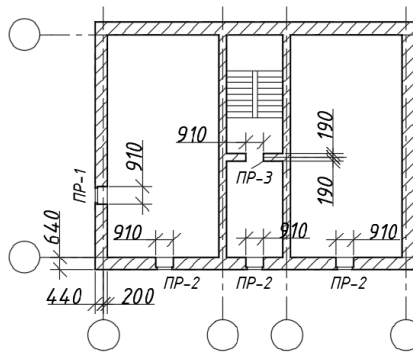
Назначение и конструктивные решения перемычек. Элементы брусковых перемычек. Размеры и типы брусков по ГОСТу. Перемычки в несущих и самонесущих стенах. Схемы перемычек, подсчет количества брусков. Пример подбора перемычек для заданных проемов. Заполнение ведомости перемычек.

Задание для обучающихся:

1. Обозначить перемычки над заданными проемами;
2. Выполнить ведомость перемычек.

Указания к выполнению практической работы:

1. На формате А4 схематично вычертить план этажа по заданию с обозначением перемычек над проемами;



2. Подбор марок брусковых ж/б перемычек и заполнение ведомости перемычек.

Ведомость перемычек

Марка.	Схема сечения перемычки
ПР-1	
ПР-2	
ПР-3	

ПР-1:

-несущие бруски

$$910+2 \times 200=1310 \rightarrow 3 \text{ПБ } 16-37-п$$

-ненесущие бруски

$$910+2 \times 100=1110 \rightarrow 2 \text{ПБ } 13-1-п$$

ПР-2:

-ненесущие бруски

$$910+2 \times 100=1110 \rightarrow 2 \text{ПБ } 13-1-п$$

ПР-3:

-ненесущие бруски

$$910+2 \times 100=1110 \rightarrow 2 \text{ПБ } 13-1-п$$

Вопросы по практической работе:

1. Из каких элементов состоит брусковая перемычка?
2. От чего зависит количество брусков перемычек?
3. На сколько бруски опираются на стены?
4. Чем отличается несущая и ненесущая перемычка?
5. Чем отличаются перемычки в наружных и внутренних стенах?
6. Для чего применяют перемычки?
7. Как подобрать бруски перемычек по ГОСТу

Выполнение теплотехнического расчёта ограждающих конструкций.

Теоретические основы работы:

Основы строительной теплотехники. Понятия о теплопроводности и сопротивлении теплопередаче. Сущность теплотехнического расчета ограждающей конструкции. Нормативные источники сведений для теплотехнического расчета: СП 50.133330.2012 «Тепловая защита зданий» и др. Корректировка результатов в соответствии с размерами утеплителя.

Задание для обучающихся:

1. Выполнить теплотехнический расчет наружной стены на основании задания, приведенного в учебно-методическом пособии «Теплотехнический расчет ограждающих конструкций».
2. Выполнить теплотехнический расчет подвального, чердачного перекрытия или покрытия на основании задания, приведенного в учебно-методическом пособии «Теплотехнический расчет ограждающих конструкций».

Вопросы по практической работе:

1. Что такое сопротивление теплопередаче?
2. Чему равно сопротивление теплопередаче одного слоя конструкции?
3. Чему равно общее условное сопротивление теплопередаче конструкции?
4. Какие конструкции подвергаются теплорасчету?
5. От чего зависят значения теплопроводности материала?
6. Что такое теплопроводность?
7. Какой параметр является нормируемым при теплорасчете?
8. Какие параметры следует задать, как известные, при теплорасчете?
9. Что находят при теплорасчете ограждающей конструкции?
10. В каком порядке следует выполнять теплорасчет?

Вычерчивание схемы расположения плит перекрытия

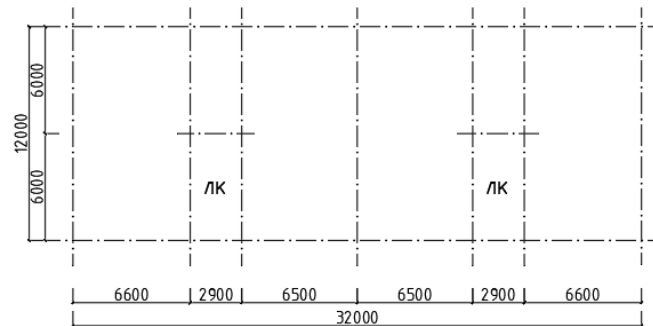
Теоретические основы работы:

Назначение и конструктивные решения перекрытий. Конструкции плитных перекрытий. Опирание плит перекрытий на стены, примыкание к самонесущей стене. Размеры и типы плит по ГОСТу. Принципы назначения конструктивных и номинальных размеров по длине и ширине. Принципы подбора плит по каталогу. Расчет количества плит. Анкеровка плит в стены. Заполнение спецификации.

Задание для обучающихся:

1. Вычертить схему расположения междуэтажного перекрытия.

Исходные данные - схема здания



Указания к выполнению практической работы:

1. На формате А3 в масштабе 1:100 по своему варианту и на основании практической работы №1 вычертить сетку осей и стены;
2. Подобрать по стандартам марки и размеры плит перекрытия.
3. Вычертить плиты на схеме, показать анкеровку.
4. Проставить размеры между осями, привязки стен к осям, истинное опирание плит на стены, марки осей.

Вопросы по практической работе:

1. Что такое перекрытие?
2. От чего зависит длина плит перекрытия?
3. Насколько плита перекрытия опираются на стены?
4. Чем отличается номинальная и конструктивная ширина плиты?
5. Для чего плиты перекрытий анкеруют?
6. Как рассчитать требуемое количество плит для заданного участка?
7. Как расшифровывается марка плиты из каталога?

Конструирование и расчёт лестницы, лестничной клетки.

Теоретические основы работы:

Назначение и конструктивные решения лестниц. Элементы лестниц. Требования к лестницам. Размеры лестниц. Лестницы с фризовыми ступенями и без. Противопожарный зазор. Расчет количества проступей и подступенков.

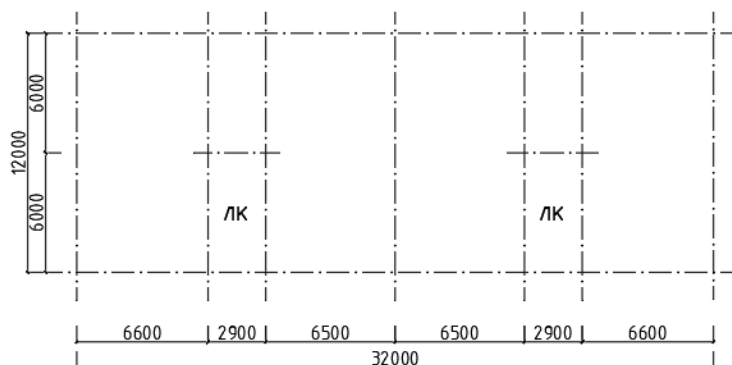
Выбор лестничных маршей и площадок лестниц из сборного железобетона по ГОСТу, примыкание к самонесущей стене. Размеры и типы плит по ГОСТу.

Графическое построение лестницы. Разбор примера расчета, подбора элементов по каталогу и графического построения лестницы стены.

Задание для обучающихся:

1. Для заданного здания рассчитать и подобрать по ГОСТам элементы сборной железобетонной лестницы.

Исходные данные - схема здания



Указания к выполнению практической работы:

1. В практической работе будем принимать сборные железобетонные лестничные марши с фризовыми ступенями марок ЛМФ для высоты этажа 3300 мм.

2. Марка лестничного марша

$$h_{\text{лм}} = \frac{h_{\text{эт}}}{2} = \frac{3300}{2} = 1650 \text{ мм}$$

$$b_{\text{лм}} = \frac{(2900 - 2 \times 200) - 100}{2} = 1200 \text{ мм}$$

Принимаем лестничный марш ЛМФ39.12.17-5

3. Марка лестничных площадок

Длина лестничной площадки – ширина лестничной клетки в свету → 2500 мм

$$b_{\text{лп}} = \frac{(l_{\text{м/о}} - \text{привязки}) - l_{\text{лм}} - 2 \times b_{\text{шва}} - 2 \times b_{\text{фс}}}{2} \\ = \frac{(6000 - 190) - 3000 - 2 \times 10 - 2 \times 220}{2} = 1175 \text{ мм}$$

Принимаем две лестничные площадки ЛПФ 25.11-5. Ширина 1140 мм.

4. Проверка:

$$6000 - 190 - 3000 - 2 \times 10 - 2 \times 220 - 2 \times 1140 = 70 \text{ мм} - \text{монолитный участок.}$$

5. На формате А4 в масштабе 1:50 вычертить сетку осей и стены лестничной клетки на основании практической работы №1;

6. Вычертить лестничные марши и площадки.

7. Проставить размеры, привязки стен к осям, марки осей.

Вопросы по практической работе:

1. Из каких элементов состоит лестница?

2. Что такое противопожарный зазор?

3. Что такое проступь и подступенок?
4. Как рассчитать ширину лестничных площадок?
5. Чему соответствует длина лестничной площадки?

Тема 2.1 Основы проектирования строительных конструкций

Практические занятия

Сбор нагрузок на конструкции зданий: плит покрытия и перекрытия, фундамент.

Цель: научиться распознавать постоянные и временные нагрузки, уметь определять нормативные и расчётные их значения, производить сбор нагрузок, действующих на различные строительные конструкции.

Необходимые материалы и оборудование:

индивидуальные задания для самостоятельной работы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом: В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции», раздел 3.
2. Разобрать представленный по этой теме пример;
3. Выполнить самостоятельную работу.

Строительные конструкции, которые воспринимают нагрузки и передают их на нижележащие элементы здания или на грунты основания, называют **несущими**

Нагрузки, действующие на несущие конструкции, собираются последовательно сверху вниз от всех расположенных на них слоев и опирающихся на них элементов, а также учитывают все возможные временные нагрузки и собственный вес несущей конструкции.

Нагрузки разделяют на **постоянные** и **временные**, а при необходимости временные нагрузки, в свою очередь, разделяют на **временные длительные** и **кратковременные**. Это необходимо для того, что длительное действие нагрузок, в некоторых материалах, вызывает такое же длительное увеличение пластических деформаций.

Нагрузки могут принимать нормативные и расчетные величины

Нормативные нагрузки от веса конструкций должны определяться по данным стандартов и заводов-изготовителей или по проектным размерам и плотностям материалов с учетом их весовой влажности для предусмотренных условий возведения и эксплуатации зданий и сооружений. Для сбора нагрузок необходимо знать размеры конструкций или частей здания; они, как правило, или известны, или ими задаются предварительно, а затем уточняют и, если нужно, делают перерасчет. Плотность строительных материалов приводится в справочниках. Умножая объем конструкции на плотность ее материала, получаем вес конструкции. Если

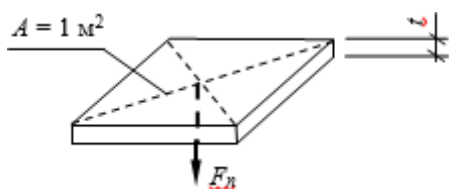
затем вес умножить на ускорение свободного падения, получим нагрузку от собственного веса конструкции.

Нормативные временные нагрузки, необходимые для расчета конструкций, установлены СП 20.13330.2016 (далее в этом разделе — ссылки на СП 20.13330.2016):

- нагрузки на перекрытия и лестницы зданий;
- ветровые нагрузки;
- снеговые нагрузки.

Временные нагрузки на перекрытия зданий различного назначения, как уже отмечалось, принимают по табл. 8.3 СП 20.13330.2016.

Вначале определяют нагрузки, приходящиеся на один квадратный метр покрытия, чердачного перекрытия, междуэтажных перекрытий и т. п., затем определяют нагрузки от собственного веса несущих конструкций и собирают на конструкции все действующие нагрузки, включая и их собственный вес.



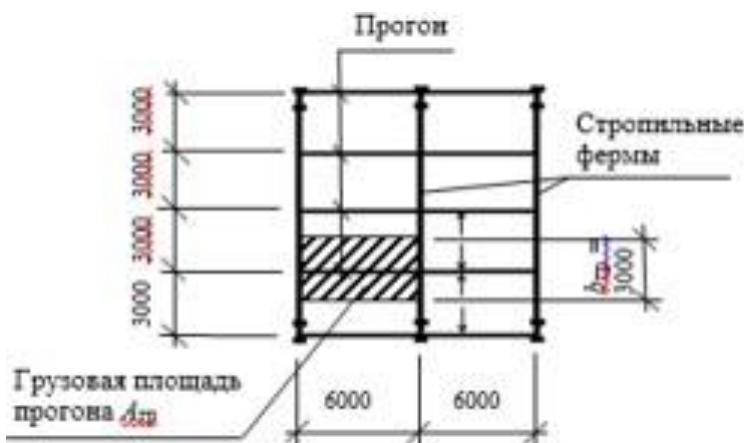
Пояснения к работе:

Нагрузки, действующие на ригели, балки, стены и другие вытянутые в плане конструкции, собирают и прикладывают на один погонный метр их длины. На колонны, стойки, столбы, опоры и т. п. нагрузки собирают и прикладывают в виде сосредоточенных сил.

Для удобства сбор нагрузок производится в табличной форме.

На планах здания можно выделить площадь, с которой нагрузка будет передаваться на рассчитываемую конструкцию. Площадь, с которой нагрузка передается на рассматриваемый элемент (конструкцию), называется грузовой - $A_{гр}$.

Определение грузовых площадей и сбор нагрузок показаны на приведенных ниже рисунках.



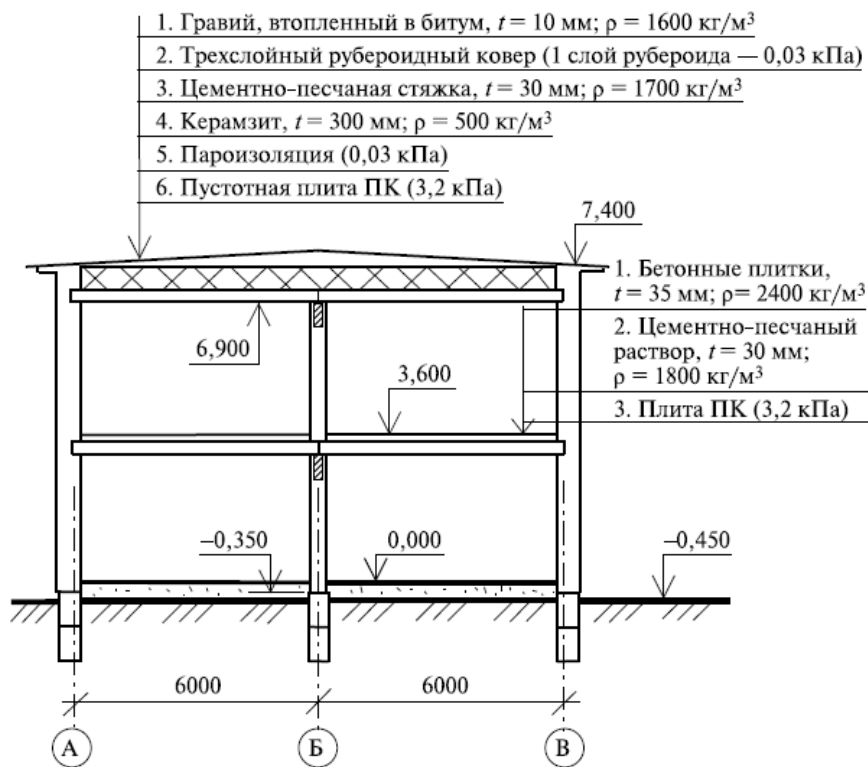
Пример выполнения задания

Пример 1. Произвести сбор нагрузок на низ кирпичной колонны сечением $b_{сх}h_c = 380 \times 380$ мм в осях Б–2. Здание двухэтажное (см. рис. 3.3; 3.4); первый и второй этажи идентичны по составам помещений. В осях 1 — 3 расположены торговые залы. Пол первого этажа выполнен по грунту. Лестничная клетка и проемы условно не показаны. Район строительства г. Казань (IV снеговой район, см. Приложение 1), коэффициенты: $c_e = 1,0$ (тип местности С); $c_t = 1,0$ (см. пп. 10.6, 10.7 СП 20.13330.2016).

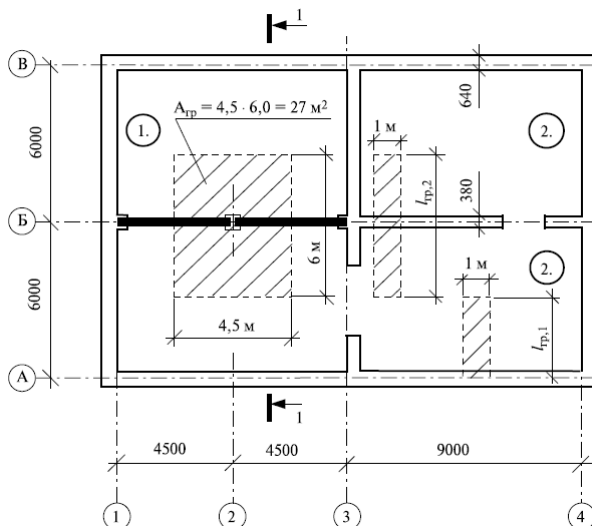
Решение.

1. Собираем нагрузки на один квадратный метр покрытия.

1–1



План первого и второго этажей



№ п/п	Нагрузки	Подсчет	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
I. Постоянные нагрузки					
1	Гравий, втопленный в битум	$0,01 \cdot 16$	0,16	1,3	0,21
2	Трехслойный рубероидный ковер	$0,03 \cdot 3$ слоя	0,09	1,3	0,12
3	Цементно-песчаная стяжка	$0,03 \cdot 17$	0,51	1,3	0,66

№ п/п	Нагрузки	Подсчет	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
I. Постоянные нагрузки					
1	Керамзит	$0,30 \cdot 5$	1,5	1,3	1,95
2	Пароизоляция	–	0,03	1,3	0,04
3	Пустотная плита ПК	–	3,2	1,1	3,52
<i>Итого</i>		$g_n^{\text{покр}} = 5,49$ кПа		$g^{\text{покр}} = 6,5$ кПа	
II. Временные нагрузки					
1	Снеговая нагрузка (см. формулы. (3.3), (3.5))	$1 \cdot 1 \cdot 2,0$	$s_{0,n} = 2,0$	1,2	$s_0 = 2,8$
<i>Всего</i>		$q_n^{\text{покр}} = 7,49$ кПа		$q^{\text{покр}} = 9,3$ кПа	

2. Собираем нагрузки на один квадратный метр перекрытия.

№ п/п	Нагрузки	Подсчет	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
I. Постоянные нагрузки					
1	Бетонные плитки	$0,035 \cdot 24$	0,84	1,2	1,01
2	Цементно-песчаный раствор	$0,03 \cdot 18$	0,54	1,3	0,7
3	Пустотная плита ПК	–	3,2	1,1	3,52
<i>Итого</i>		$g_n^{\text{перекр}} = 4,58$ кПа		$g^{\text{перекр}} = 5,23$ кПа	
II. Временные нагрузки					
1	Нагрузка на перекрытие (см. табл. 3.3)	–	$p_{t,n} = 4,0$	1,2	$p_t = 4,8$
2	Нагрузка от перегородок (см. п.8.2.2 СП 20.13330)	–	$p_{l,n}^n = 0,5$	1,1	$p_l^n = 0,55$
<i>Всего</i>		$q_n^{\text{перекр}} = 9,08$ кПа		$q^{\text{перекр}} = 10,58$ кПа	

3. Определяем нагрузку от кирпичной колонны.

По разрезу здания определяем высоту колонны: $H = 6,9 + 0,35 = 7,25$ м;

сечение колонны: $b_c h_c = 380 \times 380$ мм.

Плотность кирпичной кладки $\rho = 1800$ кг/м³ (удельный вес $\gamma = 18$ кН/м³).

$N_n^{\text{колонны}} = b_c h_c \rho \gamma = 0,38 \cdot 0,38 \cdot 7,25 \cdot 18 = 18,84$ кН — нормативная нагрузка;

$N^{\text{колонны}} = N_n^{\text{колонны}} \gamma_f = 18,84 \cdot 1,1 = 20,72$ кН — расчетная нагрузка.

4. Нагрузка от веса балок.

Принимаем сечение балок $bh = 200 \times 400$ мм, балки выполнены из железобетона $\rho = 2500$ кг/м³ (удельный вес $\gamma = 25$ кН/м³). Длина балки $l = 4,5$ м. На колонну передается нагрузка с половины балки в осях 1–2 и с половины балки в осях 2–3 (всего на колонну передается нагрузка от одной балки на покрытии и одной балки на перекрытии):

$N_n^{\text{балки}} = bhl\gamma = 0,20 \cdot 0,40 \cdot 4,50 \cdot 25 = 9,0$ кН — нормативная нагрузка;

$N^{\text{балки}} = N_n^{\text{балки}} \gamma_f = 9,0 \cdot 1,1 = 9,9$ кН — расчетная нагрузка.

5. Собираем нагрузку на низ колонны (верхний обрез фундамента):

$$N_n = q_n^{\text{покр}} A_{гр} + q_n^{\text{перекр}} A_{гр} + n^{\text{балок}} N_n^{\text{балки}} + N_n^{\text{колонны}} = \\ = 7,49 \cdot 27 + 9,08 \cdot 27 + 2 \cdot 9,0 + 18,84 = 484,23 \text{ кН};$$

$$N = q^{\text{покр}} A_{гр} + q^{\text{перекр}} A_{гр} + n^{\text{балок}} N^{\text{балки}} + N^{\text{колонны}} = 9,3 \cdot 27 + 10,58 \cdot 27 + 2 \cdot 9,9 + 20,72 = \\ = 577,28 \text{ кН}.$$

Расчетные нагрузки необходимо умножать на коэффициент надёжности по ответственности γ_n .

Для зданий, относящихся к классу сооружений КС–1 (теплицы, парники, склады временного содержания, в которых не предусматривается постоянного пребывания людей) установлены коэффициенты надёжности по ответственности $\gamma_n = 0,8$.

К классу сооружений КС–3 относятся здания и сооружения особо опасных и технически сложных объектов. Для них значение коэффициентов принимают не менее $\gamma_n = 1,1$.

Все остальные сооружения, например жилые дома, относятся к классу КС–2 с коэффициентами $\gamma_n = 1,0$. Подробнее см. ГОСТ 27751 — 2014.

Рассматриваемое в примере здание относится к классу сооружений КС — 2, коэффициент $\gamma_n = 1,0$.

6. Расчетная нагрузка на низ колонны с учетом коэффициента надёжности по ответственности:

- полное значение нагрузки $N = N \gamma_n = 577,28 \cdot 1,0 = 577,28$ кН;
- длительная часть нагрузки (состоит из постоянных нагрузок, 50% снеговой нагрузки, 35% нагрузки от людей и оборудования на перекрытие и нагрузки от перегородок)

$$N_l = [(g^{\text{покр}} + 0,5s) A_{гр} + (g^{\text{перекр}} + 0,35pt + l p) A_{гр} + n^{\text{балок}} N^{\text{балки}} + N^{\text{колонны}}] \gamma_n = \\ = [(6,5 + 0,5 \cdot 2,8) 27 + (5,23 + 0,35 \cdot 4,8 + 0,55) 27 + 2 \cdot 9,9 + 20,72] 1,0 = 455,24 \text{ кПа}.$$

Задание для практического занятия №1. Собрать нагрузку на 1 пог. м фундамента (рис.1) двухэтажного здания, предварительно определив нагрузку на 1 м² покрытия и перекрытия в соответствии с назначением здания, нагрузку от собственного веса кирпичной кладки стены. Удельный вес кирпичной кладки 18 кН/м³.

Высота цоколя-0,6 м. Высота этажей- одинаковая.

Уклон кровли $\varphi = 2,5^{\circ}$. Пол первого этажа выполнен по перекрытию и аналогичен полу второго этажа.

Климатический район расположения здания принять в соответствии с вариантом.

Состав слоёв кровли:

- 1) гравий втопленный в битум: $t=15$ мм, $\rho=1600$ кг/ м³
- 2) трехслойный рубероидный ковер (1 слой рубероида, масса: 1 м² $m=3$ кг/ м³)
- 3) цементно-песчаная стяжка: $t=35$ мм, $\rho=1800$ кг/ м³
- 4) керамзит, средняя толщина $t=300$ мм, $\rho=500$ кг/ м³
- 5) пароизоляция ($m=3$ кг/ м³)
- 6) ребристая плита (вес 1 м² см. табл. П.1.1 Приложения 1)

Состав слоёв на плите перекрытия:

- 1) керамическая плитка: $t=9$ мм, $\rho=2700$ кг/ м³
- 2) плиточный клей: $t=5$ мм, $\rho=2000$ кг/ м³
- 3) цементно-песчаная стяжка: $t=30$ мм, $\rho=1800$ кг/ м³
- 4) звукоизоляционные плиты: $t=25$ мм, $\rho=200$ кг/ м³
- 5) монолитная железобетонная плита перекрытия $t=150$ мм, $\rho=2500$ кг/ м³

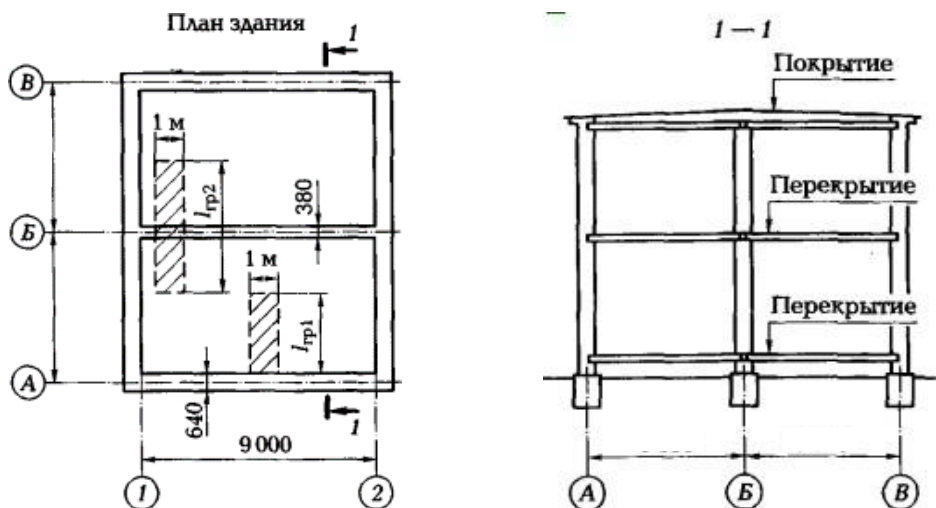


Рис. 1. План и разрез здания.

Варианты заданий

N варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Город	Му рм анс к	Ряз ань	Мо скв а	Пет роза водс к	Пск ов	Ту ла	Сан кт- Пете рбур г	Яро слав ль	Пер мь	Во ро не ж	Чеб окса ры	Волгог рад
Назначение здания	шк ола	дет ск ий сад	шк ола	жил ое	жил ое	жи лое	мага зин	мага зин	детс кий сад	жи лое	офи сное	офисное
Пролеты (А/Б=Б/В), м	6,3	6,0	4,2	7,2	9	6,6	6,2	5,4	6,0	6,6	4,8	6,3
Высота стены от фундамента до плиты покрытия,м.	6,6	6,0	7,2	5,6	6,0	5,6	6,0	7,2	6,6	5,6	6,0	7,2
Собрать нагрузку по оси	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б

Расчёт и конструирование центрально – сжатой железобетонной колонны. Конструирование узлов соединения

Цель: научиться определять напряжённо-деформационное состояние строительных конструкций, испытывающих сжатие, уметь заменять их расчётными схемами, производить расчёт для определения площади поперечного сечения и для определения несущей способности подобранного сечения строительной конструкции.

Необходимые материалы и оборудование:

индивидуальные задания для самостоятельной работы, учебная литература.

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции», раздел 5.4;
2. Разобрать и запомнить алгоритм общего решения задач по подбору сечения арматуры (**тип 1**) и проверке несущей способности колонны (**тип 2**);
3. Согласно алгоритму выполнить самостоятельную работу

К сжатым железобетонным элементам относятся: колонны (рис. 3.4), стойки, верхние пояса арок, ферм и т. п.

Пояснения к работе:

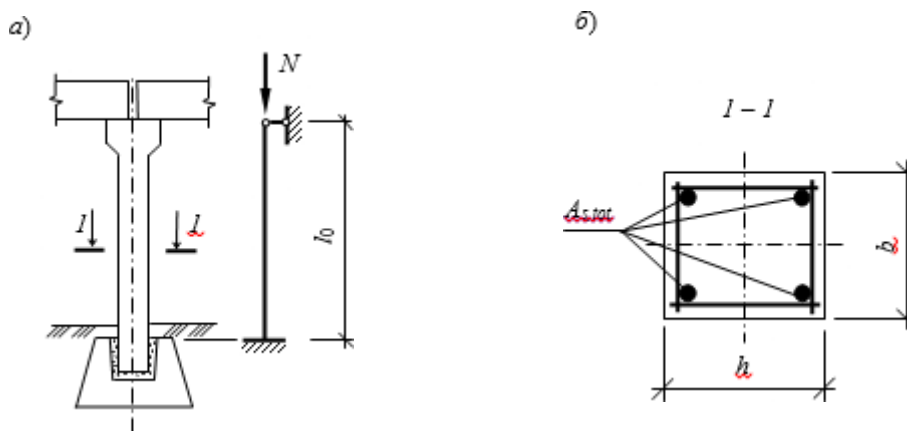


Рис .. Колонна:

а) – закрепление концов колонны и её расчётная схема;

б) поперечное сечение колонны и расположение рабочей арматуры;

$A_{s,tot}$ - площадь сечения всей продольной рабочей арматуры, находящейся в сечении элемента; l_0 – расчётная длина колонны; b – больший размер сечения (в случае прямоугольного сечения); h – меньший размер сечения

Из-за многих технологических особенностей изготовления, сжатые железобетонные элементы всегда оказываются внецентренно сжатыми. То есть в железобетонных элементах не удастся сжимающую силу приложить точно к центрам тяжести их сечений. Вместе с тем, если продольная сила приложена со случайным эксцентриситетом и выполняется ряд условий, элемент можно рассматривать как центрально сжатый.

При расчете железобетонных колонн, как и колонн из других материалов, их фактические конструкции заменяют расчетными схемами (табл. 2.4 Приложение 2) и определяют расчетные длины l_0 (l_{ef}) по формуле (2.8).

Случайный эксцентриситет приложения силы $e_{0,сл}$ определяют как большее из значений: $e_0 \geq l_0/600$; $e_0 \geq 1$ см. При эксцентриситете продольной силы $e_{0,сл} \leq h/30$ и гибкости $\lambda = l_0/h \leq 20$ (где h – меньший размер поперечного сечения), в элементах имеющих симметричное армирование (рис. 3.4, б), разрешается проводить расчет по формуле (3.1). Ниже рассматривается расчет колонн со случайным эксцентриситетом приложения нагрузки.

Расчет сжатых элементов со случайным эксцентриситетом выполняют по формуле

$$N \leq \varphi(R_b A + R_{sc} A_{s,tot}), \quad (3.1)$$

где N – полное расчетное значение нагрузки на колонну с учетом ее веса;

R_b – призматическая прочность бетона;

A – площадь сечения колонны, $A = bh$;

R_{sc} – расчетное сопротивление сжатой арматуры;

$A_{s,tot}$ – площадь сечения всей продольной арматуры колонны; φ –

коэффициент, определяемый по формуле

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b)\alpha_s \leq \varphi_{sb}, \quad (3.2)$$

где φ_b , φ_{sb} коэффициенты, определяемые по табл. 3.6 Приложения 3 в зависимости от отношений: N_l/N и l_0/h ; здесь N_l – длительная часть всей расчетной нагрузки действующей на колонну; α_s – коэффициент, определяемый по формуле

$$\alpha_s = R_{sc}\mu/R_b, \quad (3.3)$$

где μ – коэффициент армирования, определяется по формуле

$$\mu \geq \frac{A_{s,tot}}{bh} \geq \mu_{\min} \cdot 100\% \quad (3.4)$$

Минимальные значения коэффициентов армирования μ_{\min} приведены в табл. 3.5 Приложения 3 Практикума.

На основании формулы (3.1) решаются два типа задач: подбор сечения арматуры (**тип 1**) и проверка несущей способности колонны (**тип 2**).

Общий порядок подбора сечения рабочей арматуры (тип 1)

Определяют нагрузку, если она не задана по условию задачи (полное значение нагрузки N и ее длительную часть N_l).

2. Устанавливают расчетную схему.

3. Принимают расчетную длину колонны l_0 (при расчете колонн гражданских зданий расчетную длину можно принимать равной высоте этажа: $l_0 = H_{эт}$, в общем случае $l_0 = \mu l$, см. табл. 5.1; более подробно указания по определению расчетных длин колонн приведены в п. 8.1.17 СП 63.13330.2012).

4. Задаются следующими значениями и находят величины, зависящие от них:

а) принимают размеры поперечного сечения колонны b , h и определяют площадь $A = bh$ (рекомендуется размеры сечения колонны принимать не менее 30 см и далее кратно 5,0 см);

б) принимают материалы для колонны:

- обычно принимают тяжелый бетон классов прочности В15–В35 и находят расчетное сопротивление бетона сжатию R_b (см. табл. 2.7);

- принимают класс арматуры (рекомендуется А500, А400) и находят расчетное сопротивление арматуры сжатию R_{sc} (см. табл. 2.9);

6. По таблице 5.6 определяют значения коэффициентов продольного изгиба ϕ в зависимости от вида действующей нагрузки и отношения l_0/h , где h — меньший размер сечения колонны.

Если отношение l_0/h получилось больше 20, следует увеличить сечение колонны и заново провести расчет.

7. Дважды устанавливают требуемую площадь арматуры $A_{s,tot}$: для кратковременного действия всей нагрузки (N) и для действия длительной нагрузки (N_l). Площадь арматуры назначается по большему значению (при расчете на длительное действие нагрузки расчетное сопротивление бетона умножают на коэффициент $\gamma_{b1} = 0,9$):

$$A_{s,tot} = \frac{\frac{N}{\phi} - R_b A}{R_{sc}}; \quad A_{s,tot} = \frac{\frac{N_l}{\phi} - \gamma_{b1} R_b A}{R_{sc}};$$

если в результате получают отрицательное значение, это говорит о том, что бетон один (без арматуры) справляется с нагрузкой (в этом случае иногда возможно уменьшить размеры поперечного сечения колонны и заново произвести расчет или колонна армируется конструктивно, учитывая, что арматуру необходимо ставить обязательно, чтобы обеспечить минимальный процент армирования) (см. табл. 5.5);

если получают положительное значение требуемой площади арматуры, то по полученной площади назначают диаметр арматуры (Приложение б), но не меньше, чем требуется для обеспечения минимального армирования;

- для армирования принимают 4 стержня арматуры (при $h \leq 400$ мм) и располагают их по углам колонны (возможно армировать и большим количеством стержней, но здесь рассматривается самый простой случай);

- при подборе арматуры следует учитывать, что диаметр продольных стержней монолитных колонн должен быть не менее 12 мм; в колоннах с размером меньшей стороны сечения ≥ 250 мм диаметр продольных стержней рекомендуется назначать не менее 16 мм.

8. Проверяют действительный процент армирования:

$$\mu = \frac{A_{s,tot}}{bh} \cdot 100\%.$$

Если действительный процент армирования находится в пределах от μ_{min} (см. табл. 5.5) до 3%, то на этом заканчивается подбор продольной арматуры; в противном случае необходимо скорректировать принятую арматуру или сечение элемента.

9. Назначают диаметр поперечных стержней d_{sw} по условию свариваемости, которое устанавливает соотношение диаметров продольных и поперечных стержней арматуры при сварке. Это соотношение учитывает, что к продольному стержню арматуры большего диаметра d_s можно приварить поперечный стержень меньшего диаметра d_{sw} , который должен быть не менее $1/4d_s$:

$$d_{sw} \geq 0,25d_s,$$

где d_s — наибольший диаметр продольных сжатых стержней (в вязаных каркасах диаметр хомутов принимают не менее $0,25d_s$ и не менее 6 мм).

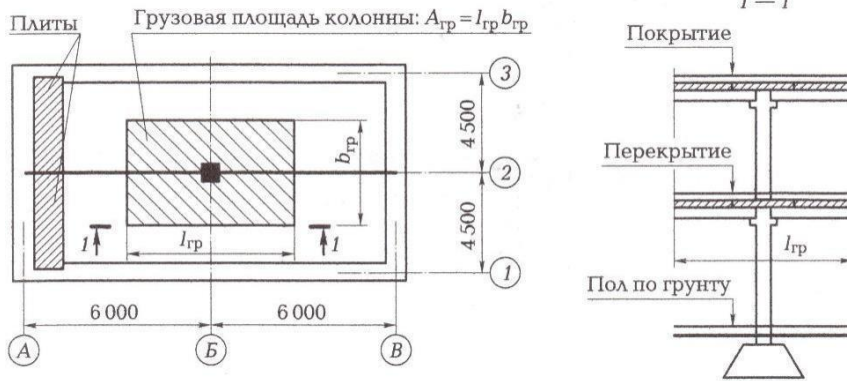
10. Назначают шаг поперечных стержней (хомутов в вязаных каркасах) $s_w \leq 15d_s$ и не более 500 мм.

11. Конструируют каркас колонны (см. параграф 5.4.4 Учебника).

Проверка несущей способности колонны (тип 2) сводится к проверке условия (3.1). Эта задача может иметь самостоятельное значение, но чаще выполняют подбор сечения арматуры, который может заканчиваться проверкой несущей способности (с целью исключения расчетной ошибки и назначения оптимальных параметров сечения).

Пример расчета.

Рассчитать сжатую колонну (назначить ее арматуру), нагрузка на которую приложена со случайным эксцентриситетом. Расчетная нагрузка принята (план здания см. рис. 1.7) $N = 419,12$ кН, $\gamma_n = 0,95$;



Плиты перекрытия на плане условно не показаны

Грузовая площадь $A_{гр} = 27 \text{ м}^2$; кратковременная часть снеговой нагрузки составляет 50 % от всей снеговой нагрузки: $0,5s = 0,5 \cdot 1,8 = 0,9 \text{ кПа}$; кратковременная часть временной нагрузки на перекрытие: $(p - p_{ln}\gamma_f) = 1,95 - 0,3 \cdot 1,3 = 1,56 \text{ кПа}$ (где p_{ln} – длительная часть временной нормативной нагрузки см. табл. 1.2 Приложение 1). Сечение колонны $b \times h = 300 \times 300 \text{ мм}$.

Колонна сборная, высотой в два этажа, высота этажа $H_{эт} = 3,3 \text{ м}$ (рис. 3.5).

Решение.

1. Определяем длительную часть нагрузки

$$N_l = N - 0,5sA_{гр} - (p - p_{ln}\gamma_f)A_{гр} = 419,12 - 0,9 \cdot 27 - 1,56 \cdot 27 = 352,7 \text{ кН};$$

находим отношение $N_l/N = 352,7/419,12 = 0,84$.

2. Определяем расчетную длину колонны по формуле (2.8) коэффициент μ см.

табл. 2.4 Приложение 2, схема б. $l_0 = \mu l$, где l – длина колонны, от заделки ее в фундаменте

до уровня перекрытия второго этажа; в уровне перекрытия условно принимаем шарнирное закрепление колонны, так как перекрытие препятствует смещению колонны $l_0 = 0,71 = 0,7 \cdot 3,9$

$$= 2,73 \text{ м}.$$

Проверяем соотношение $l_0/h = 2730/300 = 9,1 \approx 9 < 20$, следовательно, можно выполнять расчет по формуле (3.1).

3. Находим величину случайного эксцентриситета $e_0 = l/600 = 3900/600 = 6,5 \text{ мм}$, но его значение назначается не менее 10 мм; принимаем случайный эксцентриситет равный $e_{0,сл} = 10 \text{ мм}$; проверяем отношение $h/30 \leq e_{0,сл}$; $300/30 = 10 \text{ мм} = e_{0,сл} = 10 \text{ мм}$, условие выполняется, следовательно, расчет можно вести по формуле (3.1).

4. Задаемся материалами колонны, принимаем: бетон класса В15, продольную арматуру класса А400, поперечные стержни из арматуры класса В500. Определяем расчетное значение призменной прочности и расчетное сопротивление сжатой арматуры (табл. 3.2, 3.3 Приложение 3):

$$R_b = 8,5 \text{ МПа} = 0,85 \text{ кН/см}^2; R_{sc} = 355 \text{ МПа} = 35,5 \text{ кН/см}^2.$$

5. Задаемся значением коэффициента армирования $\mu = 0,01$ (что соответствует 1% армирования) и по формуле (3.3) определяем коэффициент

$$\alpha_s = R_{sc}\mu/R_b = 35,5 \cdot 0,01/0,85 = 0,418.$$

6. По табл. 3.6 Приложения 3 определяем коэффициенты:

$\phi_b = 0,902$; $\phi_{sb} = 0,907$ (с интерполяцией), определяем по формуле (3.2) коэффициент ϕ_f
 $= \phi_b + 2(\phi_{sb} - \phi_b)\alpha_s = 0,902 + 2(0,907 - 0,902) 0,418 = 0,906 \leq \phi_{sb} = 0,907$.

7. Из формулы (3.1) определяем требуемую площадь сечения продольной арматуры

$$A_{s,tot} = \frac{N\gamma_n}{\phi} \frac{b}{R_{sc}} = \frac{419,12 \cdot 0,95}{0,906} \cdot \frac{0,85 \cdot 900}{35,5} = 0, \quad \text{так как получен отрицательный результат}$$

($A_{s,tot} < 0$), это говорит о том, что бетон один, без арматуры справляется с действующей на колонну нагрузкой. Арматуру все равно следует назначать, учитывая требования норм по минимальному армированию сжатых железобетонных элементов (табл. 3,5 Приложение 3).

8. Минимальный процент армирования $\mu_{min} = 0,209\%$ (определен с интерполяцией); из формулы (3.4) находим требуемую площадь сечения всей сжатой арматуры

$$A_{s,tot} = \frac{bh\mu_{min}}{100} = \frac{30 \cdot 30 \cdot 0,209}{100} = 1,88 \text{ см}^2.$$

Назначая арматуру, следует учитывать требование п. 5.17 Пособия по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003): «Диаметр продольных стержней внецентренно сжатых линейных элементов монолитных конструкций должен быть не менее 12 мм. В колоннах с размером меньшей стороны сечения 250 мм и более диаметр продольных стержней рекомендуется назначать не менее 16 мм».

9. Принимаем арматуру (4 \varnothing 16 мм, А400, $A_{s,tot} = 8,04 \text{ см}^2$) см. табл. 3.7 Приложение 3, устанавливаем стержни арматуры по углам сечения колонны.

10. Назначаем диаметры и шаг поперечных стержней. Диаметры поперечных стержней d_{sw} , в соответствии с условием свариваемости принимаются не менее $\frac{1}{4} d_{sc}$ – диаметра продольных сжатых стержней, $d_{sw} \geq 0,25d_{sc} = 0,25 \cdot 16 = 4$ мм. Принимаем поперечные стержни (\varnothing 4 мм, В500).

Шаг поперечных стержней s_w принимают не более 15 диаметров продольных стержней (при большем шаге поперечных стержней может происходить выпучивание продольных стержней каркаса) $s_w \leq 15d_{sc} = 15 \cdot 16 = 240$ мм, округляем и принимаем шаг поперечных стержней (кратно 50 мм) $s_w = 200$ мм.

11. Проектируем каркас колонны. Объемный каркас колонны собирают из плоских сварных каркасов К-1 (рис. 3.5, б), которые изготавливают на станках. При сборке объемного каркаса, к плоским каркасам приваривают отдельные стержни ОС-1 с шагом, равным шагу поперечных стержней в плоских каркасах (рис. 3.5, а). Длина каркасов принимается на 20 мм

меньше, чем вся длина колонны ($H = 7730$ мм; определяя длину колонны, учитываем ее заделку в стакане фундамента). Назначенная арматура колонны: позиция 1 – диаметром 16 мм, А400; позиция 2 – диаметром 4 мм, В500; отдельные стержни ОС-1 – диаметром 4 мм, В500.

Задание на практическую работу.

Рассчитать сжатую колонну (назначить ее арматуру). Колонна сборная. На колонну действует нагрузка со случайным эксцентриситетом $N=2500$ кН; длительная часть нагрузки $N_1 = 1250$ кН, коэффициент $\gamma_n = 1,0$. Сечение колонны $b \times h$ - принять в соответствии с таблицей вариантов.






Высоту колонны и способ закрепления- принять в соответствии с таблицей вариантов. Бетон класса В20, арматура класса А400.

Варианты заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Сечение колонны, мм	350 x 350		300x300		400x400		350 x 350		400x600		300x400	
Высота колонны- L, мм	6000	4200	5800	3600	4000	3800	6000	4200	5800	3600	4000	3800
способ закрепления колонны (по табл.1 см. ниже)	а)	б)	в)	г)	а)	б)	в)	г)	а)	б)	в)	г)

Справочный материал

Таблица. 1 Значение коэффициентов μ при различных способах закрепления колонн

Схемы закрепления концов стержней		а)	б)	в)	г)	д)
						
Коэффициент μ	Стальные и железобетонные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,7$	$\mu = 0,5$	$\mu = 2,0$	μ - зависит от степени подвижности опоры
	Деревянные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,8$	$\mu = 0,65$	$\mu = 2,2$	

Расчёт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия

Цель: научиться определять напряжённо-деформационное состояние изгибаемых элементов конструкций, уметь заменять их расчётными схемами, производить расчёт для подбора армирования и конструирования.

Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, В.И. Сетков, Е.П. Сербин

«Строительные конструкции».

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом В.И. Сетков, Е.П. Сербин

«Строительные конструкции», раздел 7.4.8.

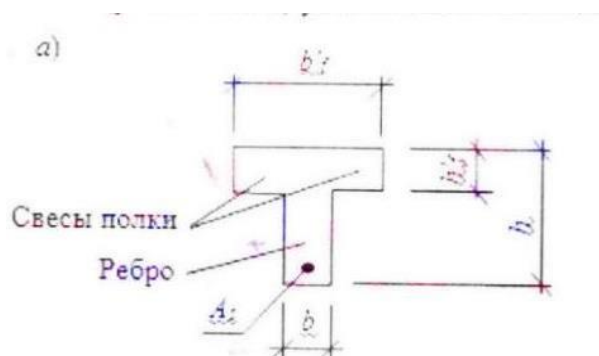
2. Разобрать пример решения задачи по конструированию многопустотной плиты;
3. Согласно алгоритму выполнить практическую работу.

Пояснения к работе:

Железобетонные многопустотные плиты перекрытия, внешний вид которых не похож на тавр, рассчитываются как тавровые, поскольку у них имеется полка, расположенная в сжатой зоне, а растянутая зона уменьшена, что делает их более экономичными и легкими



Изгибаемые элементы, имеющие поперечное сечение в виде тавра (с полкой в сжатой зоне) в целом работают аналогично элементам, имеющим прямоугольное сечение, но в них за счет работы свесов полки (рис. 3.18, а) увеличивается площадь сжатой зоны бетона.



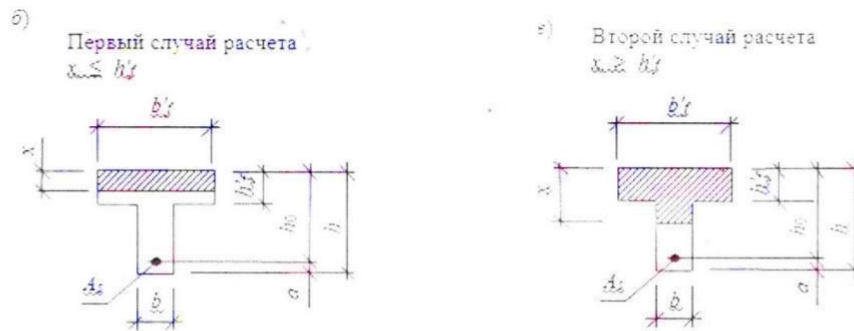


Рис.3.18. Расчёт элементов таврового сечения:

a – обозначения, принятые при расчётах: b_f – ширина полки; h_f – высота полки; b – ширина ребра; h – высота балки; A_s – площадь сечения рабочей продольной арматуры; $b, в$ – расчётные случаи тавровых элементов: x – высота сжатой зоны бетона; h_0 – рабочая высота сечения балки; a – расстояние от крайнего растянутого волокна бетона до центра тяжести растянутой арматуры

Положение нейтральной оси балки зависит от величины изгибающего момента, чем больше момент, тем большая часть сечения сжата, и нейтральная ось опускается ниже. В связи с этим, форма сжатой площади может стать не прямоугольной, а «т» образной. Поэтому, различают **два случая расчета тавровых элементов**. В первом случае нейтральная ось проходит в полке $x \leq h'_f$ (рис. 3.18, б). Во втором случае нейтральная ось проходит ниже полки, в ребре $x > h'_f$ (рис. 3.18, в).

Положение нейтральной оси влияет на величину и место приложения равнодействующей сжимающих усилий в сжатой зоне бетона, что отражается на расчетных формулах.

Расчет тавровых элементов начинают с установления расчетного случая. Расчетный случай определяют сравнивая момент, который может воспринять вся сжатая полка элемента (приняв $x = h'_f$), с внешним изгибающим моментом. Если момент полки M_f окажется больше или равным действующему в сечении изгибающему моменту M , то имеет первый случай расчета, если меньше

– второй. Момент воспринимаемый сжатой полкой таврового элемента определяется по формуле: $M_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 h'_f)$,

$M_f \geq M$ – первый расчетный случай; $M_f < M$ – второй расчетный случай.

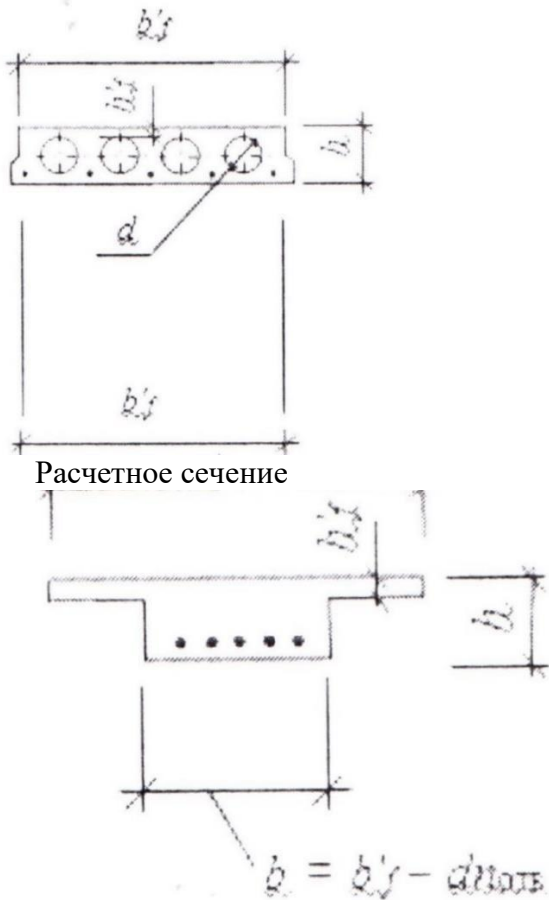
Дальнейший расчет выполняется в соответствии с алгоритмом:

Алгоритм расчёта тавровых элементов

<i>Первый расчетный случай</i>	<i>Второй расчетный случай</i>
<p>Определяем значение коэффициента по формуле</p>	<p>Определяем значение коэффициента $\alpha \leq R_b (b_f \leq b) h_0 (h \leq 0,5 h_f)$ (3.7, б)</p> $\alpha = \frac{M}{R b h^2}$

$\frac{A_0}{b_f h_0} \leq \frac{M}{R b h^2} \quad (3.7, a)$	
Проверяем условие: $A_0 \leq A_{0R}$ (табл. 3.8 Приложен. 3), если условие не выполняется, увеличиваем сечение	Проверяем условие: $A_0 \leq A_{0R}$ (табл. 3.8 Приложен. 3) если условие не выполняется, увеличиваем сечение
Определяем значение коэффициента η (табл. 3.9 Приложен. 3)	Определяем значение ξ (табл. 3.9 Приложен. 3)
Находим требуемую площадь арматуры по формуле (3.6) $\frac{A_s}{b h} \leq \frac{M}{\eta h R}$	Находим требуемую площадь арматуры $A_s \leq \frac{R_b \xi h_0}{R_b (b_f h_f)} M \quad (3.5, a)$

Процент армирования тавровых элементов: $\mu_s = A_s / b h_0 * 100\% \geq \mu_{min} = 0,1\%$
 фактическое сечение



Пример расчета и конструирования междуэтажной плиты перекрытия.

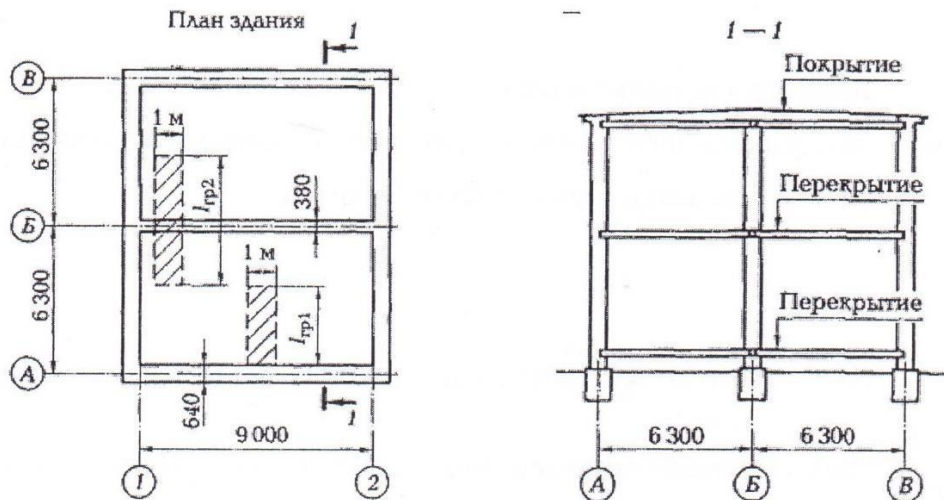


Рис. 1. План и разрез здания.

Состав слоев на плите перекрытия:

- б) керамическая плитка: $t=9$ мм, $\rho=2700$ кг/м³
- 7) плиточный клей: $t=5$ мм, $\rho=2000$ кг/м³
- 8) цементно-песчаная стяжка: $t=30$ мм, $\rho=1800$ кг/м³
- 9) звукоизоляционные плиты: $t=25$ мм, $\rho=200$ кг/м³
- 10) многопустотная железобетонная плита перекрытия $t=220$ мм, $\rho=2500$ кг/м³
(принимается приведенную толщину многопустотной плиты = 110 мм)

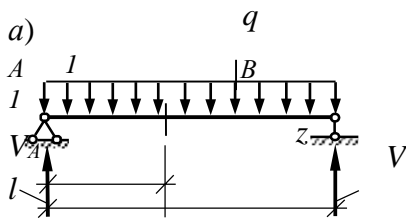
Рассчитываем нагрузку на 1 м² перекрытия (см. приложение 1)

Наименование нагрузки	Подсчет нагрузки	Нормативные нагрузки, кПа	Расчетные нагрузки, кПа
1. Постоянные нагрузки			
а) керамическая плитка	$0,009 \cdot 2700 = 24,3$ кг/м ²	$24,3/100 = 0,24$	0,26
б) плиточный клей	$0,005 \cdot 2000 = 10$ кг/м ²	$10/100 = 0,1$	0,13
в) цементно-песчаная стяжка	$0,03 \cdot 1800 = 54$ кг/м ²	$54/100 = 0,54$	0,7
г) звукоизоляционные плиты	$0,025 \cdot 200 = 5$ кг/м ²	$50/100 = 0,5$	0,65
д) многопустотная железобетонная плита перекрытия	$0,11 \cdot 2500 = 275$ кг/м ²	$275/100 = 2,75$	3,03
Итого постоянная		4,13	4,77

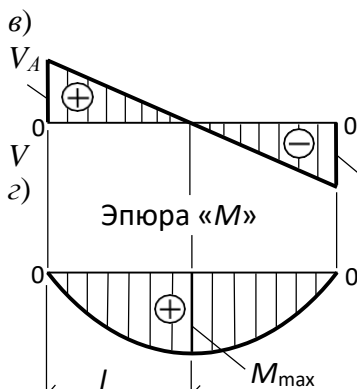
2. Временная а) длительно действующая (пониженная часть кратковременной)	$1,5 * 0,35 = 0,53$ кПа	0,53	,3	0,7
---	-------------------------	------	----	-----

б) длительно действующая перегородок)	вес 50 кг/м ²	50/100=0,5	,3	0,65
б) кратковременная (квартиры жилых зданий)	1,5 кПа	1,5	,3	1,95
3. Полная (суммарная)		6,7		8,07

Рассматриваем плиту как балку на двух опорах сечением $b \times h$ 120x22 см. На 1 п.м. плиты действуют следующие нагрузки (смотри рис.1): расчетная: $807 \text{ кг/м}^2 * 1,2 \text{ м} = 968,4 \text{ кг/м} = 9684 \text{ Н/м}$; нормативная $670 \text{ кг/м}^2 * 1,2 \text{ м} = 804 \text{ кг/м} = 8040 \text{ Н/м}$;



Эпюра «Q»



Расчетный изгибающий момент от действия полной расчетной нагрузки (I предельное состояние) равен:

$$M = g l_0^2 / 8 = 9684 * 6,1^2 / 8 = 46531,62 \text{ Нм}$$

где расчетная длина плиты: $l_0 = l - 2 * (l_{оп}/2) = 6,3 - 0,2 = 6,1 \text{ м}$. Плита опирается своими концами на стены и работает по такой же расчетной схеме, как балка.

Расчетный изгибающий момент от действия полной нормативной нагрузки (II предельное состояние) равен:

$$M_n = g l_0^2 / 8 = 8040 * 6,1^2 / 8 = 38632,20 \text{ Нм}$$

Максимальная поперечная сила на опоре от расчетной нагрузки $Q = g l_0 / 2 = 9684 * 6,1 / 2 = 30020,40 \text{ Н}$,

то же от нормативной нагрузки $Q_n = g_{l0} / 2 = 8040 * 6,1/2 = 24924,00$ Н. Плита – шестипустотная шириной 1200 мм.

В расчете поперечное сечение плиты приводим к тавровому.

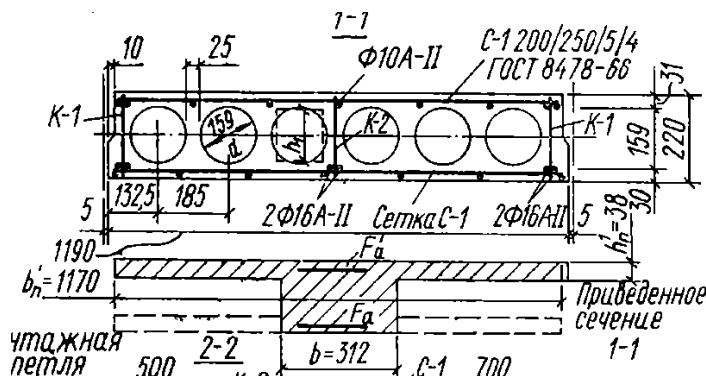
Расчетное сечение плиты:

Для этого бетон между отверстиями условно собираем в ребро заменяем площадь круглых пустот прямоугольниками той же площади и того же момента инерции.

Вычисляем $h_1 = 0,9 d = 0,9 * 15,9 = 14,3$ см; $h_{п'} = h - h_1/2 = 22 - 14,3/2 = 3,85$ см = 3,8 см;

расчетная ширина сжатой полки $b_{п'} = 117$ см; приведенная ширина ребра $b = 117 - 6 * 14,3 = 31,2$ см.

Принимаем расстояние от нижнего растянутого волокна бетона до центра тяжести арматуры – 3см; рабочая высота сечения: $h_0 = h - 3 = 19$ см.



Расчетные характеристики материалов:

Бетон класса В25, $R_b = 14,5$ Мпа = 1450 Н/см², $R_{bn} = 18,5$ Мпа;

Продольная рабочая арматура- периодического профиля класса А-400 $R_s = 350$ Мпа = 35000 Н/см²; $R_{sn} = 400$ Мпа: поперечная – класса А240. Армирование плиты – сварными сетками и каркасами. Сетки- в верхней и нижней полках панели- из проволоки класса Вр500 $R_s = 415$ Мпа = 41500 Н/см²

Устанавливаем расчетный случай:

$$M_f = R_b * b' * f * h' * f * (h_0 - 0,5h'f)$$

$$M_f = 1450 * 117 * 3,8(19 - 0,5 * 3,8) = 11023857 \text{ Н*см}; M = 46531,62 \text{ Нм} = 4653162 \text{ Н*см}$$

$M_f > M$ - первый расчетный случай

Расчет по прочности нормальных сечений

1. Определяем значение коэффициента по формуле

$$\alpha_0 = M / R_b * b_{п'} * h_0^2 = 3877640 / 1450 * 117 * 19^2 = 0,063;$$

По справочным таблицам (приложение 2)- находим коэффициенты $\eta=0,968$; $\xi=0,05$, определяем положение границы сжатой зоны $x = \xi h_0 = 0,05 * 19 = 0,95$ см < $h_p = 3,8$ см- нейтральная ось проходит в пределах сжатой полки.

2. Находим требуемую площадь арматуры

$$A_s = M / \eta h_0 R_s = 3877,64 / (0,968 * 19 * 35) = 6,024 \text{ см}^2$$

Принимаем рабочую растянутую арматуру А400, по сортаменту подбираем **8 стержней d=10 мм**, $A_s = 6,28 \text{ см}^2$; также учитываем **нижнюю сетку 200/250/5/4 (ГОСТ 8478-81)- 7 стержней * 0,19**, $A_s = 1,37 \text{ см}^2$, таким образом $A_s = 7,65 \text{ см}^2$.

Стержни диаметром 10 мм распределяем в каркасах, в ребрах- в двух крайних и средних. Поперечную арматуру каркасов принимаем: на $\frac{1}{4}$ пролета – с шагом 100 мм, в середине пролета – с шагом 400 мм.

3. Проверяем процент армирования сечения:

$$\mu_s = A_s / b h_0 * 100\% \geq \mu_{\min} = 0,1\%$$

$$7,65 / (31,2 * 19) * 100\% = 1,3\% > \mu_{\min} = 0,1\% - \text{условие выполняется}$$

Расчет по прочности наклонных сечений

Проверяем условие необходимости постановки поперечной арматуры для многопустотной плиты

$$Q \leq \varphi_{b1} * R_b * b * h_0, \text{ где } \varphi_{b1} = 0,3 \text{ (по п.8.1.32 СП63.13330)}$$

$$Q = 30020,40 \text{ Н} < \varphi_{b1} * R_b * b * h_0 = 0,3 * 1450 * 31,2 * 19 = 257868,00 \text{ Н} - \text{условие выполняется}$$

поперечная арматура по расчету не требуется. Поэтому поперечное армирование принимаем конструктивно.

Расчет подъемных петель

Монтажные петли проектируем из стали класса А240, $R_s = 210 \text{ Мпа} = 21000 \text{ Н/см}^2$. Петли расположены на расстоянии 70 см от концов плиты.

Расчетная нагрузка от собственного веса плиты:

$$q = k_d \gamma_f h_{пр} \rho b, \text{ где}$$

$k_d = 1,5$ - коэффициент динамичности;

γ_f - коэффициент надежности по нагрузке;

$h_{пр}$ - приведенная толщина плиты; ρ - плотность бетона, Н/м^3 ;

b - конструктивная ширина плиты $q = 1,5 * 1,1 * 0,11 * 25000 * 1,19 = 5399,6 \text{ Н/м}$

При подъеме плиты ее вес может быть передан на две петли. Тогда усилие на одну петлю составит:

$$N = ql/2 = 5399,6 * 6,27 / 2 = 16927,7 \text{ Н}$$

Площадь сечения арматуры петли $A_s = N / R_s = 16927,7 / 21000 = 0,806 \text{ см}^2$, принимаем стержень диаметром 12 мм, $A_s = 1,13 \text{ см}^2$

Задания для практического занятия

варианты															
	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Рассчитать плиту междуэтажного перекрытия в осях	А-Б		Б-В		А-Б										
Рассчитать плиту чердачного перекрытия в осях							А-Б		Б-В		А-Б		Б-В		
Класс прочности бетона	25	В3		В20		В35		В25		В3		В2		В3	
класс арматуры	400	А5		В50		А40		А5		В5		А4		А5	

Проектирование конструкции плиты перекрытия следует начинать с подсчета нагрузок.

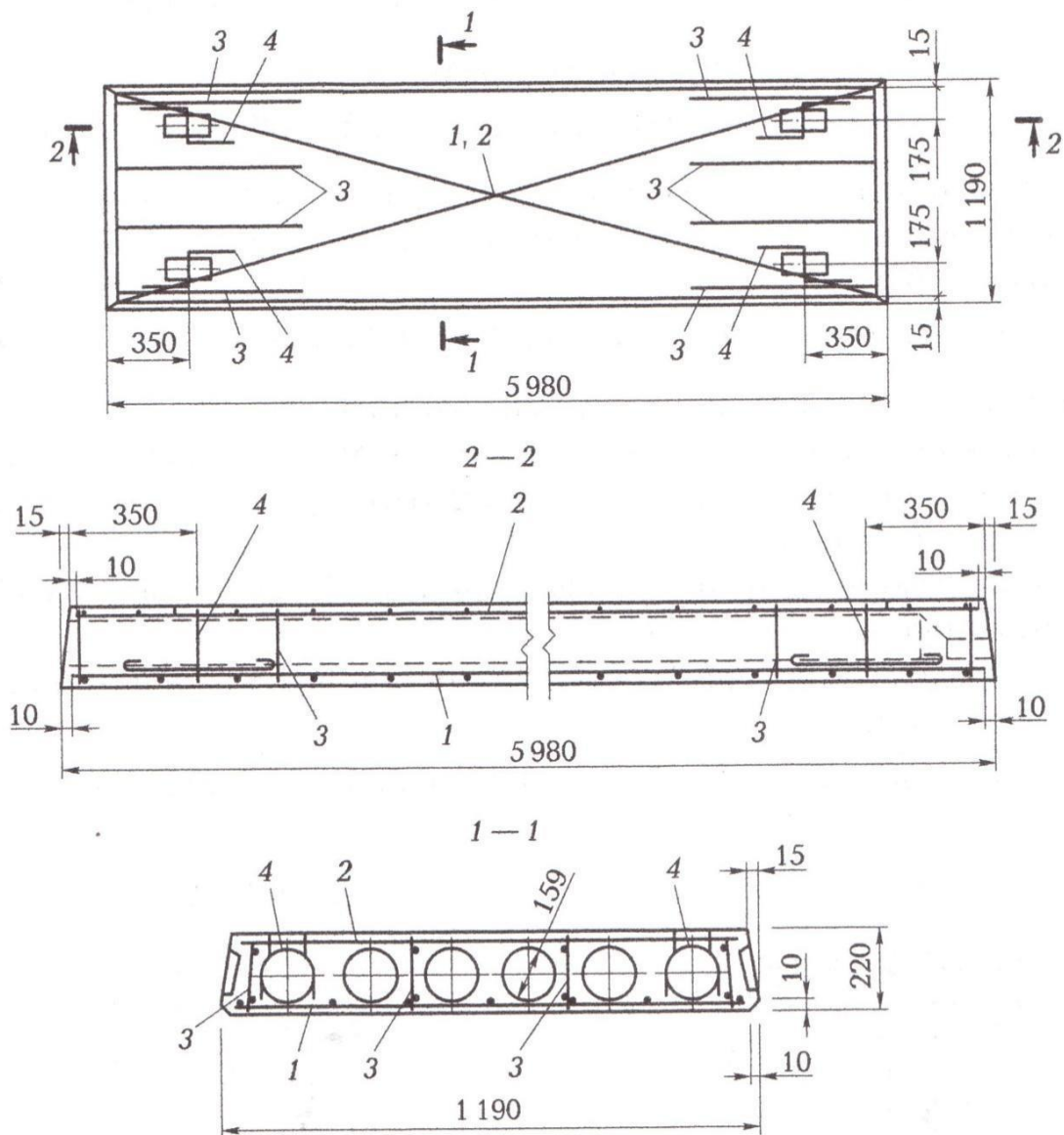
Сбор нагрузок на плиту перекрытия производим на основании данных задания и расчета

практической работы №1.

Рассчитать нормальное сечение сборной железобетонной плиты с круглыми пустотами ПК.

Номинальные размеры плиты- в соответствии с заданием, толщина 220 мм. Класс прочности бетона – по заданию, класс арматуры- по заданию. Рабочая продольная арматура плиты поставлена в составе арматурной сетки с защитным слоем $a_e = 20 \text{ мм}$.

Конструирование проиллюстрировать чертежами по армированию плиты перекрытия



Пример армирования плиты перекрытия.

1-рабочая арматурная сетка С-1; 2- конструктивная (монтажная) арматурная сетка С-2; 3- арматурные каркасы К-1; 4- утопленные в отверстия плиты монтажные петли МП-1.

Вопросы для защиты практической работы:

1. Какие элементы в курсе Строительные конструкции называют плитами?
2. Охарактеризовать типы плит по статической схеме работы.
3. Охарактеризовать типы плит по конструкции.

Расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения.

Цель: уметь рассчитывать балки таврового сечения, показать, что как тавровые рассчитываются и изгибаемые элементы (железобетонные плиты), сечение которых внешне не похоже на тавр, но у них имеется полка, расположенная в сжатой зоне, а растянутая зона уменьшена.

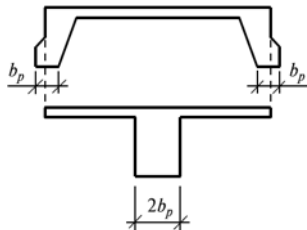
Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, практикум «Строительные

конструкции» Е.П.Сербин.

Ход работы:

Рёбристые плиты относятся к железобетонным плитам перекрытия, сечение которых заменяется на тавровые



Изгибаемые элементы, имеющие поперечное сечение в виде тавра (с полкой в сжатой зоне) в целом работают аналогично элементам, имеющим прямоугольное сечение, но в них за счет работы свесов полки (рис. 3.18, а) увеличивается площадь сжатой зоны бетона.

а – обозначения, принятые при расчётах: b_t – ширина полки; h_t – высота полки;

b – ширина ребра; h – высота балки; A_s – площадь сечения рабочей продольной арматуры;

b, v – расчётные случаи тавровых элементов: x – высота сжатой зоны бетона; h_0 – рабочая высота сечения балки; a – расстояние от крайнего растянутого волокна бетона до центра тяжести растянутой арматуры

Положение нейтральной оси балки зависит от величины изгибающего момента, чем больше момент, тем большая часть сечения сжата, и нейтральная ось опускается ниже. В связи с этим, форма сжатой площади может стать не прямоугольной, а «т» образной. Поэтому, различают **два случая расчета тавровых элементов**. В первом случае нейтральная ось проходит в полке ($x \leq h'_f$) (рис. 3,18, б). Во втором случае нейтральная ось проходит ниже полки, в ребре ($x > h'_f$) (рис. 3.18, в).

Положение нейтральной оси влияет на величину и место приложения равнодействующей сжимающих усилий в сжатой зоне бетона, что отражается на расчетных формулах.

Расчет тавровых элементов начинают с установления расчетного случая. Расчетный случай определяют сравнивая момент который может воспринять вся сжатая полка элемента (приняв $x = h'_f$), с внешним изгибающим моментом. Если момент полки M_f окажется больше или равным

действующему в сечении изгибающему моменту M , то имеем первый случай расчета, если меньше – второй. Момент воспринимаемый сжатой полкой таврового элемента определяется по формуле

$$M_f = R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f), \quad (3.10)$$

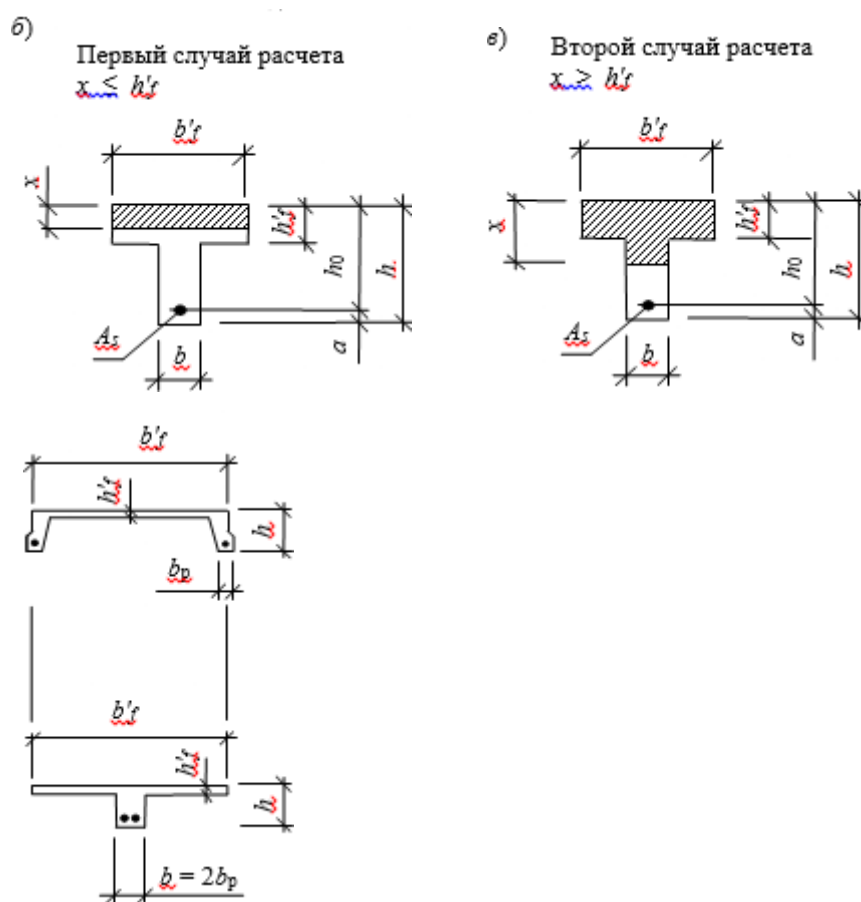
$M_f \geq M$ - первый расчетный случай;

$M_f < M$ - второй расчетный случай.

Дальнейшая последовательность расчета производится по алгоритму, приведённому в практической работе №3.

Процент армирования тавровых элементов определяют по формуле

$$\mu_s = \frac{A_s}{bh_0} 100\% \geq \mu_{\min} = 0,1\%.$$



Пример расчета ребристой плиты перекрытия

Решение. 1. Определяем нагрузку на 1 пог. м плиты (ширина плиты с учетом швов между плитами принята $b_{пл} = 1,5$ м) : $q = q_{пл} \times b_{пл} = 15 \times 1,5 = 22,5$ кН/м.

2. Строим расчетную схему и определяем момент и поперечную силу (рис. 3.43): $M_{\max} = (q \times \gamma_n) l_0^2 / 8 = 22,5 \cdot 1,1 \cdot 5,85^2 / 8 = 105,9$ кН · М = 10 590 кН · см; $O_{\max} = (q \times \gamma_n) l_0 / 2 = 22,5 \cdot 1,1 \cdot 5,85 / 2 = 72,4$ кН.

3. Определяем расчетные сопротивления: $R_b = 17,0$ МПа == 1,7 кН/см² ;

$R_{bt} = 1,15$ МПа = 0,115 кН/см² ; $R_s = 695$ МПа == 69,5 кН/см²; $R_{sw} = 300$ МПа = 30 кН/см².

4. Определяем расчетный случай тавровых элементов по формуле (3.10), рабочую высоту сечения принимаем $h_0 = 36,5$ см:

$$M_f = R_b b' h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) = 1,7 \cdot 144,5 \cdot 5 \cdot (36,5 - 0,5 \cdot 5) = 41\,760,5 \text{ кНсм}$$

$$M_f = 41\,760,5 \text{ кН} \cdot \text{см} > M = 10\,590 \text{ кН} \cdot \text{см} \text{ - первый расчетный случай.}$$

5. Определяем значение коэффициента по следующей формуле

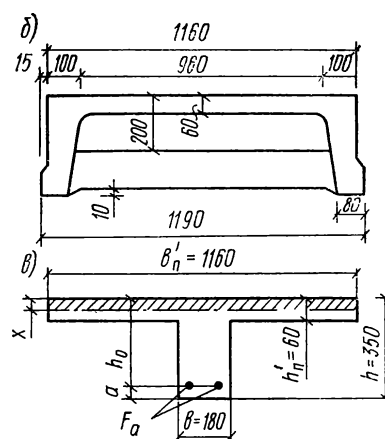
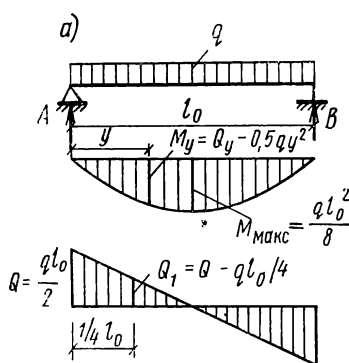
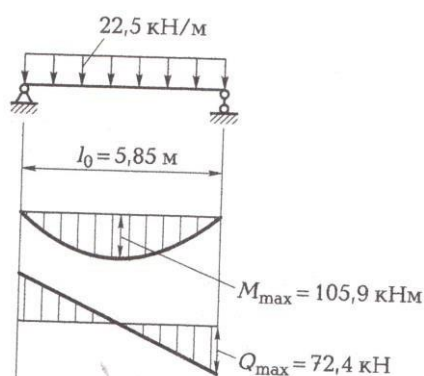
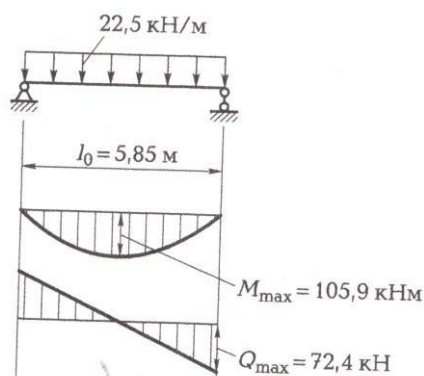
(см. табл. 3.1, п. 1):

$$\alpha_m = M / R_b b' h_0^2 = 10590 / (1,7 \times 144,5 \times 36,5^2) = 0,032$$

Значение относительной высоты сжатой зоны бетона $\xi = 0,03$; коэффициент $\eta = 0,985$ (см. табл. П.3.9 Приложения 3).

Граничное значение коэффициента ξ_R при предварительном напряжении продольной арматуры определяется в зависимости от отношения σ_{sp} / R_s , где σ_{sp} - предварительное напряжение арматуры. Когда неизвестно значение σ_{sp} , рекомендуется принимать отношение $\sigma_{sp} / R_s = 0,6$ (с учетом всех потерь напряжений и с коэффициентом, учитывающим возможные отклонения предварительного напряжения $\gamma_{sp} = 0,9$).

Принимаем $\sigma_{sp} / R_s = 0,6$, тогда $\xi_R = 0,41$. Условие $\xi < \xi_R$ выполняется.



Расчетная схема панели представляет собой свободно опертую балку таврового сечения с равномерно распределенной нагрузкой.

б. Находим требуемую площадь напрягаемой арматуры A_{sp} по формуле (3.6) , учитывая, что отношение $\xi / \xi_R = 0,03/0,41 = 0,073 < 0,6$, расчетное сопротивление арматуры принимаем с коэффициентом $\gamma_{sz} = 1, 1$:

$$A_{sp} = M / \eta h_0 R_s = 10590 / 0,985 \times 36,5 \times 1,1 \times 69,5 = 3,85 \text{ см}^2.$$

По требуемой площади принимаем арматуру (2 стержня диаметром $d_s = 16$ мм, А800, $A_{sp} = 4,02$ см²) (см. табл. П.3.7 Приложения 3 Строительные конструкции Практикум). Предварительно-напряженная арматура устанавливается отдельными стержнями по одному в каждом ребре . Вокруг напрягаемых стержней арматуры на участках передачи предварительного напряжения ставим арматурные сетки из ненапрягаемой арматуры, которые упрочняют бетон (рис. 3.44). Площадь сечения четырех вертикальных стержней сеток, попадающих в сечение плиты, диаметр $d_s = 4$ мм из арматуры класса В500 составляет $A_{sw} = 0,5$ см² .

Защитный слой бетона для напряженной арматуры принимаем $a_b = 20$ мм.

В середине ребра плиты прочность наклонных сечений обеспечиваем постановкой поперечных стержней объединенных в каркас. Сечение поперечных стержней каркасов принимаем $\varnothing 3$ мм, В500, два поперечных стержня (по одному в каждом ребре) с площадью сечения $A_{sw} = 0, 14$ см².

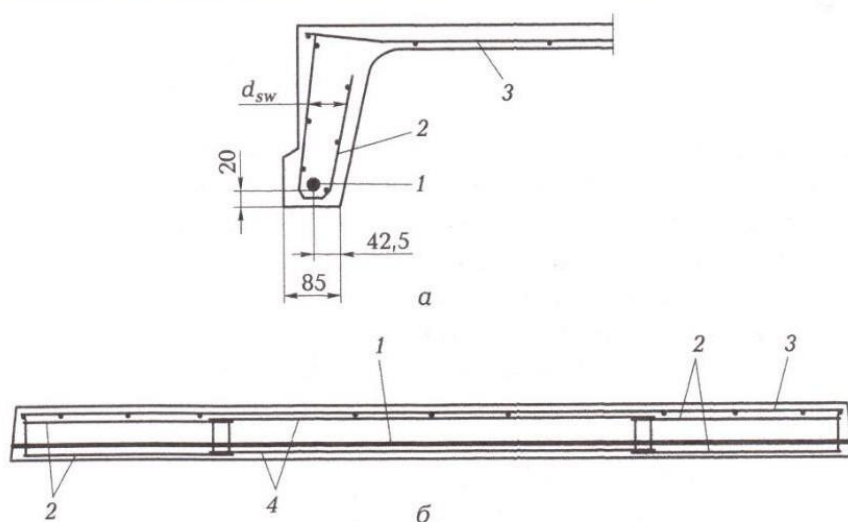


Рис. 3.44. Армирование ребра плиты. К примеру 3.17:

а — поперечное сечение ребра; *б* — продольное сечение ребра; 1 — предварительно-напряженная арматура; 2 — арматурная сетка ребра; 3 — арматурная сетка полки плиты; 4 — арматурный каркас ребра

7. Проверяем прочность наклонной полосы между двумя наклонными трещинами по условию (3.11) : $Q_{max} = 72,4 \text{ кН} \leq \varphi_{b1} R_b b h_0 = 0,3 \cdot 1,7 \cdot 17 \cdot 36,5 = 316,5 \text{ кН}$. Условие выполняется. φ_{b1} -коэффициент, принимаемый равным 0,3.

7. Проверяем выполнение условия (3.17) , сечение на опоре ($a = 0$):

$$Q_{max} = 72,4 \text{ кН} \leq Q_{b1} = 2,5 R_b b h_0 = 2,5 \cdot 0, 115 \cdot 17 \cdot 36,5 = 178,4 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

Проверяем сечение плиты на расстоянии $a = 2,5h_0 = 2,5 \cdot 36,5 = 91$ см, поперечная сила в этом сечении $Q = Q_{\max} - qa = 72,4 - 0,225 \cdot 91 = 51,9$ кН. Поперечная сила, воспринимаемая бетоном: $Q_{b1} = 0,5R_{bt}b_0 = 0,5 \cdot 0,115 \cdot 17 \cdot 36,5 = 35,7$ кН. Бетон без поперечной арматуры не обеспечивает прочность наклонных сечений $Q > Q_{b1}$. Принимаем шаг поперечных стержней (поставленных в огибающих напряженную арматуру сетках) $S_w = 10$ см:

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S_w = 30 \cdot 0,5 / 10 = 1,5 \text{ кН/см}$$

Проверяем условие (3.20): $q_{sw} > 0,25 R_{bt}b_0 = 0,25 \cdot 0,115 \cdot 17 = 0,489$ кН/см - условие выполняется, следовательно, можно учитывать работу поперечных стержней.

Проверяем условие (3.21): $S_w/h_0 < S_{w\max}/h_0 = R_{bt}b_0/Q$;

$10/36,5 = 0,27 < 0,115 \cdot 17 \cdot 36,5/51,9 = 1,37$. Условие выполняется, можно учитывать работу поперечных стержней.

Поперечная сила воспринимаемая поперечными стержнями:

$Q_{sw1} = q_{sw}h_0 = 1,5 \cdot 36,5 = 54,75$ кН. Проверяем условие (3.17):

$Q \leq Q_{b1} + Q_{sw1} = 35,7 + 54,75 = 90,45$ кН. Прочность наклонных сечений обеспечена:

$Q = 51,9 \text{ кН} < 90,45 \text{ кН}$.

8. Устанавливаем расстояние от опор до мест, где выполняется условие $Q = Q_{b1}$. Из соотношения $Q_{\max} - qa = 0,5 R_{bt}b_0$ определяем $a = (Q_{\max} - 0,5 R_{bt}b_0)/q = (72,4 - 0,5 \cdot 0,115 \cdot 17 \cdot 36,5) / 0,225 = 163$ см.

Расстояние от торцов плиты с учетом площадок опирания $a = 178$ см. В середине плиты можно увеличить шаг поперечных стержней, назначив его в соответствии с требованиями к постановке поперечных стержней $S_w \leq 0,75h_0 = 0,75 \cdot 36,5 = 27$ см, округляем и принимаем шаг поперечных стержней в середине плиты $s_w = 25$ см, поперечные стержни объединяем в каркасы, принимаем диаметр стержней 4 мм, В500.

Варианты заданий

Исходные данные – см. практические работы №1

Таблица 2. РАСЧЕТНЫЕ ПЛОЩАДИ СЕЧЕНИЙ СТЕРЖНЕЙ СВАРНЫХ СЕТОК ПО ГОСТ 8478—66

Марка сетки ¹	Расчетная площадь сечения всех продольных стержней, см ² , при ширине В, мм											Расчетная площадь сечения поперечных стержней, см ² /пог. м
	900	1100	1300	1400	1500	1700	2300	2500	2700	2900	3500	
200/250/3/3	0,43	0,5	—	0,57	0,64	0,71	0,92	0,99	1,07	1,14	—	0,28
150/250/3/3	0,5	0,57	—	0,71	0,78	0,85	1,14	1,28	1,35	1,42	—	0,28
200/250/4/3	0,76	0,88	—	1,01	1,13	1,26	1,64	1,76	1,89	2,02	—	0,28
150/250/4/3	0,88	1,01	—	1,26	1,39	1,51	2,02	2,27	2,39	2,52	—	0,28
200/250/5/4	1,18	1,37	—	1,57	1,76	1,96	2,55	2,74	2,94	3,14	—	0,5
150/250/6/4	1,98	2,26	—	—	3,11	—	4,53	5,09	5,38	5,66	—	0,5
100/250/6/4	2,83	3,4	—	—	4,53	—	6,79	7,36	7,92	8,49	—	0,5
150/250/5/5	4,45	5,09	—	—	7	—	10,18	11,45	12,08	12,72	—	0,78
100/250/9/5	6,36	7,63	—	—	10,18	—	15,26	16,54	17,81	19,08	—	0,78
250/200/3/4	0,36	0,43	0,43	—	—	0,57	0,78	—	—	0,99	1,14	0,63
250/150/3/4	0,36	0,43	0,43	—	—	0,57	0,78	—	—	0,99	1,14	0,84
250/150/4/5	0,63	0,76	0,76	—	—	1,01	1,39	—	—	1,76	2,02	1,31
250/200/4/8	0,63	0,76	0,76	—	—	1,01	1,39	—	—	1,76	2,02	2,52
250/150/5/9	0,98	1,18	1,18	—	—	1,57	2,16	—	—	2,74	3,14	4,24

405

Продолжение прил. II

Марка сетки ¹	Расчетная площадь сечения всех продольных стержней, при ширине В,											Расчетная площадь сечения поперечных стержней, см ² /пог. м
	900	1100	1300	1400	1500	1700	2300	2500	2700	2900	3500	
200/200/3/3	—	0,5	0,57	0,57	0,64	0,71	0,92	0,99	1,07	1,14	1,35	0,36
150/150/3/3	—	0,57	0,71	0,71	0,78	0,85	1,14	1,28	1,35	1,42	1,7	0,47
100/100/3/3	—	0,85	0,99	1,07	1,14	1,28	1,7	1,85	1,99	2,13	2,56	0,71
200/200/5/5	—	1,37	1,57	1,57	1,76	1,96	2,55	2,74	2,94	3,14	3,72	0,98
100/100/5/5	—	2,35	2,74	2,94	3,14	3,53	4,7	5,1	5,49	5,88	7,06	1,96
150/150/7/7	—	3,08	3,85	3,85	4,24	4,62	6,16	6,93	7,32	7,7	9,24	2,57
100/100/7/7	—	4,62	5,39	5,78	6,16	6,93	9,24	10,01	10,78	11,55	13,86	3,85
200/200/8/8	—	—	—	—	—	—	6,54	7,04	—	—	—	2,52
200/200/9/9	—	—	—	—	—	—	8,27	8,9	—	—	—	3,18
150/150/9/9	—	—	—	—	—	—	10,18	11,45	—	—	—	4,24
100/100/8/8	—	—	—	—	—	—	12,07	13,08	—	—	—	5,03
100/100/9/9	—	—	—	—	—	—	15,26	16,54	—	—	—	6,36

¹ Марка сетки обозначает: первая цифра — расстояние по осям между продольными стержнями, вторая — между поперечными стержнями, третья — диаметр продольного стержня, четвертая — диаметр поперечного стержня, например 200/250/3/3.

Конструирование проиллюстрировать чертежами по армированию плиты перекрытия

Расчёт и конструирование центрально – сжатой стальной колонны. Конструирование узлов соединения

Цель: научиться определять напряжённо-деформационное состояние строительных конструкций, испытывающих центральное сжатие, уметь заменять их расчётными схемами, производить расчёт для определения площади поперечного сечения рабочей и распределительной арматуры и для определения несущей способности подобранного сечения строительной конструкции.

Необходимые материалы и оборудование:

индивидуальные задания для самостоятельной работы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции», раздел 5.2;
2. Разобрать и запомнить алгоритм общего решения задач по подбору сечения стержня колонны (**тип 1**) и проверке несущей способности стальной колонны (**тип 2**);
3. Разобрать представленный по этой теме пример.;
4. Согласно алгоритму выполнить самостоятельную работу

Пояснения к работе:

При расчёте центрально-сжатой стальной колонны строительные нормы предписывают выполнение следующих расчетов: по прочности, по потере общей устойчивости, а также при этом необходимо ограничивать гибкость.

Расчет прочности выполняют по формуле

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c, \quad (5.1, a)$$

где σ — нормальное напряжение в сечении колонны; N — расчетная продольная сила; A_n — площадь сечения нетто, т.е. площадь сечения за вычетом площадь ослаблений, например, при наличии отверстий для болтов и др.; R_y — расчетное сопротивление стали по пределу текучести (табл. 2.2, Приложение 3 в Практикуме); γ_c — коэффициент условия работы, устанавливается в соответствии с табл. 2.3.

Несущая способность колонн теряется в результате продольного изгиба. Поэтому размеры сечения стержня принимают из расчета на устойчивость.

Расчет на устойчивость выполняют по формуле

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c, \quad (5.2, a)$$

где A — площадь без учета ослаблений (брутто); φ — коэффициент продольного изгиба (устойчивости).

Коэффициент продольного изгиба определяется в зависимости от условной гибкости:

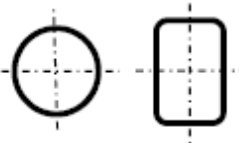
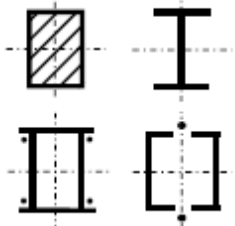

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}},$$

где λ — гибкость элемента; R_y — расчетное сопротивление стали, взятое по пределу текучести; E — модуль упругости стали, $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа.

Продольный изгиб сжатого элемента зависит от формы его поперечного сечения. Раньше это не учитывалось нормами проектирования. Свод правил СП 16.13330.2017. «Стальные конструкции» рекомендует определять коэффициент продольного изгиба в зависимости от формы сечения рассчитываемого элемента, что позволяет точнее учесть его реальную работу (см.табл. 5.3).

Таблица 5.3

Коэффициенты продольного изгиба (устойчивости) при центральном сжатии φ

Условная гибкость $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ ($E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа)	Коэффициенты φ для разных типов поперечных сечений		
			
	Тип кривой устойчивости		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>

0,4	1000	1000	984
0,6	994	986	956
0,8	981	967	929
1,0	968	948	901
1,2	953	927	872
1,4	938	905	842
1,6	920	881	811
1,8	900	855	778
2,0	877	826	744
2,2	851	794	709
2,4	821	760	672
2,6	786	723	635
2,8	747	683	598
3,0	704	643	562
3,2	660	602	527
3,4	616	562	483
3,6	572	524	460
3,8	526	487	430
4,0	475	453	401
4,2	431	422	375
4,4	393	392	351
4,6	359	359	328
4,8	330	330	308
5,0	304	304	289
5,2	281	281	271

Примечания:

1. Значения коэффициентов φ в таблице увеличены в 1000 раз.
2. Для прокатных двутавров высотой сечения свыше 500 мм при расчете на устойчивость в плоскости стенок следует принимать тип сечения *a*.
3. Для прокатных двутавров при расчете на устойчивость в плоскости меньшей жесткости следует принимать тип сечения *c*.

Из приведенных формул можно решать два типа задач: определять размеры сечения колонн (тип 1) или проверять несущую способность (тип 2).

Общий порядок подбора сечения стержня колонны (тип 1)

1. Определяют нагрузку на колонну; в общем случае она определяется по указаниям раздела 3; в простейших учебных задачах нагрузка может быть задана.
2. Устанавливают расчетную схему, см. раздел 4.
3. В зависимости от расчетной схемы находят расчетную длину колонны по формуле:

$$l_{ef} = \mu l, \quad (5.4)$$

где μ — коэффициент расчетной длины (табл. 5.1); l — геометрическая длина колонны.

4. Назначают тип поперечного сечения стержня колонны: труба, прокатный двутавр, составное сечение из прокатных профилей и т.п.

5. Принимают сталь для колонны; выбор стали зависит от конструкции колонны, величины нагрузок, климатического района и условий эксплуатации (отапливаемое или неотапливаемое здание), экономического обоснования и т.д. В целях упрощения расчета и в рамках рассматриваемых примеров будем принимать любую из сталей: С235, С245, С255; С345.

6. Для принятой стали определяют расчетное сопротивление по пределу текучести R_y (табл. 2.2, Приложение 3).

7. Определяют коэффициент условия работы колонны γ_c (табл. 2.3).

8. Определяют требуемую площадь поперечного сечения стержня. Требуемая площадь сечения находится из формулы (5.2):

$$A \geq \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c},$$

где N , R_y и γ_c уже определены.

Поскольку в формуле два неизвестных — A и φ , то одной из величин необходимо задаться, т.е. принять предварительно, а затем выполнить проверочный расчет. Рекомендуется задаваться гибкостью λ , величина которой не должна превышать $\lambda_{\text{пред}}$ (гибкость колонн обычно находится в пределах от 70 до 100); по принятой гибкости устанавливают условную гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

и затем определяют коэффициент φ (табл. 5.3).

9. Определяют требуемый радиус инерции, подставляя в уравнение (5.3) принятую

$$i = \frac{l_{ef}}{\lambda}.$$

гибкость:

10. По найденным площади и радиусу инерции, пользуясь сортаментом прокатных элементов (Приложение 4), принимают сечение стержня колонны и выписывают фактические характеристики принятого сечения (A , i_x , i_y).

Для сварных колонн, выполняемых из стальных листов, сечение колонны следует назначить самостоятельно: высота сечения колонны в виде двутавра принимается обычно в пределах $h = (1/12-1/20)l$; ширина b принимается равной высоте сечения h (см. рис. 5.6, б), толщина поясов t_f принимается в пределах 10–40 мм, а толщина стенки $t_w = 6-18$ мм. Назначенное сечение должно иметь площадь, примерно равную требуемой площади (по п. 8). Наименьший расход металла получается, если на долю поясов приходится около 80% от общей площади поперечного сечения и, соответственно, 20% должно приходиться на стенку: $A_f \approx 0,8A$ — площадь

поясов; $A_w \approx 0,2A$ — площадь стенки. Толщины поясов и стенки при этом можно ориентировочно определить по формулам: $t_f \approx A_f/2b$ — толщина пояса; $t_w \approx A_w/(h - 2t_f)$ — толщина стенки.

Полученное сечение колонны может быть изменено при дальнейших расчетах.

11. Проводят проверку принятого сечения и при необходимости выполняют уточнение его размеров.

Проверку устойчивости производят по формуле (5.2):

$$N \leq \varphi R_y \gamma_c A,$$

где R_y и γ_c остались теми же, что в пп. 6, 7; A — принятая площадь сечения стержня. Сортамент прокатных профилей не позволяет, за редким исключением, подобрать площадь, в точности равную требуемой, поэтому коэффициент продольного изгиба φ определяется заново по наибольшей фактической гибкости подобранного сечения колонны.

Наибольшую гибкость колонны находят по формуле

$$\lambda_{\max} = \frac{l_{ef}}{i_{\min}},$$

где i_{\min} — меньший радиус инерции принятого сечения (i_x, i_y).

По табл. 5.3 в зависимости от условной гибкости λ находят действительный коэффициент продольного изгиба φ .

Неравенство (5.2) можно записать в виде

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c \quad (5.2, a)$$

и ограничивать напряжения; выполнение любого условия — (5.2) или (5.2, a) — означает, что несущая способность колонны обеспечена.

В результате расчета может получиться большой запас прочности, в этом случае можно попытаться уменьшить размеры сечения стержня колонны, но это не всегда удастся, так как следует учитывать требования п. 12. Оптимально, если левая часть того или иного неравенства не превышает 5%.

12. Независимо от выполненного расчета необходимо, чтобы гибкость колонны не превышала предельной $\lambda_{\text{пред}}$. Предельные гибкости сжатых элементов принимаются по табл. 5.4 (для основных колонн они определяются по формуле п. 4 табл. 5.4: $\lambda_{\text{пред}} = 180 - 60\alpha$, где коэффициент $\alpha = N/\varphi A R_y \gamma_c \geq 0,5$).

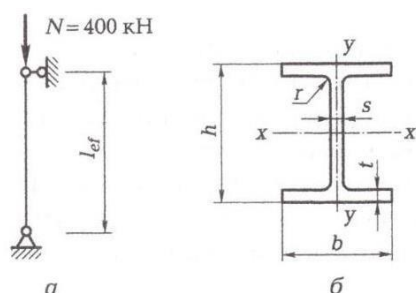
Проверка гибкости выполняется по формуле

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \leq \lambda_{\text{пред}}, \quad (5.3, б)$$

где l_{ef} — расчетная длина колонны; в СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» в отличие от других норм расчетная длина обозначается l_{ef} (эффeктивная длина); i — радиус инерции сечения.

Пример выполнения задания

Пример 1. Подобрать стержень основной стальной колонны общественного здания. Стержень колонны выполнен из прокатного двутавра с параллельными гранями полок. Нагрузка $N=400\text{кН}$. Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 0,95$. Длина колонны $l = 2,8$ м. Расчетная схема колонны и ее сечение показаны на рис.



Решение:

1. Принимаем сталь С245. Определяем расчетное сопротивление стали по пределу текучести (см.табл. П.2.1 Приложение 2), назначая толщину проката от 2 до 20 мм: $R_y = 240$ МПа $= 24$ кН/м².

2. Так как колонна не имеет ослаблений в сечении, расчет прочности не производим. Рассчитываем колонну на общую устойчивость. Коэффициент условия работы определяем по табл. П.2.2 Приложения 2. Для колонны общественного здания $\gamma_c = 0,95$. Задаем коэффициент устойчивости $\varphi = 0,7$. Определяем требуемую площадь сечения:

$$\frac{N * \gamma_n}{\varphi * R_y * \gamma_c} = \frac{400 * 0,95}{0,7 * 24 * 0,95} = 23,8 \text{ см}^2$$

3. По требуемой площади подбираем двутавр. Принимаем по ближайшему большему значению (см.табл. П.2.6 Приложение 2) двутавр 23Б1; характеристики двутавра: $A=32,91$ см²; $i_x=9,54$ см, $i_y=2,47$ см.

4. Проверяем выбранное сечение: определяем наибольшую фактическую гибкость (наибольшая гибкость будет относительно оси у, т.к. радиус инерции относительно оси у меньше радиуса инерции относительно оси х, а расчетные длины колонны относительно этих осей одинаковы).

Находим значение расчетной длины колонны:

$$l_{ef} = \mu * l = 1,0 * 2,8 = 2,8 \text{ м}$$

$$\lambda = l_{ef} / i_y = 280 / 2,47 = 113,4$$

По наибольшей гибкости определяем условную гибкость:

$$\lambda = \lambda \sqrt{\frac{E}{R_y 240}}$$

$$= 113,4 \sqrt{\frac{240}{2,06 * 10^5}} = 3,87 \approx 3,9$$

Фактическое значение коэффициента устойчивости определяем по табл. П.2.3 Приложения 2 с учетом формы сечения стержня, $\varphi = 0,47$ (определено интерполяцией).

Проверяем общую устойчивость:

$$\frac{N * \gamma_n}{\varphi * A} = \frac{400 * 0,95}{0,47 * 32,91} = 24,57 \text{ кН/см}^2 > R \gamma_c = 24 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Общая устойчивость не обеспечена, т.к. полученные напряжения больше расчетного сопротивления стали. Увеличиваем сечение двутавра.

Принимаем двутавр с большими расчетными характеристиками – двутавр 26Б1, характеристики двутавра: $A=35,62 \text{ см}^2$; $i_x=10,63 \text{ см}$, $i_y=2,63 \text{ см}$.

Проверяем новое сечение:

$$\lambda_y = l_{ef} / i_y = 280 / 2,63 = 106,5$$

$$\lambda = \lambda \sqrt{\frac{E}{R_y 240}}$$

$$= 106,5 \sqrt{\frac{240}{2,06 * 10^5}} = 3,64 \approx 3,6$$

$$\varphi = 0,524$$

$$\frac{N * \gamma_n}{\varphi * A} = \frac{400 * 0,95}{0,524 * 35,62} = 20,36 \text{ кН/см}^2 < R \gamma_c = 24 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Общая устойчивость обеспечена.

Проверяем гибкость. Для основных колонн предельная гибкость определяется как

$\lambda_{пред} = 180 - 60\alpha$ (см. табл. П.2.5 Приложение 2), где

$$N * \gamma_n^\alpha = \varphi * A * R \quad \frac{400 * 0,95}{0,524 * 35,62 * 24 * 0,95} = 0,893 > 0,5$$

$$\lambda_{пред} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 * 0,893 = 126,4$$

$$\lambda_y = 106,5 < \lambda_{пред} = 126,4$$

Гибкость в пределах нормы, следовательно, жесткость стержня колонны достаточна.

Принимаем стержень колонны из широкополочного двутавра 26Б1.

Пример 2. Рассчитать базу колонны без опорных ребер жесткости, стержень которой был подобран в примере 1. Нагрузка $N = 400 \text{ кН}$; $\gamma_n = 0,95$. Сталь С245, $\gamma_c = 0,95$. Стержень из двутавра № 26Б1.

Решение:

1. По сортаменту (см. табл. П.2.6 Приложения 2) устанавливаем размеры сечения двутавра: $h=258$ мм, $b=120$ мм, $s=5,8$ мм, $t=8,5$ мм.

2. Принимаем класс прочности бетона фундамента – В15, расчетное сопротивление бетона сжатию $R_b=8,5$ Мпа (см. подразд. 3.1). Принимаем $R_{b,loc}=R_b=8,5$ Мпа = $0,85$ кН/см².

3. Определяем размер площади опорной плиты колонны:

$$A_{пл} = N * \gamma_n / R_{b,loc} = 400 * 0,95 / 0,85 = 447 \text{ см}^2$$

Принимаем плиту квадратной с размерами сторон $a = b = \sqrt{447} = 21,1 \overline{1}$ см, окончательно назначаем размеры опорной плиты с учетом размеров стержня колонны и способа ее крепления к фундаменту: $a = b = 300 \times 300$ мм.

4. Определяем толщину опорной плиты. Для этого находим возникающие в ней изгибающие моменты от реакции фундамента. Пренебрегая точностью расчетов и учитывая, что на фундамент передается относительно небольшая нагрузка, можно определить изгибающий момент в плите, как в консоли, загруженной снизу давлением σ_ϕ

$$\sigma_\phi = N * \gamma_n / (a * b) = 400 * 0,95 / (30 * 30) = 0,42 \text{ кН/см}^2$$

Принимаем длину консоли равной расстоянию от стенки стержня колонны до свободной грани опорной плиты $l_k \approx 15$ см (рис. 2.28)

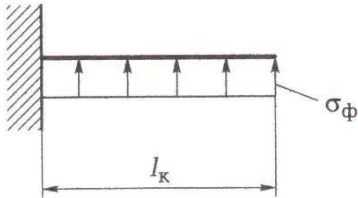


рис. 2.28 Расчетная схема консольной части опорной плиты. Максимальный изгибающий момент в плите $M = \sigma_\phi * l^2 / 2 = 0,43 * 15^2 / 2 = 48,4$ кН * см

Толщину плиты определяем через момент сопротивления полосы плиты шириной 1 см, которая изгибается в направлении своей толщины $W_{пл} = l * t^2 / 6$, подставляя значение момента сопротивления в уравнение $M/W = R_y * \gamma_c$. Получаем (учитывая расчетное сопротивление стали $R_y = 23$ кН/см²)

$$t_{пл} = \sqrt{\frac{6 * M}{R_y * \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 * 48,4}{23 * 0,95}} = 3,65 \text{ см}$$

принимаем толщину плиты $t_{пл} = 40$ мм.

Задания для практической работы

1. Подобрать сечение стержня основной стальной колонны, выполненной из прокатного широкополочного двутавра. Нагрузку, действующую на колонну, N , кН- принять в

соответствии с таблицей вариантов, коэффициент надёжности по ответственности $\gamma_n =$

1. Сталь С345, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$. Длина колонны l , м- в соответствии с таблицей вариантов, расчетные длины l_{ef} , м- в соответствии со схемой закрепления (смотри таблица. Схемы закрепления).

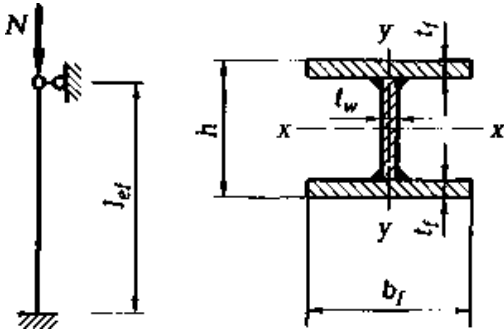


Рис. 3. Расчетная схема колонны

2. Рассчитать базу колонны без траверс (опорных ребер жесткости) по данным п.1 задачи, нагрузка, действующая на базу колонны: N , кН- по данным п.1, $\gamma_n = 0,95$. Сталь С345, $\gamma_c = 1,0$. Бетон фундамента В25, $R_b = 14,5$ МПа.


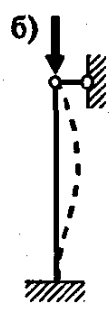


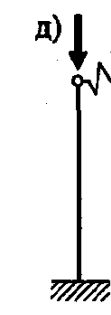
Выполнить чертёж и составить спецификацию металла колонны.

Таблица 2.1. Спецификация металла на колонну К-1

Сталь С245, ГОСТ 27772									
Отправочная марка	Позиция	Кол-во		Сечение	Длина, мм	Масса, кг			Примечание
		Т	Н			Сборочной марки	Общая	Всего	
Колонна К-1	1	1		I № 26Б1	2 740	76,72	76,72	118,0	Торцы фрезеровать
	2	2		-125 × 6	200	1,18	2,36		Фрезеровать
	3	1		-200 × 20	300	9,4	9,4		
	4	1		-300 × 40	300	28,3	28,3		
	1 % наплавляемый металл при сварке. Сварочная проволока Св-08А, электроды Э42А								1,2

Буква Н в Спецификации означает –зеркальное изображение (наоборот)

Схемы изгиба стержней при различных способах закрепления

Схемы закрепления концов стержней		а)	б)	в)	г)	д)
						
Коэффициент μ	Стальные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,7$	$\mu = 0,5$	$\mu = 2,0$	μ – зависит от степени подвижности опоры
	Деревянные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,8$	$\mu = 0,65$	$\mu = 2,2$	

Вопросы для защиты практической работы:

1. Охарактеризуйте составные конструктивные части колонны.
 2. Охарактеризуйте типы сечения колонн.
- Охарактеризуйте причины по которым может быть исчерпана несущая способность колонн.
- Охарактеризуйте общий порядок подбора сечения стержня колонны

Расчёт сварных швов, болтовых соединений стальных конструкций

Цель: освоить методику расчёта болтовых соединений; научиться проектировать болтовые соединения.

Последовательность выполнения:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом учебник «Строительные конструкции» В.И. Сетков, Е.П.Сербин, раздел 8.1;
2. Разобрать представленный по теме пример;
3. Согласно разобранным примерам выполнить практическое задание.

Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия.

Ход работы:

В соединениях, работающих на сдвиг (рис. 8.10), расчет ведут на срез болта и на смятие болтами металла соединяемых элементов.

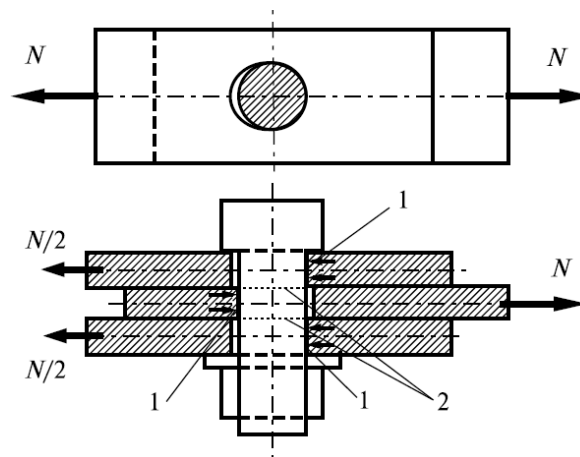


Рис. 8.10. Работа болтового соединения на сдвиг: 1 — смятие листов; 2 — плоскости среза болта

При расчете на растяжение (рис. 8.11) проводят расчет прочности на растяжение болтов, при этом учитывают площадь болта нетто (по диаметру нарезанной части).

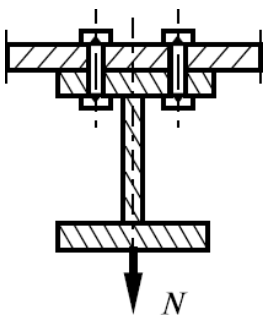


Рис. 8.11. Работа болтового соединения на растяжение

Расчетное усилие N_b , которое может быть воспринято одним болтом, следует определять по формулам при работе:

- на срез — $N_{bs} = R_{bs} \gamma_b A_b n_s$; (8.7)

- на смятие — $N_{bp} = R_{bp} \gamma_b b d_b \Sigma t$; (8.8)

- на растяжение — $N_{bt} = R_{bt} A_{bn}$. (8.9)

где R_{bs} , R_{bp} , R_{bt} — расчетные сопротивления болтовых соединений (см. табл. Г.5 Приложения Г СП 16.13330.2017);

d_b — наружный диаметр стержня болта;

$A_b = \pi d_b^2 / 4$ — расчетная площадь сечения стержня болта;

A_{bn} — площадь сечения болта нетто (см. табл. Г.9 СП 16.13330.2017);

Σt — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

n_s — число расчетных срезов одного болта;

γ_b — коэффициент условий работы соединения, который следует принимать по табл. Таблица 8.3

Коэффициенты условий работы болтовых соединений (табл. 41 СП 16.13330.2017)

Характеристика соединения	Коэффициент условий работы соединения γ_b
1. Многоболтовое в расчетах на срез и смятие при болтах: класса точности А классов точности В высокопрочных с нерегулируемым натяжением	1,0 0,9
2. Одноболтовое и многоболтовое в расчете на смятие при $a = 1,5d$ и $b = 2d$ в элементах конструкций из стали с пределом текучести, МПа: до 285 свыше 285 до 375	0,8 0,75

Обозначения, принятые в таблице:

a — расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия; b

— то же между центрами отверстий; d — диаметр отверстия для болта.

Примечание: Коэффициенты, установленные в поз. 1 и 2, следует учитывать одновременно. Количество n болтов в соединении при действии продольной силы N следует определять по формуле

$$n \geq \frac{N}{\gamma_c N_{b,\min}}, \quad (8.10)$$

где $N_{b,\min}$ — меньшее из значений расчетных усилий для одного болта, взятое из условий прочности на срез или смятие (на растяжение для растянутых болтов).

Пояснения к работе:

В соединениях, выполненных на болтах грубой, нормальной и повышенной точности, сил трения, возникающие при действии сдвигающих сил на соединение, не учитываются.

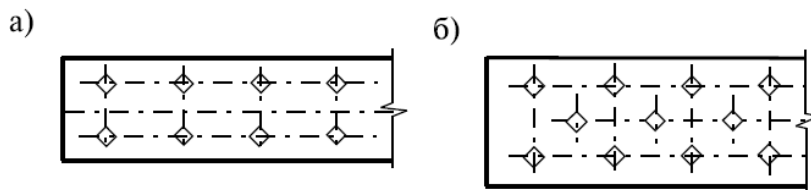


Рис. 8.12. Расстановка болтов: а) рядами; б) в шахматном порядке

Расстояние между центрами болтов в любом направлении:

- минимальное — $2,5d$ (для соединяемых элементов из стали с пределом текучести свыше 375 МПа — $3d$);
- максимальное — $8d$ или $12t$.

Расстояние от центра болта до края элемента:

- минимальное вдоль усилия — $2d$;
- минимальное поперек усилия, при обрезанных кромках листов — $1,5d$, прокатных кромках — $1,2d$;
- максимальное — $4d$ или $8t$.

Пример выполнения задания

Запроектировать болтовой стык листов через накладку (рис. 8.15).

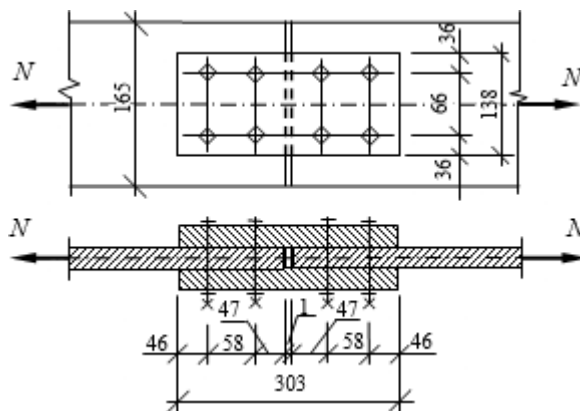


Рис.8.15. Болтовое соединение.

Листы и накладки выполнены из стали С245. Толщина: листов $t^l = 14$ мм, накладок $t^h = 6$ мм. Усилие, приходящееся на соединение $N = 370$ кН, $\gamma_n = 1,0$; $\gamma_c = 1,0$.

Решение.

1. Стык выполняем на болтах нормальной точности (класс точности соединения В). Принимаем болты класса 5.6, диаметром 20 мм, отверстия под болты диаметром 23 мм. Расчетные сопротивления: $R_{bs} = 200$ МПа = $20,0$ кН/см²; $R_{bp} = 450$ МПа = $45,0$ кН/см² (см. табл. 58*, 59* СНИП П-23-81*).

2. Определяем коэффициент γ_b , для многоболтового соединения и класса точности В, $\gamma_b = 0,9$ (табл. 35* СНиП II-23-81*).

3. Площадь сечения болта $A_b = 3,14 \text{ см}^2$ (для определения площади болтов можно воспользоваться табл. 62* СНиП II-23-81*).

4. Наименьшая суммарная толщина сминаемых в одном направлении элементов: толщина листов $\sum t = t^l = 14 \text{ мм}$; толщина накладок $\sum t = 2t^H = 2 \cdot 6 = 12 \text{ мм}$. Принимаем в расчет меньшее значение $\sum t = 12 \text{ мм}$.

4. Количество плоскостей среза болта $n_s = 2$.

5. Находим несущую способность одного болта по формулам (2.4, 2.5):

$$\text{на срез } N_b = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s = 20 \cdot 0,9 \cdot 3,14 \cdot 2 = 113,0 \text{ кН};$$

$$\text{на смятие } N_b = R_{bp} \cdot d_b \cdot t = 45,0 \cdot 0,9 \cdot 2,0 \cdot 1,2 = 97,2 \text{ кН}.$$

6. Определяем количество болтов, необходимых для обеспечения прочности соединения (по каждую сторону от стыка) по формуле (2.7)

$$n \geq \frac{N \gamma_n}{\gamma_c N_{b \min}} = \frac{370 \cdot 1,0}{1,0 \cdot 97,2} = 3,8 \text{ болта, принимаем 4 болта}.$$

7. Устанавливаем минимальные расстояния:

- между центрами отверстий, $a = 2,5d = 2,5 \cdot 23 = 57,5 \text{ мм}$; (d – диаметр отверстия);

- от края элемента до центра отверстия: вдоль усилия $b_1 = 2d = 2 \cdot 23 = 46 \text{ мм}$; поперек усилия (при обрезанных кромках листов) $b_2 = 1,5d = 1,5 \cdot 23 = 34,5 \text{ мм}$.

Требуемая длина накладки с учетом зазора в 1 мм между соединяемыми листами $l_n = 2 \cdot 57,5 + 4 \cdot 46 + 1 = 300 \text{ мм}$, принимаем $l_n = 303 \text{ мм}$.

Ширина накладки из учета расстановки болтов на минимальном расстоянии b_n

$$= 57,5 + 2 \cdot 34,5 = 126,5 \text{ мм}$$

8. Определяем:

- максимальные допустимые расстояния между осями болтов:

$$a = 8d = 8 \cdot 23 = 184 \text{ мм, или } 12t_n = 12 \cdot 6 = 72 \text{ мм};$$

- максимальное расстояние от центра болта до кромки элемента:

$$b = 4d = 4 \cdot 23 = 92 \text{ мм, или } 8t_n = 8 \cdot 6 = 48 \text{ мм, (при проектировании соединения учитывают меньшее значение)}.$$

9. Определяем размеры сечения соединяемых листов. С учетом наличия ослаблений требуемая площадь сечения нетто $A_n = N \gamma_n / (R \gamma_c) = 400 \cdot 1,0 / (24 \cdot 1,0) = 16,7 \text{ см}^2$. Требуемая площадь сечения листов (накладок) брутто

$$A = A_n + A_{\text{ослабл}} = 16,7 + 2 \cdot 2,3 \cdot 1,4 = 23,1 \text{ см}^2 \text{ (учтено, что в сечение попадает два отверстия под болты диаметром 2,3 см)}. \text{ Определяем требуемую ширину соединяемых листов } b_{\text{листа}} = A / t_l = 23,1 / 1,4 = 16,5 \text{ см} \approx 166 \text{ мм}. \text{ Требуемая ширина накладок из их прочности } b_n = A / (2t_n) = 16,5 / (2 \cdot 0,6)$$

= 13,75 см ≈ 138 мм. Ширину накладки принимаем по большему из требуемых размеров (см. п. 7 расчета)

10. Конструируем соединение листов. Принимаем по каждую сторону от стыка по 4 болта класса 5.6 диаметром 20 мм, поставленные в отверстия диаметром 23 мм. Отверстия выполняем продавливанием. Размеры накладок: длина $l_n = 303$ мм, ширина $b_n = 138$ мм.

После усвоения теоретического материала и рассмотрения приведённого примера расчёта студент должен выполнить практическую работу.

Задание на практическое занятие. (необходимые параметры- смотри таблицу задания ниже.)

Проверить прочность болтового соединения стальной полосы толщиной t мм, с уголками $2L$ (рис. 8.17).

Материал элементов -сталь. Нагрузка $-N$, кН, $\gamma_n = 1,0$. Болты класса 5.6, диаметром, d мм, $\gamma_b = 0,75$. Класс точности соединения В. Коэффициент $\gamma_c = 1,0$.

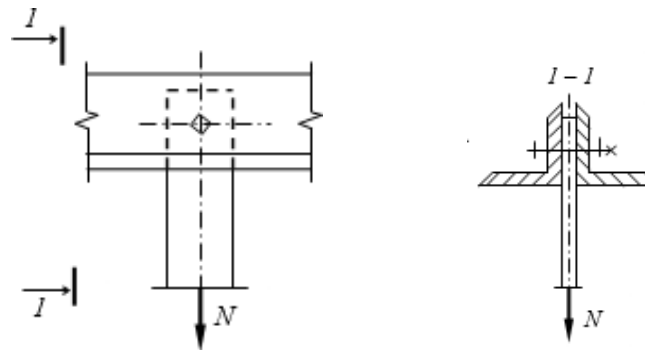


Рис.8.17. Болтовое соединение.

Варианты заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Нагрузка N , кН	285	200	150	375	315	275	300	250	175	78	400	380
Толщина стальной полосы t , мм	10			12			8			16		
Размеры уголков, мм	110×110×8			70x70x6			90x90x7			125x125x9		
Диаметр болта, d мм	24			18			20			10		

Вопросы для защиты практической работы:

1. Как болты различают по точности?
2. Охарактеризовать область применения болтов.
3. Каким должен быть размер отверстия для болтов грубой и нормальной точности?
4. На какие виды усилий рассчитываются болтовые соединения?
5. На основании каких параметров рассчитываются расстояния между центрами болтов в любом направлении?

Расчёт и конструирование элементов стальной стропильной фермы. Конструирование узлов.

Цель: рассчитать и законструировать элементы стальной стропильной фермы. Освоить расчет статически определимых плоских ферм графическим методом, путем построения диаграммы Максвелла-Кремоны. Закрепить и дополнить теоретический материал, изучаемый в ходе аудиторных занятий по указанной теме.

Научиться определять усилия в стержнях фермы графическим методом.

Последовательность выполнения:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом учебник «Строительные конструкции» В.И. Сетков, Е.П.Сербин, раздел 9;
2. Разобрать представленный по теме пример;
3. Согласно разобранным примерам выполнить практическое задание.

Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, миллиметровая бумага формата А3, чертежные принадлежности.

Ход работы:

1. Вычертить в принятом масштабе расчетную схему фермы с указанием действующей на узлы фермы нагрузки.
2. Составить уравнения равновесия относительно опорных шарниров фермы.
3. Определить опорные реакции в ферме.
4. Выполнить проверку определенных опорных реакций.
5. Обозначить на схеме фермы замкнутые поля и расстояния между силами.
6. Выполнить построение диаграммы.
7. Указать на ферме и в таблице направления усилий в стержнях.
8. Составить таблицу усилий, возникающих в стержнях фермы.

Вычерчивают геометрическую схему фермы строго в масштабе. Масштаб определяется размерами чертежа. При выполнении самостоятельной работы рекомендуется принимать масштаб

1:200, 1:100.

После вычерчивания фермы к узлам прикладывают внешние силы;

Обозначают внешние и внутренние поля:

а) внешние поля ограничены внешними силами и поясами фермы. Эти поля разомкнуты, их принято обозначать буквами a, c, d, ..., обходя ферму по часовой стрелке. Первое поле, как правило, ограничено линией действия опорной реакции и первой (крайней) силы - оно представляет собой полуплоскость, расположенную слева от линии действия указанных сил. Если ферма и нагрузки имеют ось симметрии, то симметричные поля правой части фермы

обозначаются теми же буквами, что и на левой половине, но с индексами, например a' , b' , c' , d' , ... Поле, расположенное между опорными реакциями, не имеет себе симметричного (при отсутствии нагрузки по нижнему поясу фермы);

б) внутренние поля ограничены только стержнями фермы, и замкнуты, их обозначают цифрами 1, 2, 3, ..., обходя ферму слева направо. При симметричной схеме фермы поля правой половины можно обозначать теми же цифрами, что и левой, например $1'$, $2'$, $3'$, ...

4. Определяют опорные реакции фермы графическим способом в следующем порядке:

- а) выбирают масштаб сил. Он также зависит от размеров чертежа;
- б) откладывают в принятом масштабе все внешние силы поочередно в том порядке, в каком они встречаются при обходе фермы по часовой стрелке. Теперь каждая сила будет обозначаться двумя полями (буквами), между которыми она расположена. Отложенные последовательно сверху вниз внешние силы разуют силовую линию, длина которой в масштабе сил равна сумме всех внешних сил, действующих на ферму;
- в) определяют опорные реакции фермы. Вследствие симметрии схемы фермы и нагрузки (а также при отсутствии нагрузок нижнему поясу, как в задачах для самостоятельной работы) опорные реакции равны между собой, причем каждая из них составляет половину длины силовой линии и направлена вверх (в сторону, противоположную действию нагрузки). Опорные реакции, как и внешние силы, обозначаются полями, между которыми они лежат. На силовую линию наносят точку, которая обозначает поле, расположенное между опорными реакциями. Она находится в середине силовой линии. Нижняя половина силовой линии является правой опорной реакцией, а верхняя - левой.

5. Строят собственно диаграмму усилий:

- а) обозначают стержни. При этом нужно твердо уяснить, что и графическом способе расчета каждый стержень обозначается двумя полями, между которыми он лежит. Наименование стержня зависит также от рассматриваемого узла: стержень обозначается двумя полями, которые читаются в том порядке, в каком встречаются при обходе рассматриваемого узла по часовой стрелке. Обозначение стержней может быть цифровым 1-2, 2-3 и т.д.
- б) мысленно вырезают узлы. Первым вырезают узел, в котором сходятся два стержня, - с него начинается расчет. Стержни этого узла расположены между тремя полями: двумя буквенными и одним цифровым. На силовой линии уже есть точки, соответствующие буквенным полям. Через эти точки проводят линии, параллельные стержням рассматриваемого узла. Пересечение этих линий обозначают цифрой, соответствующей цифре поля, примыкающего к рассматриваемому узлу.
- в) вырезают узел, в котором сходятся три стержня, причем усилия в двух из них неизвестны, а в третьем оно найдено при рассмотрении первого узла. На диаграмме усилий находят две точки, соответствующие двум полям, прилегающим к рассматриваемому узлу. Через эти точки проводят

линии, параллельные стержням, усилия в которых неизвестны. Точку пересечения означают номером поля, которое лежит между двумя стержнями, усилия в которых отыскиваются.

г) каждым следующим рассматриваемым узлом будет тот, в котором сходятся два стержня неизвестными усилиями, а усилия в остальных стержнях уже определены.

д) определение усилий заканчивается составлением таблицы с обозначением стержней и указанием величины и знака усилий.

Пояснения к работе:

- Знак усилия определяется следующим образом. Сначала _ на схеме фермы читают название стержня, обходя узел по часовой стрелке, затем на диаграмме перемещаются по усилию от одной точки к другой в том порядке, как читается стержень, и, наконец, это движение переносят на стержень фермы. Если движение при этом направлено по стержню от узла, то стержень считается растянутым, а если к узлу сжатым. На диаграмме сжатый стержень показывается жирной или красной), а растянутый - тонкой (или синей) линией;
- Для симметричной фермы диаграмму усилий можно строить для одной (левой) половины, усилия в стержнях правой половины равны усилиям в симметричных стержнях левой половины;
- Длины линий на диаграмме, измеренные в масштабе сил, равны величине усилий в этих стержнях.

Пример выполнения:

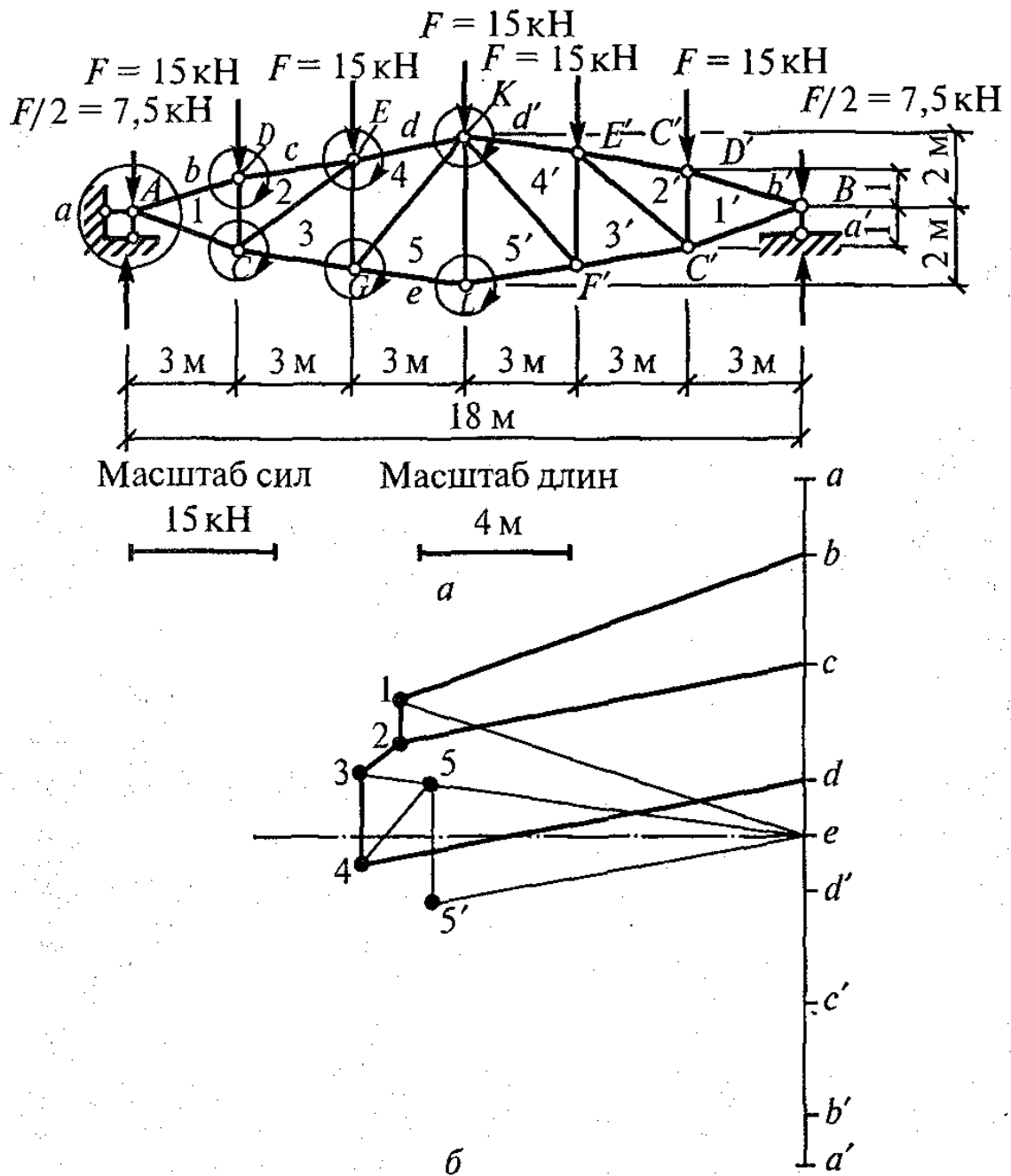


Рис.1

Определить усилия в стержнях фермы, показанной на рис. 1, а, путем построения диаграммы Максвелла-Кремоны.

Решение.

1. **Вычерчиваем геометрическую схему фермы** в масштабе, например 1:400 (в 1 см - 4 м). Рис. 1, а выполнен в указанном масштабе
2. **Обозначаем поля:**
 внешние: а, Б, с, d, d', с', Б', а';
 внутренние: 1, 2, 3, 4, 5, 5', 4', 3', 2', 1'.

3. Определяем опорные реакции фермы:

а) выбираем масштаб сил: в 1 см - 15 кН;

б) строим силовую линию $a-b-c-d-d'-c'-B'-a'$ из внешних сил (рис. 1, б);

в) определяем опорные реакции, показав их предварительно схеме фермы. Разделим силовую линию пополам. Середина находится между точками d и d' и совпадает с точкой e , которой обозначено поле, расположенное между опорными реакциями. Отрезок $a'-e$, измеренный в масштабе сил, представляет собой правую опорную реакцию. На схеме фермы правая опорная реакция лежит между полями a' и e и обозначается $a'-e$. Отрезок силовой линии $e-a$ представляет собой левую опорную реакцию. Длины отрезков $a'-e$ и $e-a$ равны 3 см, поэтому каждая опорная реакция равна $3 \cdot 15 = 45$ кН.

4. Строим диаграмму усилий:

а) **мысленно вырезаем узел А**, в котором сходятся два стержня, которые назовем $B-1$ и $1-e$. На силовой линии уже есть точки B

Проведем через точку B линию, параллельную стержню $B-1$, а через точку e - линию, параллельную стержню $1-e$. Точку их пересечения обозначим цифрой 1. Длина линии $B-1$ равна 3,8 см. В принятом масштабе 1 см = 15 кН, получим усилие в стержне $B-1$, равное $3,8 \cdot 15 = 57$ кН. Длина линии $1-e$ также равна 3,8 см, т. е. усилие $1-e$ тоже равно 57 кН.

Определим знак усилия $B-1$: на схеме фермы (см. рис. 1, а) стержень верхнего пояса читается $B-1$; на диаграмме усилий рис. 1, б) движение от точки B к точке 1 направлено справа налево. Перенесем это направление движения (справа налево) стержень $B-1$ (см. рис. 1, а) - оно направлено к узлу, т. е. стержень сжат. Усилие $B-1$ обозначено жирной линией. Определим знак усилия $1-e$: на схеме фермы стержень читается $1-e$; на диаграмме усилий движение от точки 1 к точке e направлено слева направо. Перенесем это направление движения на стержень фермы - оно направлено от узла, т. е. стержень растянут. Усилие $1-e$ на диаграмме обозначено тонкой линией;

б) **вырезаем узел D**. В нем сходятся три стержня: $1-B$, $C-2$ и $2-1$. Усилие в стержне $1-B$ найдено из рассмотрения узла А, а усилия в стержнях $C-2$ и $2-1$ неизвестны. На диаграмме усилий уже есть точки C и 1. Проведем через точку C линию, параллельную стержню $C-2$, а через точку 1 - линию, параллельную стержню $2-1$, до взаимного пересечения. Точку пересечения линий обозначим цифрой 2 (номером поля, которое лежит между стержнями, усилия в которых отыскиваются). Отрезок $C-2$ равен 3,65 см, следовательно, усилие в нем равно $3,65 \cdot 15 = 54,8$ кН. Отрезок $2-1$ равен 0,4 см, усилие в нем равно $0,4 \cdot 15 = 6$ кН. Определим знак усилия в стержне $C-2$: на схеме фермы стержень читается $C-2$; на диаграмме усилий движение от точки C к точке 2 направлено справа налево; перенесем это направление движения на стержень $C-2$ - оно направлено к узлу D, т. е. стержень сжат (на диаграмме усилия показано жирной линией). Определим знак усилия $2-1$: на схеме фермы стержень

читается 2-1; на диаграмме усилий движение от точки 2 к точке 1 направлено снизу вверх. Перенесем это движение на стержень 1 -2 оно направлено к узлу D, т. е. стержень сжат (на диаграмме усилие показано жирной линией);

Остальные усилия определяем аналогично.

Заполняем таблицу усилий

Расчетные усилия в стержнях фермы, кН

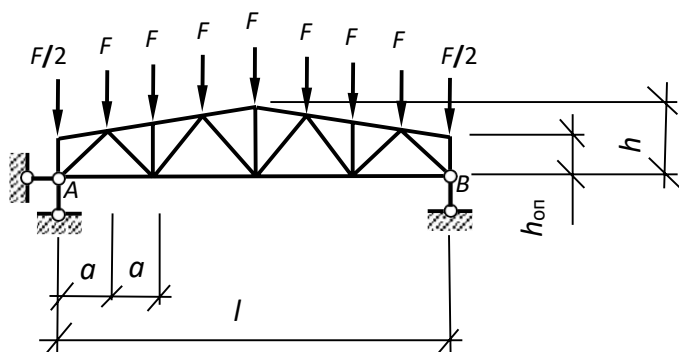
элемент	№ стержней	Величины усилий, кН	Знак усилия		Расчетные (наибольшие) усилия, кН	
			растяжение	сжатие		
Верхний пояс	b-1	57,0		-	-59,25	
	c-2	54,8		-		
	d-4	59,25		-		
Нижний пояс	1-e	57	+		+59,25	
	3-e	59,25	+			
	5-e	50,25	+			
Решетка	1-2	6,0		-	Сжатые стержни	растянутые стержни
	2-3	6,75		-	-11,0	+16,02
	3-4	11,0		-		
	4-5	13,5	+			
	5-5'	16,02	+			

Задания для практического занятия

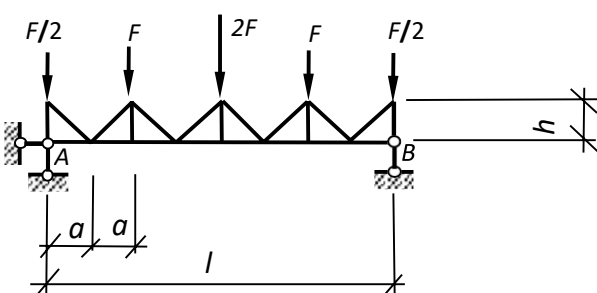
Определить усилия в стержнях фермы, показанной на схеме в соответствии с заданием,, путем построения диаграммы Максвелла- Крeмоны.

Рисунок 2. Схемы стропильных ферм

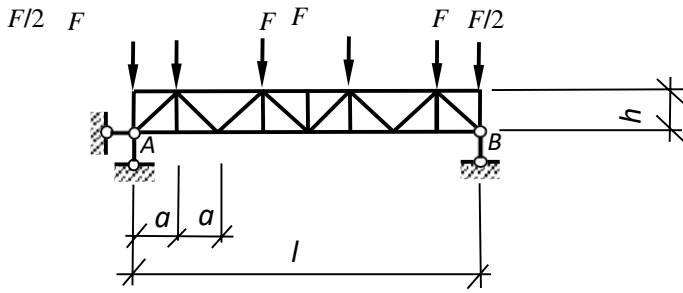
1.



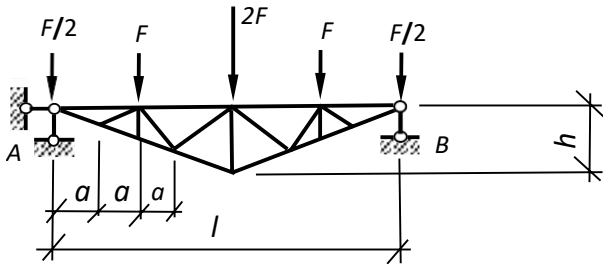
2.



3.



4.



5.

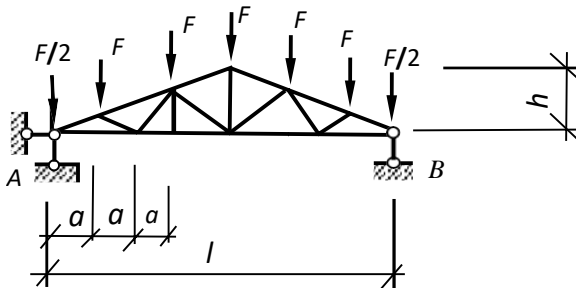


Таблица к схемам стропильных ферм

Вариант	Схема	$F, \text{кН}$	$h_{\text{оп}}, \text{м}$	$h, \text{м}$	$a, \text{м}$	$l, \text{м}$	Узел для СР№6
1	1	60	2,0	2,3	1,5	12	коньковый
2	2	80	-	2,5	3,0	24	опорный
3	3	50		2,5	3,0	24	Промежуточный нижнего пояса
4	4	40	-	3,0	2,0	16	Промежуточный верхнего пояса
5	5	45	-	4,5	1,5	12	коньковый
6	1	60	1,8	3,5	3,0	24	опорный
7	2	70	-	3,0	2,0	16	Промежуточный нижнего пояса
8	3	80	-	4,0	3,0	24	Промежуточный верхнего пояса
9	4	40		4,5	3,0	24	коньковый

10	5	60		3,5	2,0	16	опорный
11	1	50	1,5	2,5	3,0	24	Промежуточный нижнего пояса
12	2	45	-	4,5	1,5	12	Промежуточный верхнего пояса
13	3	60		2,8	1,5	12	опорный
14	4	45	-	4,5	1,5	12	коньковый
15	5	40	-	3,0	2,0	16	Промежуточный нижнего пояса
16	1	70	1,8	3,0	2,0	16	Промежуточный верхнего пояса
17	2	80	-	3,5	3,0	24	коньковый
18	3	60	-	3,8	2,5	20	опорный
19	4	50		4,0	2,0	16	Промежуточный нижнего пояса
20	5	70		3,5	3,0	24	Промежуточный верхнего пояса
21	1	100	2,0	2,5	1,5	12	коньковый
22	2	75		2,2	2,5	20	опорный
23	3	65		1,8	3,0	24	Промежуточный нижнего пояса
24	4	85		2,8	2,5	20	опорный
25	5	55		2,5	2,0	16	Промежуточный верхнего пояса
26	1	90	1,2	3,0	1,5	12	коньковый

Расчёт осадки оснований

Цель: закрепить знание методики расчёта осадки основания, т.е. грунта, находящегося непосредственно под фундаментом, и определить осадку фундамента методом послойного суммирования.

Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, учебная литература.

Последовательность выполнения:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом;
2. Изучить алгоритм расчёта осадки основания;
3. Согласно алгоритму выполнить практическое задание,

Ход работы:

Осадки обычно определяют методом послойного суммирования:

- 1) Толщу грунта под подошвой фундамента разбивают на слои высотой h_i , обычно принимаемые $0,2b$ или $0,4b$ ($b = b_f$ – ширина подошвы фундамента).
- 2) Находят отношения сторон фундамента $\eta = l/b$ и коэффициенты $\xi = 2z/b$ (где $z = h_i; 2h_i; 3h_i$ и т.д.), затем по табл. 1 Приложения 2 СНиП 2.02.01 – 83* определяют значения коэффициента α для соответствующих значений ξ .

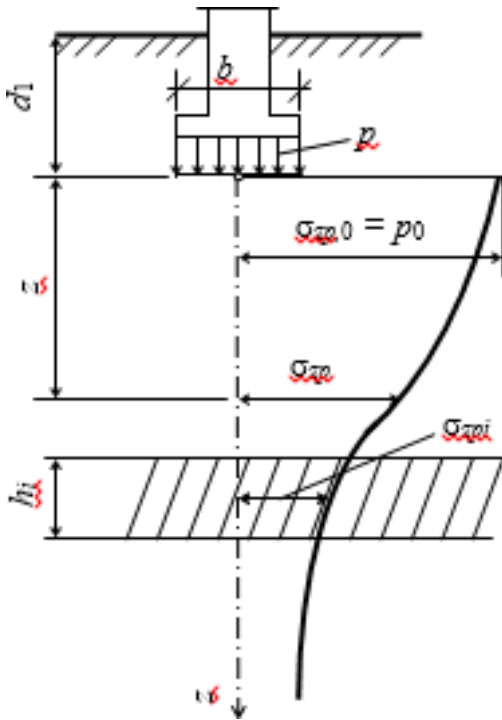


Рис.9.1. Схема распределения вертикальных напряжений в грунте:

d_1 – глубина заложения фундамента; b – ширина подошвы фундамента;

h_i – толщина i -го слоя грунта; p – среднее давление (напряжение) под подошвой фундамента; σ_{zp0} – дополнительное напряжение на уровне подошвы; σ_{zp} – дополнительное вертикальное напряжение на глубине Z ; $\sigma_{zp,i}$ – среднее значение дополнительных вертикальных напряжений в каждом элементарном слое грунта

3) Определяют дополнительное вертикальное давление на основание

$p_0 = p - \sigma_{zg,0}$, где p – давление под подошвой фундамента; $\sigma_{zg,0}$ – вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента

($\sigma_{zg,0} = \gamma_1 d_1$, где d_1 – глубина заложения фундамента; γ_1 – удельный вес грунта).

4) Находят дополнительные вертикальные напряжения на различных глубинах $\sigma_{zp} = \alpha p_0$ и определяют средние значения дополнительных вертикальных напряжений в каждом элементарном слое грунта - σ_{zpi} (рис. 9.1).

5) Определяют осадку фундамента, как сумму элементарных осадок возникающих в каждом слое, по формуле

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} h_i}{E_i},$$

где β – коэффициент, равный 0,8;

σ_{zpi} – среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i -ом слое грунта;

h_i и E_i – соответственно толщина и модуль деформации i -го слоя грунта;

n – число слоев на которое разбита сжимаемая толща основания.

Нижняя граница сжимаемой толщи основания назначается на глубине, где выполняется условие $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$ (здесь σ_{zp} – дополнительное вертикальное напряжение на глубине $z = H_c$ по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента; σ_{zg} – вертикальное напряжение от собственного веса грунта на этой же глубине).

Практическое задание заключается в решении задачи в соответствии с вариантом.

Пояснения к работе:

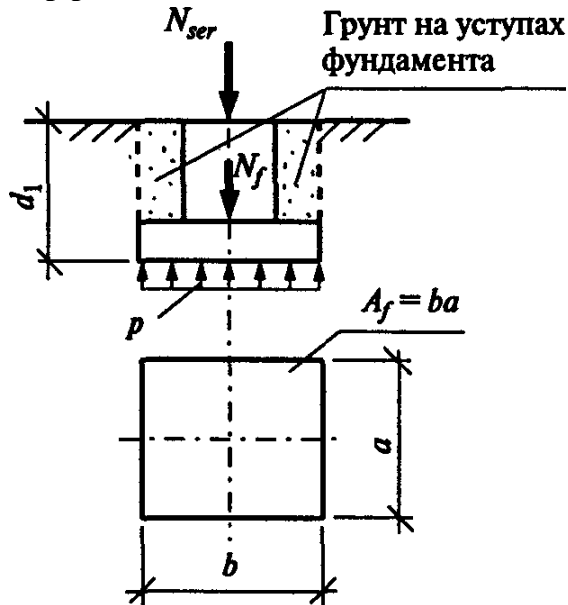
Осадка основания (фундамента) s , ограничивается значениями максимальных осадок оснований (Приложение 4 СНиП 2.02.01 – 83*).

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЯ

Сооружения	Пределные деформации основания		
	относительная разность осадок $(\Delta s / L)_u$	крен	Средняя (в скобках максимальная $\varepsilon_{max,u}$) осадка, см
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом:	железобетонным	0,002	- (8)
	стальным	0,004	- (12)

2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	0,006	-	(15)
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:			
крупных панелей	0,0016	0,005	10
крупных блоков или кирпичной кладки без армирования	0,0020	0,005	10
то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов	0,0024	0,005	15
4. Сооружения элеваторов из железобетонных конструкций:			
рабочее здание и силосный корпус монолитной конструкции на одной фундаментной плите	-	0,003	40
то же, сборной конструкции	-	0,003	30
отдельно стоящий силосный корпус монолитной конструкции	-	0,004	40
то же, сборной конструкции	-	0,004	30
отдельно стоящее рабочее здание	-	0,004	25
5. Дымовые трубы высотой H, м:			
100	-	0,005	40
$100 < H \leq 150$	-	$1/(2 \quad)$	30
$200 < H \leq 250$	-	$1/(2 \quad)$	20
300	-	$1/(2 \quad)$	10
6. Жесткие сооружения высотой до 100 м, кроме указанных в поз.4 и 5	-	0,004	20
Примечания: 1. Предельные значения относительного прогиба (выгиба) зданий, указанных в поз.3 настоящего приложения, принимаются равными $0,5(\Delta s / L)_{\text{д}}$.			
2. При определении относительной разности осадок $(\Delta s / L)$ в поз.8 настоящего приложения за L принимается расстояние между осями блоков фундаментов в направлении горизонтальных нагрузок, а в опорах с оттяжками - расстояние между осями сжатого фундамента и анкера.			
3. Если основание сложено горизонтальными (с уклоном не более 0,1), выдержанными по толщине слоями грунтов, предельные значения максимальных и средних осадок допускается увеличивать на 20%.			

Пример расчета.



Фундамент под сборную железобетонную колонну. Нагрузка на фундамент с учетом коэффициента надежности по ответственности $N = 535,52$ кН. Отношение длины здания к высоте $L/H = 2,4$. Глубина заложения фундамента $d_f = 1,35$ м. Площадь фундамента $A_f = 1,69$ м². Основанием фундаменту служит мощный слой глины, идущий от поверхности планировки; характеристики глины: $e = 0,85$; $I_L = 0,5$; $\gamma = \gamma_{II} = \gamma_{II}' = 18,23$ кН/м³. Определить осадку фундамента методом послойного суммирования. Модуль деформации глины $E = 15$ МПа.

Решение:

В случае, если задан район строительства, глубина заложения фундамента определяется в следующем порядке:

1. Определяем расчетную глубину сезонного промерзания d_f по формуле $d_f = kh \cdot d_{fn}$,
 d_{fn} -нормативная глубина промерзания, kh - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания (см. п.2.28 СНиП 2.02.01-83*);
2. Глубину заложения фундамента $d_f > d_f$, принимаем с округлением с учетом модуля $M100 = 100$ мм.
3. Определяем нормативную нагрузку с учетом веса фундамента и грунта на его уступах (см. рис. 12.3 и формулу 12.2):

N_{ser} -сервисная нагрузка принимается равной нормативному значению нагрузки $N_{ser} = N_n = 446,27$ кН, допускается значение сервисной нагрузки определять как $N_{ser} = N/1,2$

$$\Sigma N_n = N_{ser} + \gamma_m d_f = 446,27 + 20 \cdot 1,35 = 473,27 \text{ кН.}$$

2. Находим среднее давление под подошвой фундамента:

$$p = \Sigma N_n / A_f = 473,27 / 1,69 = 280,04 \text{ кПа.}$$

3. Определяем дополнительное вертикальное давление на основание $p_0 = p - \sigma_{zg,0}$, где $\sigma_{zg,0}$ - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg,0} = \gamma d_1 = 18,23 \cdot 1,35 = 24,61 \text{ кПа};$$

$$p_0 = 280,04 - 24,61 = 255,43 \text{ кПа}.$$

4. Разбиваем сжимаемую толщину грунта на элементарные слои. Ширина подошвы фундамента $B = 1,3$ м, принимаем толщину элементарных слоев $h = 0,4B = 0,4 \cdot 1,3 = 0,52$ м.

5. Определяем ординаты эпюры дополнительных напряжений на границах элементарных слоев $\sigma_{zp} = a p_0$, где коэффициент a определяется по табл. 1 Приложения 2 СНиП 2.02.01-83* в зависимости от отношения сторон фундамента η и коэффициента $\xi = 2h/b$ (соответственно на глубинах от подошвы фундамента: $z = 0$; $z = h = 0,52$ м; $z = 2h = 2 \cdot 0,52 = 1,04$ м; $z = 3h = 3 \cdot 0,52 = 1,56$ м; $z = 4h = 4 \cdot 0,52 = 2,08$ м; $z = 5h = 5 \cdot 0,52 = 2,6$ м; $z = 6h = 6 \cdot 0,52 = 3,12$ м; $z = 3,38$ м).

6. Определяем ординаты эпюры напряжений от собственного веса грунта $\sigma_{zg} = \gamma z + \sigma_{zg,0}$, для удобства данные вычислений заносим в таблицу, при этом граница сжимаемой толщи принимается на глубине, где выполняется условие $\sigma_{zg} = 0,2 \sigma_{zg}$ (с учетом этого условия высота последнего элементарного слоя принята $0,2B = 0,26$ м).

z_j	$\xi = 2z/b$	α	$\sigma_{zp}, (\text{кПа})$	$\sigma_{zg}, (\text{кПа})$	$0,2 \sigma_{zg} (\text{кПа})$	$E (\text{кПа})$
0	0	1,000	255,43	24,61	Расчет не проводится	15000
0,52	0,8	0,800	204,34	34,09		15000
1,04	1,6	0,449	114,69	43,57		15000
1,56	2,4	0,257	65,65	53,05		15000
2,08	3,2	0,160	40,87	62,53		15000
2,6	4,0	0,108	27,59	72,01		15000
3,12	4,8	0,077	19,67	81,49		15000
3,38	5,2	0,067	17,24	86,23		15000
					16,3 17,24	

7. Определяем осадку фундамента по уравнению (11.18)

$$s = \beta \sum \frac{\sigma_{zp} \cdot h_i}{E_i} = \left\{ \frac{(255,43 + 204,34)}{2} \cdot 0,52 + \frac{(204,34 + 114,69)}{2} \cdot 0,52 + \frac{(114,69 + 65,65)}{2} \cdot 0,52 + \frac{(65,65 + 40,87)}{2} \cdot 0,52 + \frac{(40,87 + 27,59)}{2} \cdot 0,52 + \frac{(27,59 + 19,67)}{2} \cdot 0,52 + \frac{19,67 + 14,81}{2} \cdot 0,26 \right\} \cdot 0,8 / 15000 = 0,0166 \text{ м} = 1,66 \text{ см}.$$

Вывод. Осадка фундамента $s = 1,66 \text{ см} < s_u = 10 \text{ см}$ (предельная осадка фундамента s_u определяется по Приложению 4 СНиП 2.02.01-83*).

Задание на практическое занятие.

Определить осадку фундамента методом послойного суммирования и сравнить с предельным значением, сделать вывод. Тип здания или сооружения- согласно задания. На фундамент действует продольная сила, её расчётное значение с учетом коэффициента надежности по ответственности N , кН. Размеры подошвы фундамента: $a \times b$, м; удельный вес грунта $\gamma = \gamma_{II} = \gamma_{II}^1$; тип грунта, город строительства; глубина сезонного промерзания грунта d_{fn} , м, модуль деформации E , МПа- указаны в задании.

Варианты заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Тип здания или сооружения	Гражданское многоэтажное, крупнопанельное		Гражданское многоэтажное, кирпичное армированной кладкой		Дымовая труба высотой 100 м		Производственное многоэтажное с ж/бетонным каркасом		Производственное одноэтажное со стальным каркасом		Производственное одноэтажное с ж/бетонным каркасом	
Расчётное значение продольной силы N , кН	230	400	370	290	520	1000	700	180	200	300	670	350
Размеры подошвы фундамента: $a \times b$, м	1,2х 1,0	1,2х 1,8	1,0х 0,8	1,2х 1,5	2,0х 1,5	1,8х 1,8	1,8 х1, 0	1,2х 1,2	1,2х 1,8	1,8х 1,8	1,5х 1,5	1,2х 1,0
Грунт (E , МПа)	Пески крупные, 30 МПа	Пески гравелистые, 50 МПа	Пески пылеватые, 18 МПа	Супесь, 24 МПа	Супесь, 10 МПа	Суглинки, 34 МПа	Суглинки, 22 МПа	Суглинки, 11 МПа	Глины, 21 МПа	Глины, 28 МПа	Суглинки, 35 МПа	Супесь, 7 МПа
удельный вес грунта $\gamma = \gamma_{II} = \gamma_{II}^1$, кН/м ³	17,5	19	16	20	16	18	18	16	17	21	21	12

Глубина сезонного промерзания грунта d_{fn} , м	1,35	1,65	1,90	1,8	1,25	2,00
Город строительства	Тверь	Казань	Пермь	Уфа	Воронеж	Курган

1 МПа= 1000 кН/м² (1000 кПа)

Вопросы для защиты практической работы:

1. Что такое основание?
2. Охарактеризовать влияние конструктивных особенностей здания на глубину заложения фундаментов.
3. Какие деформации основания происходят под действием нагрузки от фундаментов?
4. Перечислить и охарактеризовать физические характеристики грунтов?
5. Чем ограничивается расчетная величина осадки фундамента s ?

Расчет и конструирование столбчатого фундамента

Цель: научиться применять методики: расчёта прочности нормальных сечений фундаментов, расчёта фундаментов на продавливание и определение рабочей арматуры фундамента.

.Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия.

Ход работы:

На практическом занятии используется учебник «Строительные конструкции» В.И. Сетков, Е.П.Сербин.

1. Ознакомиться с теоретическим материалом: учебник «Строительные конструкции» В.И. Сетков, Е.П. Сербин, раздел 12;
2. Разобрать представленный по теме пример ;
3. Выполнить практическое задание

Пояснения к работе:

Фундаменты изготавливают из тяжелых бетонов классов В15 – В25. Армирование подошвы отдельно стоящих фундаментов и фундаментных подушек ленточных фундаментов выполняют арматурными сетками. Рабочую арматуру сеток принимают классов А500, А400, распределительную В500. Расстояние между осями рабочих стержней $s = 100–200$ мм, диаметр рабочих стержней арматуры назначают не менее 10 мм. Фундаментные блоки ленточных

фундаментов не армируются.

Расчет прочности тела фундамента ведется по 1-й группе предельных состояний на действие расчетной нагрузки N . Под подошвой фундамента возникает отпор грунта (его реакция $p = N/A_f$, кН/м²), под действием которого фундамента изгибается. В результате, фундамента работает как изгибаемый элемент.

Расчет прочности нормальных сечений фундамента

Рассчитывают сечения фундамента, проходящие по краям колонны и в местах изменения высоты фундамента, ленточные фундамента по краям фундамента блоков.

Часть фундамента (отделенную сечением) рассматривают как консоль, равномерно загруженную снизу реакцией грунта - p .

Требуемую площадь арматуры определяют по формуле

$$A_s \geq \frac{M}{\eta h R_s},$$

где коэффициент η принимается равным 0,9

$$A_s \geq \frac{M}{0,9 h R_s}.$$

Расчет отдельно стоящих фундаментов на продавливание

Разрушение отдельно стоящего фундамента может происходить от продавливания его колонной.

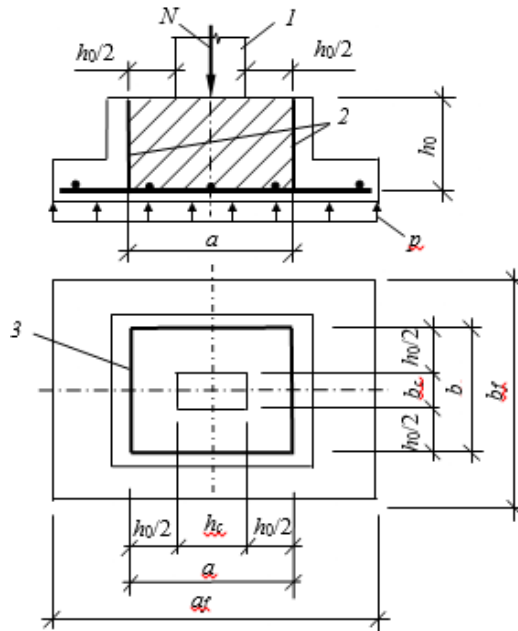


Рис.10.1. Расчётная схема продавливания фундамента колонной:

1 – колонна; 2 – расчётные поперечные сечения; 3 – контур расчётных поперечных сечений в плане

При расчете на продавливание рассматривают расчетное поперечное сечение расположенное вокруг зоны передачи нагрузки (вокруг граней колонны) на расстоянии $h_0/2$, нормально к его продольной оси (рис. 10.1).

В фундаментах должно выполняться условие прочности на продавливание

$$F \leq F_{b,ult}, \tag{6.9}$$

где F – сосредоточенная продавливающая сила от внешней нагрузки,

$$F = N - p(A_f - ab),$$

где p – давление под подошвой фундамента, $p = N/A_f$;

A_f – площадь подошвы фундамента;

a, b – размеры основания контура расчетных поперечных сечений;

$$F_{b,ult} = R_{bt} A_b, \tag{6.10}$$

где R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению;

A_b – площадь боковых поверхностей расчетного поперечного сечения;

$$A_b = uh_0, \tag{6.11}$$

где u – периметр контура расчетных поперечных сечений: $u = 2a + 2b$; h_0

– рабочая высота сечения.

Расчет прочности фундаментов на действие поперечной силы

Фундаменты не имеют поперечной арматуры, следовательно, прочность нижней ступени фундамента на действие поперечной силы Q следует проверять из условия

$$Q_1 \leq Q_{b1} + Q_{sw,1},$$

принимая $Q_{b1} = 0,5R_{br}bh_0$, значение $Q_{sw1} = 0$. При этом проверяются сечения, проходящие по началу нижней ступени фундамента (в ленточных фундаментах сечения, проходящие по граням фундаментных блоков).

Пример расчета.

Рассчитать прочность фундамента по материалу. На фундамент действует продольная сила, ее расчетное значение $N = 630$ кН. В фундаменте заделана сборная железобетонная колонна сечением $h_c \times b_c = 300 \times 300$ мм. Глубина стакана 650 мм (рис 10.2).

Решение.

1. Определяем давление под подошвой фундамента

$$p = N\gamma_n/A_f = 630 \cdot 0,95/1,69 = 354,1 \text{ кПа.}$$

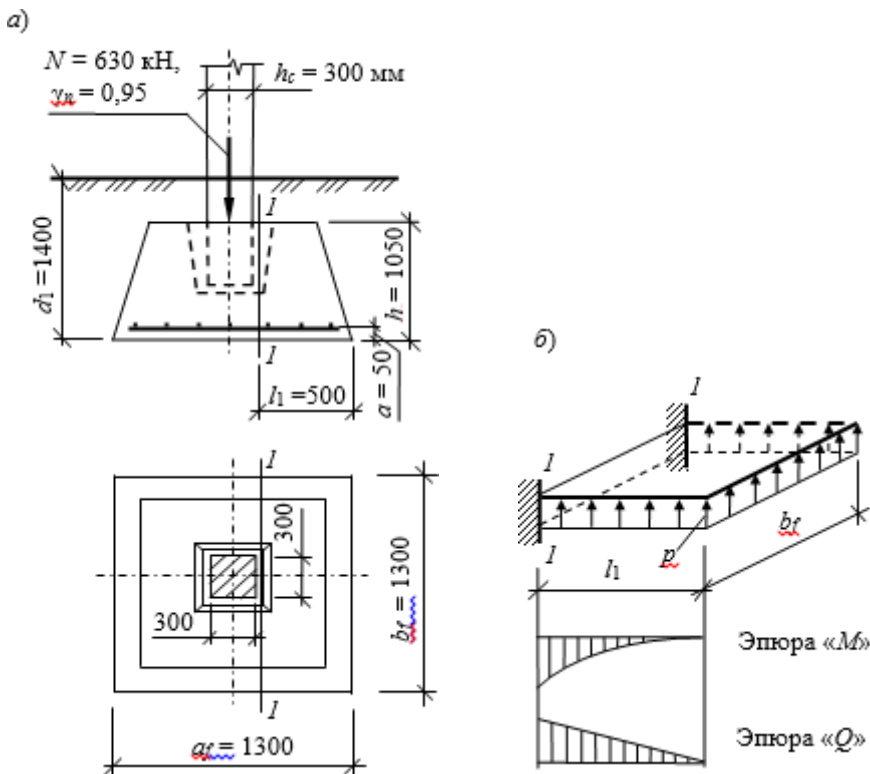


Рис. 10.2 Фундамент под колонну.

а – конструкция фундамента; б – расчётная схема и эпюры моментов и поперечных сил

2. Назначаем расчетное сечение по грани колонны. Рассматриваем отсеченную часть фундамента как консоль, длиной $l_1 = (a_f - h_c)/2$, шириной b_f , нагруженную снизу реакцией грунта. Определяем изгибающий момент и поперечную силу со всей ширины фундамента (рис. 10.2, б):

$$l_1 = (a_f - h_c)/2 = (1,3 - 0,3)/2 = 0,5 \text{ м;}$$

$$M = pl_1^2 b_f / 2 = 354,1 \cdot 0,5^2 \cdot 1,3 / 2 = 57,54 \text{ кН м} = 5754 \text{ кН см;}$$

$$Q = pl_1 b_f = 354,1 \cdot 0,5 \cdot 1,3 = 230,2 \text{ кН.}$$

3. Принимаем материалы фундамента: бетон класса В15, арматура класса А400. Определяем расчетные сопротивления (табл. 3.2, 3.3 Приложение 3)

$$R_b = 8,5 \text{ МПа} = 0,85 \text{ кН/см}^2; \quad R_{bt} = 0,75 \text{ МПа} = 0,075 \text{ кН/см}^2;$$

$$R_s = 355 \text{ МПа} = 33,5 \text{ кН/см}^2.$$

4. Для арматуры фундаментов требуется повышенное значение защитного слоя бетона (табл. 3.4 Приложение 3), назначаем расстояние от низа фундамента до центра тяжести арматуры $a = 50 \text{ мм}$.

Рабочая высота сечения

$$h_0 = h - a = 105 - 5 = 100 \text{ см}.$$

5. Определяем требуемую площадь сечения продольной рабочей арматуры пересекающей расчетное сечение по формуле

$$A_s \square \frac{M}{0,9h_0R_s} \square \frac{5754}{0,9 \square 100 \square 35,5} \square 1,8 \text{ см}^2.$$

Диаметры рабочей арматуры назначаются не менее 10 мм, с шагом $s \leq 200 \text{ мм}$. Принимаем шаг арматуры $s = 200 \text{ мм}$, расчетное сечение пересекает n_s стержней арматуры окончательно принимаем

$$n_s \square \frac{b_f \square 100}{s} \square 1 \square \frac{1300 \square 100}{200} \square 1 \square 7,0 \text{ шт},$$

стержней диаметром 10 мм, с площадью сечения больше требуемой, $A_s = 6,28 \text{ см}^2$ (табл. 3.7 Приложение 3).

6. Проверяем фундамент на продавливание, расчетное поперечное сечение принимается вокруг зоны передачи нагрузки (вокруг колонны) на расстоянии $h_0/2$ (см. рис. 10.1).

Длина и ширина расчетного сечения $a = b = h_c + h_0 = 30 + 100 = 130 \text{ см}$, что равно длине и ширине фундамента $a_f = b_f = 130 \text{ см}$. Это значит, что передача нагрузки происходит по всему фундаменту и продавливания не возникает.

7. Проверяем прочность фундамента на действие поперечной силы из условия (3.17) принимая $Q_{b1} = 0,5R_{bt}bh_0 = 0,5 \cdot 0,075 \cdot 130 \cdot 100 = 487,5 \text{ кН}$.

$$Q = 230,2 \text{ кН} < Q_{b1} = 487,5 \text{ кН}, \quad \text{прочность обеспечена.}$$

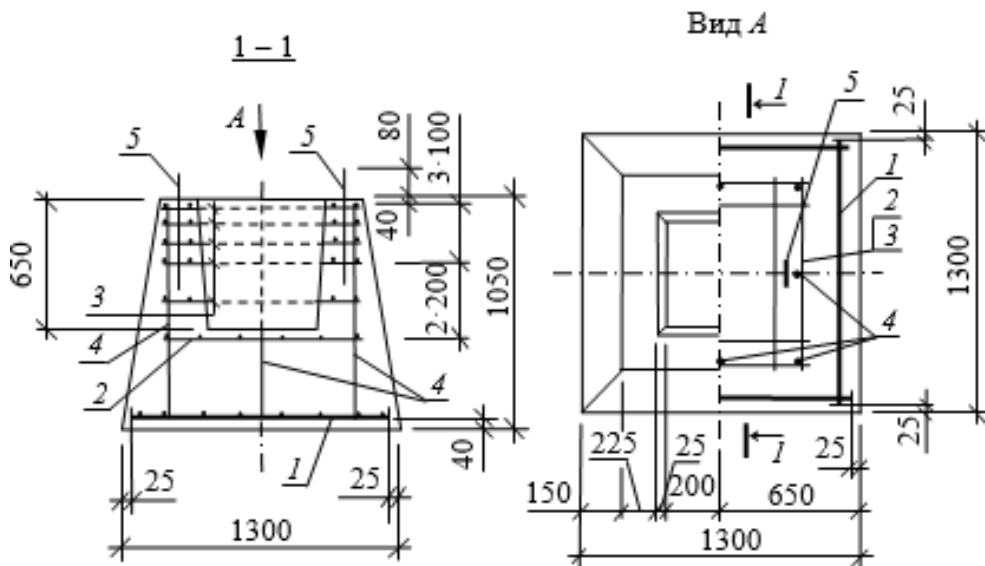


Рис.10.3. Чертеж фундамента (спецификацию см. в табл.6.2).

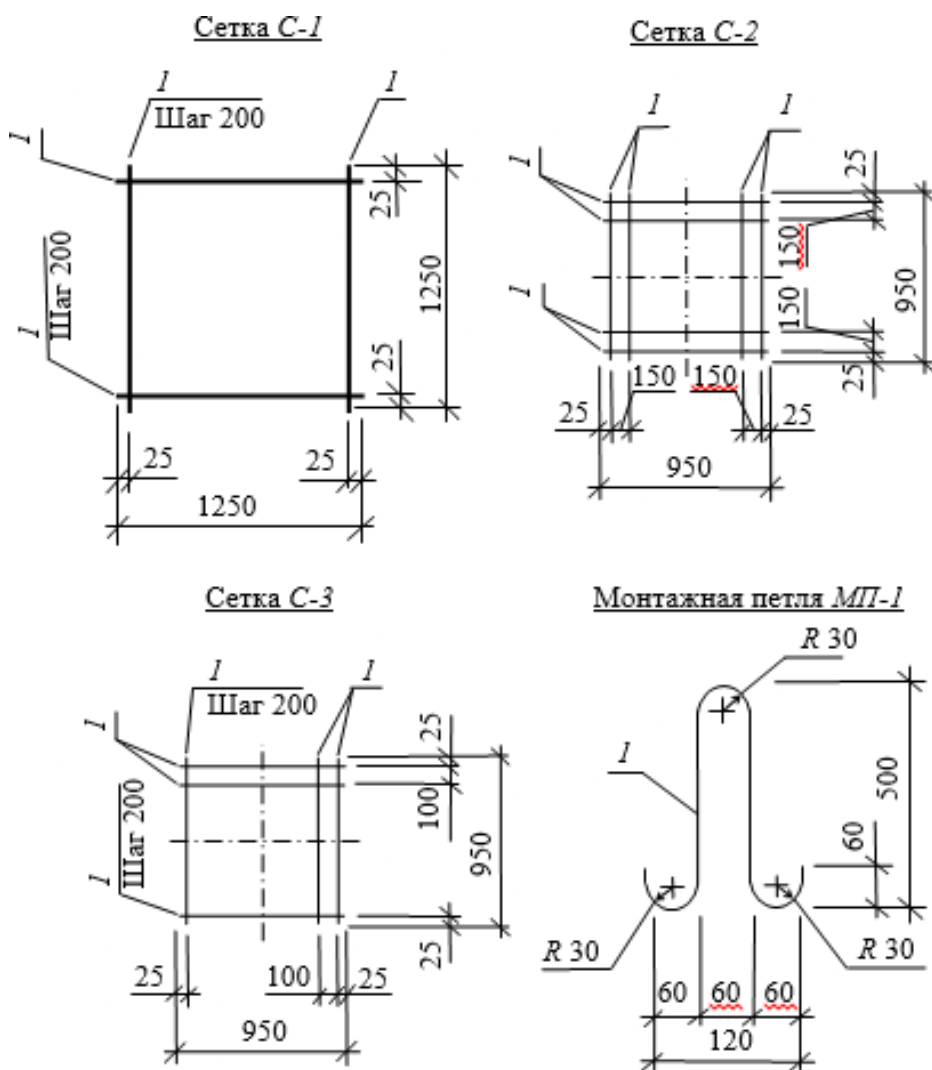


Рис.10.4. Чертеж арматурных изделий фундамента. К примеру 6.6:

а – сетка С-1: 1 – арматура А400, \varnothing 10 мм, $l=1250$ мм; б – сетка С-2: 1 – арматура В500, \varnothing 3 мм, $l=950$ мм; в – сетка С-3: 1 – арматура В500, \varnothing 3 мм, $l=950$ мм; г – монтажная петля МП-1: 1 – арматура А240, \varnothing 6 мм, $l=10125$ мм

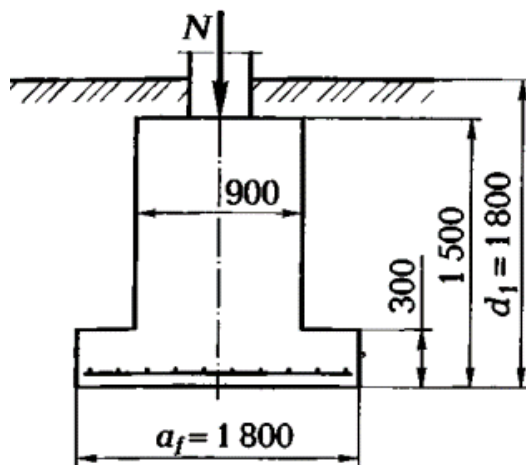
8. Конструируем фундамент. В фундаменте, кроме нижней арматурной сетки устанавливаем: арматурные сетки для армирования стенок стакана, под стаканом устанавливаем арматурную сетку препятствующую продавливанию нижней части фундамента, в случае некачественной заделки колонны в стакане, для монтажа фундамента устанавливаем две монтажные петли (рис.10.3, 10.4). Сборочная спецификация на фундамент приведена в табл. 10.1.

Сборочная спецификация на фундамент

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
	Фундамент. СБ.	<u>Сборочные единицы</u>		
1	- 001	Сетка С-1	1	10,8 кг
2	- 002	Сетка С-2	5	2,1 кг
3	-003	Сетка С-3	1	0,65 кг
4	-004	Отдельные стержни ОС-1	8	5,0 кг
5	- 005	Монтажные петли МП – 1	2	0,5 кг
		<u>Материалы</u> Бетон В25		1,3 м ³

Задание на практическое занятие.

Рассчитать отдельно стоящий фундамент под колонну (выполнить расчет по материалу). Нагрузка на фундамент N , кН- в соответствии с заданием; $\gamma_n = 1,0$.



Сечение колонны $b_c \times h_c = 400 \times 400$ мм, колонна и фундамент монолитные; размеры сечения подколонника 900 x 900 мм; размеры подошвы фундамента $a_f \times b_f$, мм – в соответствии с заданием. Бетон класса – по заданию. Арматурная сетка выполнена из арматуры класса А400.

Варианты заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Расчётное значение продольной силы N, кН	230	400	370	290	520	1000	700	180	200	300	670	350
Размеры подошвы фундамента: ахб, м	1,2х 1,0	1,2х 1,8	1,0х 0,8	1,2х 1,5	2,0х 1,5	1,8х 1,8	1,8х 1,0	1,2х 1,2	1,2х 1,8	1,8х 1,8	1,5х 1,5	1,2х 1,0
Класс бетона фундамента	B15	B20	B25	B30	B15	B20	B25	B30	B15	B20	B25	B30

1 МПа= 1000 кН/м² (1000 кПа)

Расчёт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки.

Цель: научиться определять напряжённо-деформационное состояние деревянных строительных конструкций, испытывающих центральное сжатие, уметь заменять их расчётными схемами, производить расчёт для определения площади поперечного сечения и для определения несущей способности подобранного сечения строительной конструкции.

Необходимые материалы и оборудование:

индивидуальные задания для самостоятельной работы, учебник В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции»

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом - В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции», раздел 5.3;
2. Разобрать и запомнить алгоритм общего порядка расчёта деревянных стоек при подборе поперечного сечения
3. Согласно алгоритму выполнить самостоятельную работу

Пояснения к работе:

Базовая формула расчета центрально-сжатых элементов на устойчивость для деревянных стоек из цельной древесины принимает вид

$$N \leq \varphi F_{\text{расч}} R^p(Rc),$$

где N — расчетная продольная сила; φ — коэффициент продольного изгиба, принимается в зависимости от гибкости и определяется по формулам:

а) при гибкости $\lambda \geq 70$ $\varphi = 3000/\lambda^2$; (5.8)

б) при гибкости $\lambda < 70$ $\varphi = 1 - 0,8(\lambda/100)^2$, (5.9)

где λ — гибкость стойки, определяется по формуле (5.3)

$$\lambda = l_0/r,$$

где l_0 — расчетная длина, $l_0 = \mu l$ (см. табл. 5.1); $r (i)$ — радиус инерции сечения (см. табл. 5.2);

Формулы для определения характеристик сечений

Сечение элемента				
A	bh	bh	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$
I_x	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{b^4}{12}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}$
I_y	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{b^4}{12}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}$
i_x	$0,289h$	$0,289h$	$0,25D$	$0,25\sqrt{D^2 - d^2}$
i_y	$0,289b$	$0,289b$	$0,25D$	$0,25\sqrt{D^2 - d^2}$

$F_{\text{расч}}$ — расчетная площадь, определяется в зависимости от вида ослаблений:

- если ослабления отсутствуют, принимают $F_{\text{расч}} = F$;
- если ослабления выходят на кромки элемента (рис. 5.15, б), $F_{\text{расч}} = F_{\text{нт}}$;
- если ослабления не выходят на кромки элемента (рис. 5.15, а): площадь ослабления превышает 25% от площади брутто — $F_{\text{расч}} = 4/3F_{\text{нт}}$;

площадь ослабления не превышает 25% от площади брутто — $F_{\text{расч}} = F_{\text{бр}}$;

R^p (R_c) — расчетное сопротивление древесины на сжатие для сосны и ели определяют по формуле (1) СП64.13330.2017; для других пород древесины расчетное сопротивление определяют с помощью коэффициента перехода $m_{\text{п}}$ (табл. 5 СП64.13330.2017), на который умножают расчетное сопротивление, определенное по формуле (1) СП64.13330.2017.

Гибкость сжатых элементов λ ограничивается предельной гибкостью (для стоек $\lambda_{\text{пред}} = 120$).

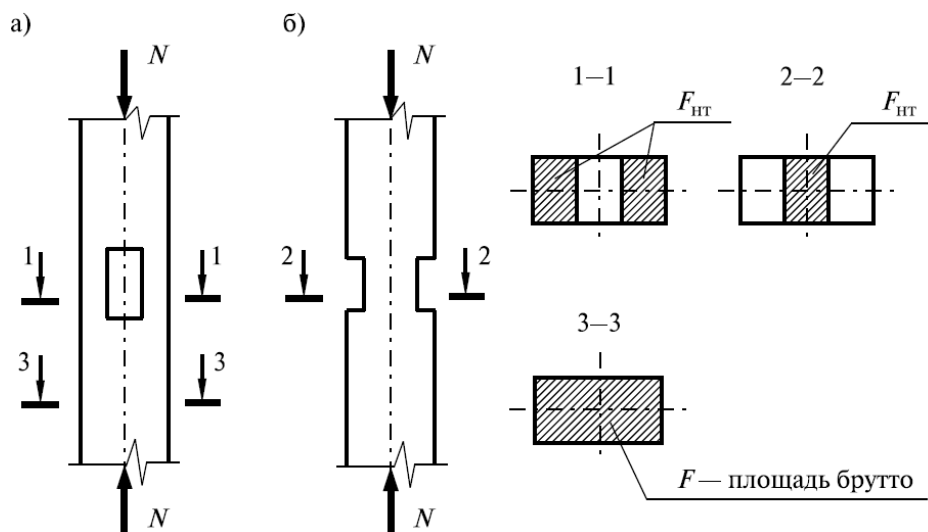


Рис. 5.15. Центально-сжатые деревянные элементы:

а) ослабление не выходит на кромку; б) ослабления симметрично выходят на кромки

В деревянных стойках часто встречаются ослабления (отверстия для болтов, врезки для прикрепления подкосов, связей и т.д.), поэтому кроме расчета устойчивости, в случае наличия ослаблений, обязателен расчет на прочность по формуле

$$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} \leq R_c, \quad (5.1, б)$$

где $F_{нт}$ — площадь поперечного сечения нетто, принимается за вычетом ослаблений (см.рис. 5.15).

Как и для других материалов, при расчете деревянных стоек также возможны два типа задач: подбор сечения (тип 1) и проверка несущей способности (тип 2).

Общий порядок расчета деревянных стоек при подборе поперечного сечения (тип 1)

1. Определяют нагрузку, приходящуюся на стойку.
2. Устанавливают расчетную схему стойки.
3. Определяют расчетную длину стойки $l_0 = \mu l$ (см. табл. к самостоятельной работе №3).
4. Принимают породу древесины и ее сорт (обычно принимается сосна или ель).
5. Определяют расчетное сопротивление древесины на сжатие R_c :

а) для сосны и ели расчетное сопротивление сжатию определяют по формуле ;

$$R^p = R_c \cdot m_{дл} \cdot \Pi m_i,$$

$m_{дл}$ - коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности загрузки (таблица 4 СП64.13330.2017);

Πm_i - произведение коэффициентов условий работы (п.6.9 СП64.13330.2017).

6. Задаются коэффициентом продольного изгиба в пределах $\varphi \approx 0,6-0,7$.
7. Из формулы (5.2, б) определяют требуемую площадь поперечного сечения стойки:

$$F_{расч} \geq \frac{N}{\varphi R_c}.$$

8. По найденной площади назначают размеры поперечного сечения:

а) требуемые размеры сторон для квадратного сечения:

$$a = \sqrt{F_{расч}};$$

б) требуемый диаметр для элемента круглого сечения (бревна):

$$d = \sqrt{\frac{4F_{расч}}{\pi}}.$$

Полученные размеры округляют в большую сторону с учетом сортамента пиломатериалов (Приложение 5).

9. Определяют радиусы инерции r (табл. 5.2) и проверяют условие (5.3, б),

ограничивающее гибкость:

$$\lambda = l_0/r \leq \lambda_{\text{пред}},$$

где $\lambda_{\text{пред}} = 120$ для стоек; если условие не удовлетворено, то размеры сечения увеличивают и снова проверяют гибкость.

10. Проверяют устойчивость принятого сечения, для этого определяют фактические значения расчетной площади $F_{\text{расч}}$ и коэффициента продольного изгиба φ . Коэффициент продольного изгиба определяется по формулам (5.8), (5.9):

$$\frac{N}{\varphi F_{\text{расч}}} \leq R_c.$$

Если условие устойчивости удовлетворено и сечение не имеет ослаблений, расчет заканчивается; если есть ослабления, переходим к п. 11.

11. Проверяют прочность деревянной стойки:

$$\frac{N}{F_{\text{нт}}} \leq R_c,$$

где $F_{\text{нт}}$ — площадь сечения нетто, определяется по принятым размерам с учетом размеров ослабления.

12. Если устойчивость (п. 10) или прочность (п. 11) стойки не обеспечена, то размеры сечения увеличивают и снова проводят проверку сечения на устойчивость или прочность.

Проверка несущей способности (тип 2) является составной частью решения задачи по подбору сечения (необходимо выполнить пп. 2, 3, 5, 9, 10, 11 порядка расчета).

Пример выполнения задания

Проверить прочность стойки стропильной конструкции (рис. 4.3), в случае необходимости измените сечение стойки. Стойка выполнена из бруса сечением $b \times h = 100 \times 150$ мм, древесина сосна, сорт 2. На стойку действует продольная сжимающая сила $N = 40$ кН, $\gamma_n = 1,0$. Длина стойки $l = 3,0$ м. Закрепление концов стойки шарнирное. Условие эксплуатации конструкции 2 - внутри неотапливаемых помещений (на чердаке) в нормальной влажностной зоне.

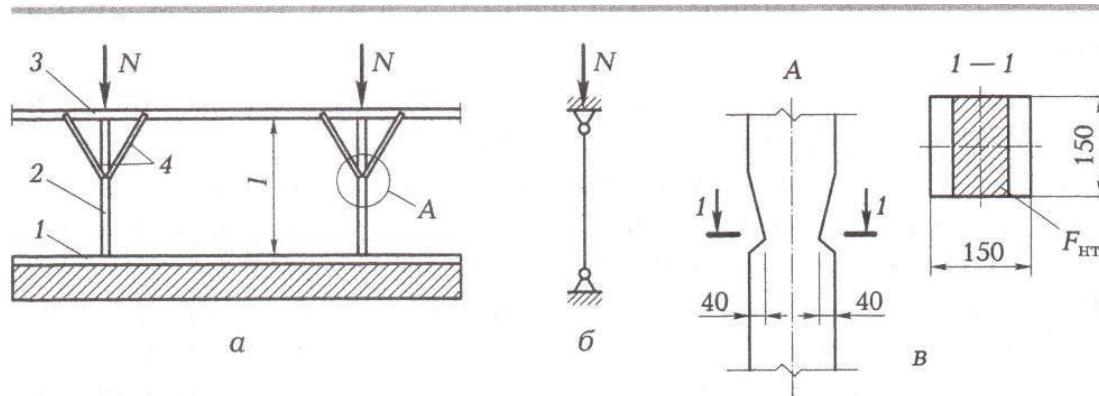


Рис. 4.3. Стойка, поддерживающая прогон. К примеру 4.4:

a — сопряжение конструктивных элементов: 1 — лежень; 2 — стойка; 3 — прогон; 4 — подкосы; *б* — расчетная схема стойки; *в* — узел выполнения подрезки в стойке

Решение.

1. Устанавливаем расчетное сопротивление сжатию

древесины вдоль волокон $R_c = 21 \text{ МПа} = 2,1 \text{ кН/см}^2$ (табл. 3 СП 64.13330.2017), $m_{дл} = 0,66$ (табл.

4 СП 64.13330.2017). Коэффициенты условий работы:

таблица 1 СП 64.13330.2017 - 2 (нормальный) $m_t = 1$ (п. 6.9

б) СП 64.13330.2017);

$m_v = 0,9$ (табл. 9 СП 64.13330.2017);

2. Элемент имеет симметричные ослабления, выходящие на кромки. Определяем площадь

ослабления: $R_{осл} = 2 \cdot 4 \cdot 10 = 80 \text{ см}^2$. Площадь брутто: $R_{бр} = 10 \cdot 15 = 150 \text{ см}^2$ Расчетная

площадь: $R_{расч} = R_{нт} = R_{бр} - R_{осл} = 10 \cdot 15 - 2 \cdot 4 \cdot 10 = 70 \text{ см}^2$.

3. Определяем радиусы инерции сечения:

$i_x = 0,29h = 0,29 \cdot 15 = 4,35 \text{ см};$

$i_y = 0,29b = 0,29 \cdot 10 = 2,9 \text{ см}.$

4. Расчетная длина стойки $l_0 = \mu l = 1,0 \cdot 300 = 300 \text{ см}$

5. Наибольшая гибкость элемента по формуле:

$\lambda_x = 300/4,35 = 69; \lambda_y = 300/2,9 = 103 < \lambda_{max} = 120,$

максимальная гибкость $\lambda_y > 70$, следовательно коэффициент продольного изгиба, определяется по формуле

$\varphi = 3000/\lambda_y^2 = 3000/103^2 = 0,283$

6. Проверяем прочность по формуле

$$\sigma = N_{\gamma_n} / F_{нт}$$

$\sigma = 40 \cdot 1 / 70 = 0,57 \text{ кН/см}^2 < R_c = 2,1 \text{ кН/см}^2$ - прочность обеспечена.

7. Проверяем устойчивость по формуле

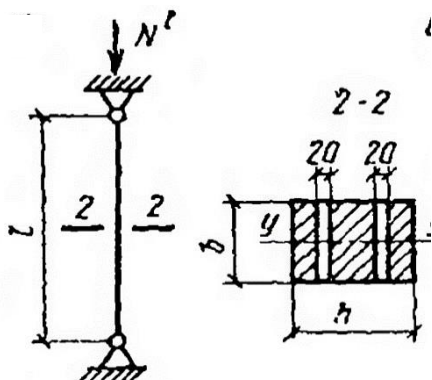
$\sigma = N_{\gamma_n} / F_{расч} = 40 \cdot 1 / 0,283 \cdot 70 = 2,02 \text{ кН/см}^2 < 2,1 \text{ кН/см}^2$ -устойчивость обеспечена.

Принятое сечение стойки подходит.

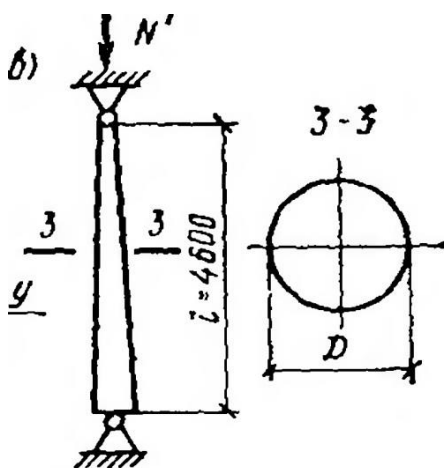
Задания для практической работы

Варианты заданий

1. Проверить прочность и устойчивость центрально-сжатой стойки из древесины сосны, сорт 3. Закрепление концов стойки шарнирное, длина стойки l , м- в соответствии с заданием. Стойка ослаблена посередине длины двумя отверстиями для болтов $d=20$ мм. Сечение стержня стойки $b \times h$, мм и расчетная сила, N , кН- в соответствии с заданием. Коэффициент надежности по назначению (ответственности) $\gamma_n = 1,0$. Условие эксплуатации конструкции 2 -внутри неотапливаемых помещений (на чердаке) в нормальной влажностной зоне.



2. Проверить прочность и устойчивость центрально-сжатой стойки из древесины сосны, сорт 1. Закрепление концов стойки шарнирное, длина стойки l , м- в соответствии с заданием. Сечение стержня стойки круглое, диаметром D , мм и расчетная сила, N , кН- в соответствии с заданием. Коэффициент надежности по назначению (ответственности) $\gamma_n = 1,0$. Условие эксплуатации конструкции 3 -внутри отапливаемых помещений во влажной зоне.



№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

№ схемы	Схема 1						Схема 2					
	Нагрузка, действующая на стойку, N, кН	50	32	30	47	54	40	50	30	25	32	45
сечение bхh, мм /Диаметр D мм	100х100 150х150	100х130	180х75	100х75	100х100	100х50	100	75	150	200	100	180
длина стойки l, м	3,5	2,5	3,0	2,7	3,5	2,5	3,0	2,7	3,5	2,5	3,0	2,7

Т а б л и ц а 4.1. Рекомендуемый сортамент пиломатериалов по ГОСТ 20850—75

Толщина, мм	Ширина, мм						
	100	130	150	180	200	220	250
16	×	×	—	—	—	—	—
19	×	×	—	×	—	—	—
25	×	×	×	×	—	—	—
32	×	×	×	×	—	—	—
40	×	×	×	×	—	—	—
50	×	×	×	×	×	×	—
60	×	×	×	×	×	×	—
75	×	×	×	×	×	×	—
100	×	×	×	×	×	×	—
130	—	×	×	×	×	×	—
150	—	—	×	×	×	×	—
180	—	—	—	×	—	×	—
200	—	—	—	—	×	—	×
220	—	—	—	—	—	—	×
250	—	—	—	—	—	—	×

П р и м е ч а н и я: 1. Максимальная длина пиломатериалов 6,5 м.
2. Значком «X» обозначен рекомендуемый сортамент.

Вопросы для защиты самостоятельной работы:

1. Область применения деревянных стоек(колонн)?
2. Зависит ли расчетное сопротивление древесины от размеров и формы сечения?

Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций.

Цель: научиться определять напряжённо-деформационное состояние кирпичных столбов, испытывающих сжатие, уметь заменять их расчётными схемами, производить расчёт для определения площади поперечного сечения.

Необходимые материалы и оборудование:

4. Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции».

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции», раздел 5.5.
2. Разобрать и запомнить алгоритм общего решения задач по подбору сечения арматуры (**тип 1**) и проверке несущей способности колонны (**тип 2**);
3. Согласно алгоритму выполнить практическую работу.

Необходимые материалы и оборудование: практическое задание, калькулятор, учебная и нормативная литература.

Пояснения к работе:

Базовая расчетная формула (5.2) для центрально-сжатых каменных столбов принимает вид

$$N \leq m_g \phi R A, \quad (5.14)$$

где N — расчетная продольная сила; R — расчетное сопротивление сжатию кладки, определяемое по табл. 2.11; m_g — коэффициент, учитывающий влияние пластических деформаций кладки при воздействии длительной нагрузки, определяется по формуле (5.15). При $h \geq 30$ см, где h — размер меньшей стороны сечения колонны (для колонн прямоугольного сечения), или при $i \geq 8,7$ см (для колонн другого сечения) коэффициент $m_g = 1$. Учитывая, что несущие столбы, как правило, имеют размеры сечения больше 30 см, m_g в расчетах чаще всего принимается равным 1;

$$m_g = 1 - \eta N_g / N, \quad (5.15)$$

где η — коэффициент, зависящий от гибкости элемента и вида каменной кладки, принимаемый по табл. 5.9; N_g — расчетная продольная сила от длительно действующей нагрузки; N — расчетная продольная сила от всей нагрузки; A — площадь поперечного сечения столба;

φ — коэффициент продольного изгиба, определяется в зависимости от α и λ_h по табл. 5.9, где α — упругая характеристика кладки, определяемая по табл. 5.8; λ_h — гибкость столба, определяемая по формуле

$$\lambda_h = l_0/h, \quad (5.16)$$

где l_0 — расчетная длина столба; h — меньшая сторона сечения колонны (для колонн непрямоугольного сечения гибкость определяется по формуле (5.3) $\lambda_i = l_0/i$ через радиус инерции сечения колонны i).

Таблица 5.8

Таблица 16 СП 15.13330.2012

№ п/п	Кладка	Упругая характеристика α				
		Марка раствора			Прочность раствора	
		25–200	10	4	0,2	0
1	Из керамических камней	1200	1000	750	500	350
2	Из кирпича глиняного пластического прессования полнотелого и пустотелого, из пустотелых силикатных камней, из камней, изготовленных из бетона на пористых заполнителях и поризованного, из легких природных камней	1000	750	500	350	200
3	Из кирпича силикатного полнотелого и пустотелого	750	500	350	350	200
4	Из кирпича глиняного полусухого прессования полнотелого и пустотелого	500	500	350	350	200

Расчетные высоты стен и столбов l_0 назначаются в зависимости от условий их опирания на горизонтальные опоры (балки, плиты):

- а) при неподвижных шарнирных опорах $l_0 = H$ (рис. 5.28, а);
- б) при упругой верхней опоре и жестком защемлении в нижней опоре для однопролетных зданий $l_0 = 1,5H$, для многопролетных зданий $l_0 = 1,25H$ (рис. 5.28, б); в) для свободно стоящих конструкций $l_0 = 2H$ (рис. 5.28, в);

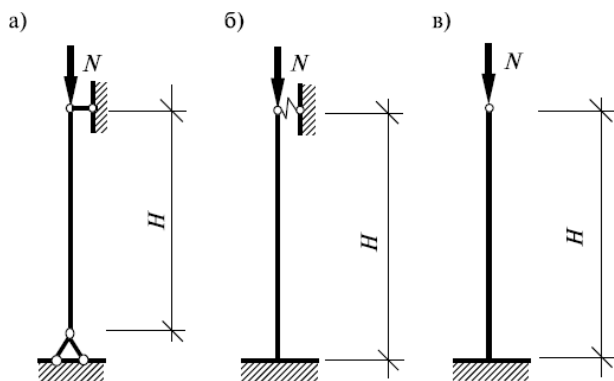


Рис. 5.28. Расчетные схемы элементов:

- а) шарнирно опертых на неподвижные опоры; б) защемленных внизу

и имеющих верхнюю упругую опору; в) свободно стоящих

г) для конструкций с частично заземленными опорными сечениями — с учетом фактической степени заземления, но не менее

$l_0 = 0,8H$, где H — расстояние между перекрытиями или другими горизонтальными опорами; при железобетонных горизонтальных опорах — расстояние между ними в свету. При жестких опорах и заделке железобетонных перекрытий, опираемых на стены по четырем сторонам, $l_0 = 0,8H$. Как и для любых колонн, на основании формулы (5.14) могут быть решены два типа задач: подбор

Таблица 2.11

Извлечение из табл. 2 СП 15.13330.2012

Марка кирпича или камня	Расчетные сопротивления R , МПа, сжатию кладки из кирпича всех видов и керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами шириной до 12 мм при высоте ряда кладки 50–150 мм на тяжелых растворах							
	при марке раствора						при прочности раствора	
	200	150	100	75	50	25	0,2	нулевой
200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,3	1,0
150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,0	0,8
125	–	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	0,9	0,7
100	–	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	0,8	0,6
75	–	–	1,5	1,4	1,3	1,1	0,6	0,5
50	–	–	–	1,1	1,0	0,9	0,5	0,35

размеров сечения столба (тип 1) и проверка несущей способности (тип 2).

Общий порядок расчета. Определение размеров сечения кирпичного столба (тип 1) (центрально-сжатого, неармированного)

1. Определяют нагрузку на кирпичный столб (в простейших задачах она может быть задана).
2. Устанавливают (если она не задана) расчетную схему столба.
3. Задаются следующими параметрами:
 - а) наименованием и маркой кирпича; обычно марка кирпича принимается от М50 до М150;
 - б) наименованием и маркой раствора; обычно марка раствора принимается от М25 до М75.
4. По табл. 2.11 находят расчетное сопротивление сжатию кладки R .
5. Определяют упругую характеристику кладки α (см. табл. 5.8).
6. Предварительно принимают значение коэффициента $\phi = 0,8–0,9$ и, предполагая, что размеры сечения будут больше 30 см, принимают значение коэффициента $m_g = 1$.
7. Пользуясь формулой (5.14), определяют требуемую площадь сечения (см²)

$$A \geq \frac{N}{m_g \phi R}.$$

8. Назначают размеры сечения столба, при этом следует учитывать размеры кирпичей (камней); сечение колонн из кирпича принимают не менее 380×380 мм и далее, добавляя по 130 мм (ширина кирпича 120 мм + 10 мм шов).

9. Проверяют принятое сечение:

а) определяют коэффициент m_g . Обычно колонны имеют меньший размер сечения больше 30 см, тогда коэффициент $m_g = 1$. Вместе с тем при проектировании возможны случаи, когда меньший размер сечения менее 30 см или радиус инерции для элементов непрямоугольного сечения меньше 8,5 см, тогда необходимо определять значение коэффициента по формуле (5.15):

$$m_g = 1 - \eta(N_g/N);$$

б) определяют гибкость $\lambda_h = l_0/h$; ($\lambda_i = l_0/i$) и по табл. 5.9 определяют коэффициент продольного изгиба φ ;

в) определяют площадь принятого сечения столба; в случае если принятое сечение столба меньше 0,3 м², расчетное сопротивление необходимо умножать на коэффициент условия работы $\gamma_c = 0,8$ (см. п. 6.12 СП 15.13330.2012).

Таблица 5.9

Значения коэффициентов η и φ
(извлечение из табл. 19, 21 СП 15.13330.2012)

Гибкость		Коэффициент η для неармированной кладки из керамического кирпича и камней	Коэффициент φ при упругих характеристиках кладки				
λ_n	λ_r		$\alpha=1500$	$\alpha=1000$	$\alpha=750$	$\alpha=500$	$\alpha=350$
6	21	0	0,98	0,98	0,95	0,91	0,88
8	28	0	0,95	0,92	0,90	0,85	0,80
10	35	0	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72
12	42	0,04	0,88	0,84	0,79	0,72	0,64
14	49	0,08	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57
16	56	0,12	0,81	0,74	0,68	0,59	0,50
18	63	0,15	0,77	0,70	0,63	0,53	0,45
20	70	0,20	0,73	0,65	0,58	0,48	0,40
22	76	0,24	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35
24	83	0,27	0,65	0,56	0,49	0,39	0,32
26	90	0,31	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29
30	104	—	0,53	0,45	0,39	0,32	0,27

10. Проверяют несущую способность колонны из условия (5.14):

$$N \leq m_g \varphi R A.$$

Если условие удовлетворено, то расчет закончен, если нет, то изменяют марки кирпича, раствора или увеличивают размеры колонны с учетом размеров кирпича (камня) и расчет повторяют до тех пор, пока не будет удовлетворено условие.

В сущности, проверка принятого сечения (пп. 9, 10 порядка расчета) и является проверкой несущей способности (задача 2-го типа).

В случае, если продольное усилие, приходящееся на колонну, значительное и принятая площадь сечения колонны с ним не справляется, применяют колонны с сетчатым армированием (рис. 5.29).

По конструктивным или архитектурным соображениям увеличивать площадь сечения колонны нежелательно, а увеличение марок кирпича и раствора также ограничено возможностями производства.

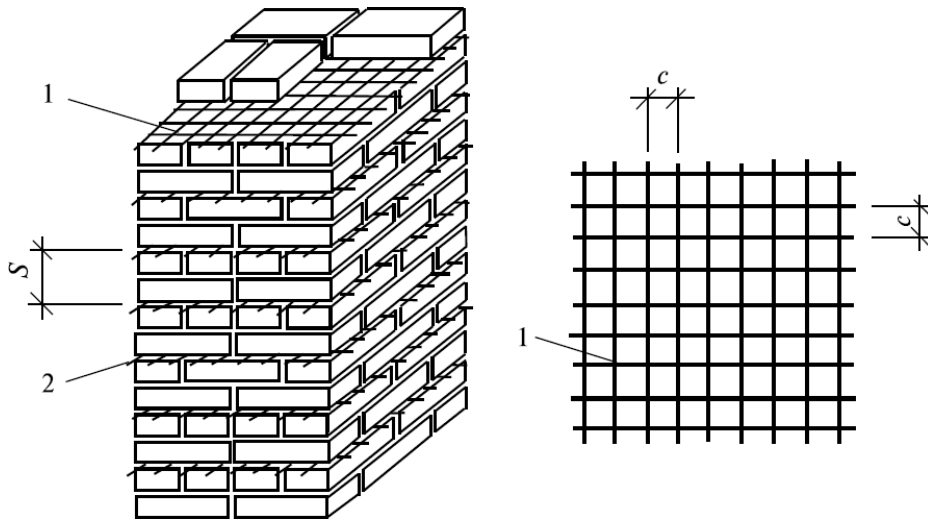


Рис. 5.29. Поперечное (сетчатое) армирование каменных конструкций:

1 — арматурная сетка; 2 — выпуски арматурной сетки для контроля ее укладки; c — размер ячейки арматурной сетки; S — шаг арматурных сеток

Следует иметь в виду, что производительность труда при армировании колонн снижается.

Расчет элементов с сетчатым армированием при центральном сжатии производят по формуле

$$N \leq m_g \phi R_{sk} A, \quad (5.17)$$

где N — расчетная продольная сила; R_{sk} — расчетное сопротивление при центральном сжатии, определяемое для армированной кладки из кирпича всех видов и керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами по формуле:

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100}, \quad (5.18)$$

$$R_{sk} \leq 2R,$$

где R — расчетное сопротивление сжатию неармированной кладки;

R_s — расчетное сопротивление арматуры, для арматуры класса В500 принимается с коэффициентом условий работы $\gamma_{cs} = 0,6$ (табл. 14 СП 15.13330.2012); μ — процент армирования по объему, для сеток с квадратными ячейками из арматуры площадью сечения A_{st} с размером ячейки c при расстоянии между сетками по высоте S определяется по формуле

$$\mu = \frac{2A_{st}}{cS} \cdot 100. \quad (5.19)$$

Процент армирования кладки с сетчатой арматурой при центральном сжатии не должен превышать определенного по формуле

$$\mu = 50 \frac{R}{R_s} \geq 0,1\%; \quad (5.20)$$

m_g — коэффициент, определяемый, как и в расчете центрально сжатого элемента без армирования, по формуле (5.15): $m_g = 1 - \eta(N_g/N)$, при $h \geq 30$ см $m_g = 1$;

ϕ — коэффициент продольного изгиба, определяемый (см. табл. 5.9) по гибкости λ_h (или λ_i), при упругой характеристике кладки с сетчатым армированием α_{sk} . Упругую характеристику кладки с сетчатым армированием следует находить по формуле

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}}, \quad (5.21)$$

где R_u — временное сопротивление (средний предел прочности) сжатию кладки, определяемое по формуле

$$R_u = kR, \quad (5.22)$$

где k — коэффициент, принимаемый по табл. 5.10;

R_{sku} — временное сопротивление (средний предел прочности) сжатию армированной кладки из кирпича или камней при высоте ряда не более 150 мм; для кладки с сетчатой арматурой определяется по формуле

$$R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100}, \quad (5.23)$$

где R_{sn} — нормативное сопротивление арматуры, в армированной кладке принимаемое для арматуры класса В500 с коэффициентом условия работы 0,6 (см. п. 3.21 СП 15.13330.2012).

Таблица 5.10

Таблица 15 СП 15.13330.2012

Вид кладки	Коэффициент k
1. Из кирпича и камней всех видов, из крупных блоков, рваного бута и бутобетона, кирпичная вибрированная	2,0
2. Из крупных и мелких блоков из ячеистых бетонов	2,25

Постановка арматуры в колонну уменьшает упругую характеристику кладки, что, в свою очередь, сказывается на величине коэффициента продольного изгиба.

Общий порядок расчета центрально-сжатой каменной колонны с сетчатым армированием

В практике встречаются следующие типы задач:

- 1) подбор арматурных сеток в колонны известного сечения и с принятыми материалами;
- 2) проверка несущей способности имеющейся армированной колонны.

Подбор арматурных сеток

Производят расчет неармированной колонны; и если после определения ее несущей способности $F = m_{\phi} R A$ выясняется, что действующее усилие $N > F$, то несущая способность не обеспечена. Можно увеличить несущую способность колонны за счет постановки сетчатой арматуры.

1. Принимают класс арматуры сеток (рекомендуется В500, Вр500). Определяют расчетное и нормативное сопротивления арматуры с коэффициентом условия работы $R_s \gamma_{cs}$. Принимают арматуру класса В500 диаметром 3, 4, 5 мм с расчетным сопротивлением $R_s = 415$ МПа и нормативным сопротивлением $R_{sn} = 500$ МПа (табл. 2.9); коэффициент условия работы $\gamma_{cs} = 0,6$.
2. Находят отношение $\alpha = N/F$; отношение показывает, во сколько раз следует увеличить расчетное сопротивление каменной кладки, чтобы несущая способность оказалась выполненной. Учитывают, что увеличение расчетного сопротивления возможно не более чем в два раза.
3. Определяют требуемое расчетное сопротивление армированной кладки $R_{sk} = R_a$; приравнивают полученное значение к формуле (5.18) и получают

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100} = R_a;$$

из полученного соотношения определяют требуемый процент армирования μ (%):

$$\mu = \frac{(R_{sk} - R) \cdot 100}{2R_s};$$

устанавливают процент армирования μ , его значение принимается не менее 0,1%.

4. Принимают шаг постановки арматурных сеток S ; сетки могут устанавливаться в каждом ряду кладки или через несколько рядов (но не более чем через 5); если сетки ставятся в каждом ряду, $S = 7,7$ см (для одинарного кирпича), если через два ряда — увеличивают шаг вдвое и т.д.

5. Определяют площадь сечения арматуры A_{st} , из которой сделаны сетки: $\emptyset 3 - A_{st} = 0,071$ см²; $\emptyset 4 - A_{st} = 0,126$ см²; $\emptyset 5 - A_{st} = 0,196$ см² (см. Приложение 6);

6. Находят требуемый шаг стержней в сетках из уравнения (5.19):

$$c = \frac{2A_{st} \cdot 100}{\mu S};$$

назначают шаг стержней (шаг c принимается от 30 до 120 мм с градацией через 5 мм).

Проверка подобранного сечения колонны с сетчатым армированием

7. Уточняют процент армирования, подставляя в формулу (5.19) принятые значения шага стержней и шага сеток

$$\mu = \frac{2A_{st}}{cS} \cdot 100$$

и проверяют ограничения процента армирования: $\mu_{\max} = 50R/R_s$; $\mu_{\min} = 0,1\%$:

- если процент армирования меньше минимального, увеличивают количество арматуры за счет уменьшения шага стержней в арматурных сетках, шага постановки сеток или увеличения диаметра арматуры;
- если процент армирования больше предельного, следует изменить сечение колонны или принять более прочные материалы для каменной кладки и провести расчет заново.

8. Уточняют величину расчетного сопротивления

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100}.$$

9. Находят упругую характеристику кладки при наличии сетчатого армирования:

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}},$$

где α — упругая характеристика неармированной кладки,

$$R_u = kR; \quad R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100}.$$

10. Определяют коэффициент продольного изгиба ϕ (см. табл. 5.8), при определении ϕ вместо упругой характеристики α принимают α_{sk} .

11. Проверяют несущую способность армированной кладки:

$$N \leq m_g \phi R_{sk} A.$$

Если несущая способность не обеспечена, увеличивают насыщение столба арматурой и повторяют расчет.

Задачи типа 2 сводятся к проверке подобранного сечения колонны, см. тип 1 задач пп. 7–11.

Пример выполнения задания

Определить несущую способность центрально-сжатого кирпичного столба с сетчатым армированием. Сечение кирпичного столба 510x 640 мм, высота этажа Нэт = 4,75 м. Здание с жесткой конструктивной схемой, опирание элементов сборного железобетонного перекрытия на столб, толщина плит перекрытия $t = 220$ мм. Материалы - кирпич глиняный пластического прессования М150, раствор цементно-известковый М100. Столб армирован сетками, поставленными через два ряда кирпичной кладки ($S = 15,4$ см}, размер ячеек сетки $c = 50 \times 50$ мм, арматура сеток В500, $\varnothing 3$ мм.

Решение. 1. Определяем расчетную длину столба: $l_0 = 0,9$ (Нэт - t) = $0,9(4,75 - 0,22)$ = 4,1 м (см. табл. П.5.5 Приложения 5).

2. Определяем гибкость: $\lambda h = l_0/h = 410/51 = 8,04 \approx 8$.

3. Устанавливаем расчетные сопротивления: сжатию неармированной кирпичной кладки: $R = 2,2$ МПа (см. табл. П.5.1 Приложения 5); нормативное сопротивление арматуры (с коэффициентом условия работы $\gamma_{cs} = 0,6$): $R_{sn} = 500 \cdot 0,6 = 300$ МПа; расчетное сопротивление

арматуры (с коэффициентом условия работы $\gamma_{cs} = 0,6$, табл.14 СП15.13330.2012): $R_s = 415 \cdot 0,6 = 249$ МПа (см. табл. П.3.3 Приложения 3).

4. Определяем упругую характеристику кирпичной кладки $a = 1000$ (см. табл. П.5.2 Приложения 5).

5. Находим площадь сечения столба: $A = bh = 51 \cdot 64 = 3264$ см² = $0,3264$ м² $> 0,3$ м², следовательно, $\gamma_c = 1,0$.

6. Определяем процент армирования,%, по формуле (5.9):

$$\mu = \frac{2A_{st}}{cS} 100 = \frac{2 \cdot 0,071}{5 \cdot 15,4} 100 = 0,1844 > \mu_{\min} = 0,1.$$

7. Определяем значение упругой характеристики, армированной кладки по формуле (5.11):

$$R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100} = 2 \cdot 2,2 + \frac{2 \cdot 300 \cdot 0,1844}{100} = 5,506 \text{ МПа};$$

$$R_u = kR = 2 \cdot 2,2 = 4,4 \text{ МПа};$$

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} = 1000 \cdot \frac{4,4}{5,506} = 799 \approx 800.$$

8. По табл. П.5.3 Приложения 5 устанавливаем значение коэффициента продольного изгиба (с интерполяцией) $\varphi = 0,904$.

9. Коэффициент $mg = 1$, так как меньший размер сечения $h > 30$ см

10. Расчетное сопротивление армированной кладки по формуле

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100} = 2,2 + \frac{2 \cdot 0,1844 \cdot 249}{100} = 3,12 \text{ МПа} = 0,312 \text{ кН/см}^2.$$

11. Несущая способность сечения по формуле (5.7):

$$N_{сеч} = mg \varphi R_{sk} \gamma_{cs} A = 1 \cdot 0,904 \cdot 0,312 \cdot 1,0 \cdot 3264 = 920,6 \text{ кН}.$$

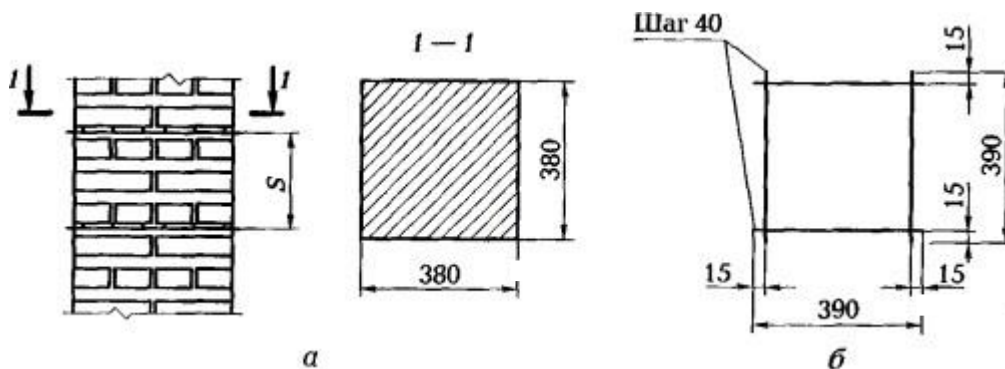
Несущую способность кирпичного столба сравниваем с нагрузкой, действующей на столб.

После усвоения вышеизложенного студент выполняет практическое задание.

Задание для практического занятия

Проверить несущую способность центрально-сжатого кирпичного столба с сетчатой арматурой (рис. 5.2). Здание с жесткой конструктивной схемой, опирание элементов сборного железобетонного перекрытия на столб, толщина плит перекрытия $t = 220$ мм. Действующая на столб нагрузка - в соответствии с заданием. Высота этажа $H_{эт}$ м - в соответствии с заданием. Сечение столба, мм - в соответствии с заданием. Кирпич глиняный пластического прессования,

раствор цементно-известковый. Шаг арматурных сеток $S = 23,1$ см (через 3 ряда кладки), размерячеек сетки $s = 40 \times 40$ мм, диаметр арматуры 4 мм ($A_{sf} = 0,126 \text{ см}^2$), арматура В500.



Варианты заданий

N варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Нагрузка, действующая на кирпичный столб, N, кН	450	380	550	550	500	380	550	500	450	380	550	500
Марка кирпича	M150	M75	M125	M100	M150	M75	M125	M100	M150	M75	M125	M100
Марка раствора	M75	M50	M75	M75	M100	M75	M50	M75	M100	M50	M75	M25
высота этажа Нэт, м	4,75	2,8	3,0	4,0	3,5	4,5	4,0	2,8	3,5	4,5	3,0	4,75
Сечение столба, мм	380 x 380	250 x 250	380 x 380	510 x 510	380 x 380	510 x 510	510 x 510	250 x 250	380 x 380	510 x 510	250 x 250	510 x 510

Вопросы для защиты практической работы:

1. Охарактеризовать общий порядок расчета центрально-сжатой каменной колонны с сетчатым армированием
2. Охарактеризовать схему разрушения кирпичного столба (три стадии).
3. Перечислить факторы, влияющие на прочность кладки.

Оценка	Требования к знаниям и умениям
«отлично»	<p>Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;</p> <p>умеет выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;</p> <p>умеет пользоваться действующими ГОСТ, методическими и учебными пособиями для выполнения практических заданий с использованием компьютерных программ.</p>
«хорошо»	<p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические знания при выполнении практических заданий и решении задач, владеет необходимыми навыками.</p>
«удовлетворительно»	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>
«неудовлетворительно»	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>