МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Профессионально-педагогический колледж

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Профессионально-педагогического
колледжа СГТУ имени Гагарина Ю.А.
_____ Т.И. Кузнецова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по дисциплине

ОП.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

специальность

08.02.15 ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Методические рекомендации рассмотрены
на заседании цикловой методической комиссии
технических специальностей
Председатель ЦМК _____ Е.Э.Воеводина

Саратов 2024

Методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины ОП.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) среднего профессионального образования по специальности (далее – СПО) 08.02.15 Информационное моделирование в строительстве, утверждённого приказом Министерства Просвещения РФ от 13.07.2023 г. № 531

Разработчик:
Князева Е.Н. - преподаватель ППК СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Оглавление

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 4

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ 5

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1 ИЗУЧЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ МИНЕРАЛОВ 6

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ОБРАЗЦАМ 32

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД 40

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД 54

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ ПО ДАННЫМ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ 63

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ БУРОВЫХ СКВАЖИН 73

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7 ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГИДРОИЗОГИПС ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ 77

Приложение А 88

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1 ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОГО ЗДАНИЯ 7

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТА. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ 13

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3 ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ 24

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА И ХАРАКТЕРА РАБОТЫ ПЕРЕМЫЧЕК. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ПЕРЕМЫЧЕК НАД ОКОННЫМ ИЛИ ДВЕРНЫМ ПРОЕМОМ 28

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5 ВЫЧЕРЧИВАНИЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ 35

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6 КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СБОРНОЙ Ж/Б ЛЕСТНИЦЫ 41

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7 КОНСТРУИРОВАНИЕ СКАТНОЙ КРЫШИ. ПЛАН КРОВЛИ. 46

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №8 ПОСТРОЕНИЕ ГЕНПЛАНА. ТЭП ГЕНПЛАНА 57

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 СБОР НАГРУЗОК НА КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ: ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ И ПЕРЕКРЫТИЯ, ФУНДАМЕНТ. 7

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. 14

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ. КОНСТРУИРОВАНИЕ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ 14

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 РАСЧЕТИ КОНСТРУИРОВАНИЕ МНОГОПУСТОТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ. 22

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕБРИСТОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ. 31

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5. 38

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОЙ СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ. КОНСТРУИРОВНИЕ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ. ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЯ СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ ПРОКАТНОГО ПРОФИЛЯ 38

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6 РАСЧЕТ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. 49

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНОЙ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ. 55

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8. РАСЧЁТ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО СУММИРОВАНИЯ 63
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТОЛБЧАТОГО ФУНДАМЕНТА. 70
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10. РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ 77
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11. 82
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННОЙ СТОЙКИ, ЛОБОВОЙ ВРУБКИ. 82
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12 ПОДБОР СЕЧЕНИЯ, ПРОВЕРКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОББНОСТИ КИРПИЧНОГО СТОЛБА С СЕТЧАТЫМ АРМИРОВАНИЕМ. 89

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических занятий предназначены в качестве методического пособия при проведении практических занятий по учебной дисциплине ОП.03 «Проектирование многоэтажных зданий» специальности 08.02.15
«Информационное моделирование в строительстве», квалификация Техник.

Практические занятия проводятся после изучения соответствующих разделов и тем дисциплины.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков.

В процессе выполнения практических заданий у студента формируются общие компетенции (ОК) и профессиональные компетенции (ПК):

Код	**Наименование результата обучения**
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

В результате выполнения практических заданий, предусмотренных программой, студент **должен уметь:**

- читать проектно-технологическую документацию;
- определять глубину заложения фундамента;
- выполнять теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
- подбирать строительные конструкции для разработки архитектурно-строительных чертежей;

В результате выполнения практических заданий, предусмотренных программой, студент должен знать:

- конструктивные системы зданий, основные узлы сопряжений конструкций зданий;

- международные стандарты по проектированию строительных конструкций, в том числе информационное моделирование зданий (BIM-технологии);
- требования нормативных правовых актов и нормативных технических документов к составу, содержанию и оформлению проектной документации;
- особенности выполнения строительных чертежей;
- графические обозначения материалов и элементов конструкций;
требования нормативно-технической документации на оформление строительных чертежей;
  - читать проектно-технологическую документацию;

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

№ п/п	Наименование
1	Изучение диагностических признаков минералов
2	Определение магматических горных пород
3	Определение осадочных горных пород
4	Определение метаморфических горных пород
5	Построение геологической колонки по данным буровой скважины
6	Построение геологического разреза
7	Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки

№ п/п	Наименование
1	Вычерчивание конструктивной системы гражданского здания.
2	Определение глубины заложения фундамента. Конструктивное решение фундаментов.
3	Выполнение теплотехнического расчѐта ограждающих конструкций
4	Определение количества и характера работы перемычек. Вычерчивание перемычек над оконным или дверным проемом.
5	Вычерчивание схемы расположения плит перекрытия
6	Конструирование и расчѐт лестницы, лестничной клетки.
7	Конструирование скатной крыши. план кровли.
8	Построение генплана. ТЭП генплана.

№ п/п	Наименование самостоятельных работ	Кол-во часов
1	ПЗ №1. Сбор нагрузок на конструкции зданий: плиты покрытия и перекрытия, фундамент. Определение нагрузок на 1 кв.м. перекрытия здания различного назначения.	4
2	ПЗ №2 Расчѐт и конструирование центрально-сжатой железобетонной колонны. Конструирование узлов соединения.	6
3	ПЗ № 3 Расчѐт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия	6
4	ПЗ № 4 Расчѐт и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения	4
5	ПЗ № 5 Расчѐт и конструирование центрально-сжатой стальной колонны. Конструирование узлов соединения. Подбор сечения стержня стальной колонны прокатного профиля.	6
6	ПЗ № 6. Расчет болтовых соединений стальных конструкций.	4

7	ПЗ № 7. Расчет и конструирование элементов стальной стропильной фермы.	6
	ПЗ № 8. Расчѐт осадки оснований. Определение осадки фундамента методом послойного суммирования.	4
	ПЗ № 9. Расчет и конструирование столбчатого фундамента.	4
	ПЗ № 10. Расчет и конструирование свайных фундаментов	4
	ПЗ № 11. Расчѐт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки.	4
2	ПЗ № 12. Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций. Определение несущей способности кирпичного столба с сетчатым армированием	4
	Итого	**56**
	Всего практических занятий	**56**

5

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1

ИЗУЧЕНИЕ 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, жѐлтым, розовым, фиолетовым, чѐрным; топаз – бесцветным, жѐлтым, голубым, фиолетовым, зелѐным, 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 объем; *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 *неметаллическим*. Минералы, которые не имеют блеска, называют *матовыми*.

Разновидности неметаллического 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 (полевой шпат);
– *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, игольчатого строения (асбест, роговая обманка, ангидрит, волокнистые разности 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 (невыветреной) 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 SbS называют сурьмяный блеск, галенит PbS - свинцовый блеск, кобальтин Co(AsS) - кобальтовый блеск.

III класс. Галоидные соединения. К галогенидам относятся соединения галогенов (F, C1, 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 гидрооксиды. Минералы этого класса представляют собой соединения металлов или полуметаллов с кислородом и гидроксогруппой (OH). 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 (OH), F, Cl. Всего к этому классу относятсяоколо 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, К) и щелочноземельные (Mg, Ca, Sr, Ba) металлы, а также Pb, Cu, Fe, A1. 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 название «бирюзит».

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

X 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/см^3; 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/см^3; 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 – $BaSO_4$; 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/см^3; 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 – $CaSO_4$; белый, часто с голубоватым, сероватым и красноватым оттенком; черта белая; блеск стеклянный; твердость – 3-4; удельный вес – 2,9-3,0 г/см^3; 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 – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$; белый, розовый, серый до бесцветного; блеск стеклянный, перламутровый и шелковистый; твердость – 2; удельный вес – 2,3 г/см^3; спайность весьма совершенная; бывает занозистый излом; моноклинная 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 – $SrSO_4$; 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/см^3; 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 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 – 2,1-2,2 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 – 1,5-2; удельный вес – 1,97-1,99 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 – $MgCl_2$ KCl $6H_2O$; бесцветный часто окрашен примесями в красный, розовый и желтый оттенки; черта не характерна, блеск стеклянный; твердость – 2-3; удельный вес – 1,6 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 – 2-3; удельный вес – 7,4-7,6 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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 – HġS; красная; черта красная; полуметаллический и алмазный блеск; твердость – 2-2,5; удельный вес – 8,09 г/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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 трехокиси 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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.

Пиролюзит – 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/см^3; 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/см^3; спайности нет, излом чаще раковистый; гексагональная и тригональная сингония. Встречается в виде удлиненных 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 сырье 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 – $Fe_2O_3nH_2O$; цвет ржаво-желтый, бурый, до черного; черта желто-бурая; блеск полуметаллический, матовый; твердость от 4 до 1; удельный вес – 3,3-4,0 г/см^3; 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—Зигазинское и др.). Является железной рудой.

Манганит – $MnO{\cdot}Mn[OH]_2$; цвет черный; черта бурая; полуметаллический блеск; твердость – 3-4; удельный вес – 4,2-4,33 г/см^3; 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), ALOOH - состоит в основном из гидрооксидов алюминия и железа, а также глинистых минералов. Цвет белый, розоватый до красного; цвет черты красно- бурый, удельный вес – 2,5 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 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 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/см^3; 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 – $MgCO_3$; 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/см^3; 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 – $CuCO3 \cdot Cu\ (OH)_3$; цвет зеленый; черта бледно–зеленая; блеск стеклянный, шелковистый до алмазного; твердость – 3,5-4; удельный вес – 3,9-4,0 г/см^3; 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 – $2CuCO3 \cdot Cu[OH]_2$; цвет темно – синий, голубой; черта голубая; блеск стеклянный; твердость – 3,5-4; удельный вес – 3,7-3,9 г/см^3; 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 – $CaCO_3$; 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/см^3; спайности почти нет; ромбическая сингония встречается чаще в виде радиально-лучистых агрегатов, корок, натеков, ветвящихся форм - "железные цветы". Генезис гидротермальный и экзогенный. Диагностируется по морфологии, от сходного кальцита отличается отсутствием спайности по ромбоэдру.

Фосфаты

Апатит – $Ca_5(F,Cl)\ [PO_4]_3$; цвет бесцветный, зеленый, буро-зеленый; черта белая; блеск стеклянный и жирный; твердость – 5; удельный вес – 3,2 г/см^3; 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 оливко-зеленый, бутылочно-зеленый просвечивающий; черты не дает; стеклянный блеск; твердость – 6,5 – 7; удельный вес – 3,3 – 3,5 г/см^3; средняя или несовершенная спайность; ромбическая сингония; встречается в виде зернистых агрегатов, реже кристаллов; генезис магматический; диагностируется по цвету, стекляному 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 $A_3B_2[SiO4]_3$, где: A = Mg, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ca ; B = Al, Fe^{3+}, 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 [SiO4]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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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 – $(K_2N_2Ca)(Ce,Mn,Fe)_4(T,iZr)(OH)2[Si_2O7]_2$; цвет бронзовый, оранжевый, золотисто-желтый; черта не характерна; блеск стеклянный с перламутровым отливом; твердость – 3-3,5; удельный вес – 3,28-3,3 г/см^3; 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 – $Al2[SiO4][FOH]_2$; бесцветный, водяно-прозрачный, окрашен примесями в голубой и розовый оттенки; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 8; удельный вес – 3,52-3,57 г/см^3; 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 – $Ca(Mg,Fe,Al)\ [(Si,Al)_2O_6]$; цвет черный, зеленовато-черный; черта светлая, зеленая; блеск стеклянный; твердость – 6,5; удельный вес – 3,3-3,6 г/см^3; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде короткостолбчатых и таблитчатых агрегатов или сплошных зернистых масс.

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

Практического применение не имеет, но является важным породообразующим минералом.

Диопсид – $CaMg[Si_2O_6]$; цвет грязно-зеленый; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,27-3,38 г/см^3; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде короткостолбчатых кристаллов и зернистых агрегатов.

Происхождение магматическое, в ультраосновных и основных породах, в кимберлитах, и контактово-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 – $NaAl\ [Si_2O_6]$; цвет зеленовато-черный, черный; черта светло-зеленая; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,43-3,6 г/см^3; спайность средняя; моноклинная сингония. Встречается в виде призматических кристаллов с вертикальной штриховкой и лучистых агрегатов. Генезис магматический и контактово-метасоматический. Диагностируется по цвету, морфологии, часто встречается с нефелином.

Ленточные силикаты

Роговая обманка – $Ca_2 Na(Mg,Fe^{2+})_4 (Al,Fe^{3+})[(Si,Al_4)O11]_2 [OH]_2$; цвет зеленый, буро-зеленый до черного; черта зеленоватая или бурая; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,1-3,3 г/см^3; 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 – $Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5[(Si4O11]_2 [OH]_2$; цвет бутылочно-зеленый разных оттенков; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 5,5-6; удельный вес – 3,1-3,3 г/см^3; 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 – $Mg_3[Si_4O][OH]_2$; 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/см^3; 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 – $K(Mg,Fe)_3 [Si_3AlO_{10}][OH,F]_2$ слюда; белая или зеленоватая; блеск стеклянный, на плоскостях спайности с перламутровым отливом; твердость – 2-3; удельный вес – 3,02-3,12 г/см^3; 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. Метаморфическое. Слагает различные сланцы, гнейсы, роговики. Применение — для извлечения рубидия и цезия.

Используется как наполнитель в тампонажные растворы.

Мусковит – $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$ слюда; светлый, светло-зеленый, дымчатый; черта не характерна; блеск перламутровый; твердость – 2-3; удельный вес – 2,76-3,1 г/см^3; 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 – $Mg6[Si_4O_{10}][OH]_8$; цвет темно-зеленый, бутылочно-зеленый; черта белая, зеленоватая; блеск стеклянный и жирный; твердость – 2,5-3; удельный вес – 2,5-2,7 г/см^3; 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 корах 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; 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/см^3; совершенная спайность в двух напралениях 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 [$AlSiO_4$]; бесцветный, серовато-зеленый, зеленый; черты не дает; блеск стеклянный и жирный; твердость – 6; удельный вес – 2,7 г/см^3; 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).

Примененяется 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 – NH_4, NO_2, H_2S, 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 – Be_3Al_2 $[Si_6O_{18}]$; цвет зеленовато-белый, желто-зеленый, голубой и зеленый; черта не характерна; блеск стеклянный; твердость – 7,5-8; удельный вес – 2,6-2,9 г/см^3; 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 – $Na_4Ca_2Zr[Si3O_9]_2$; цвет розовый, красный разных оттенков; блеск стеклянный; твердость – 5-5,5; удельный вес – 2,8-3,0 г/см^3; 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 – $(Na_1Ca)(Li,Mg,Al)_3(Al,Fe,Mn)_6(OH)_4[BO_3]_3[Si_6O_{18}]$; цвет черный, розовый, темно-зеленый, темно-синий; черта не характерна; блеск стеклянный, матовый; твердость – 7-7,5; удельный вес – 2,9-3,2 г/см^3; сингония тригональная. Встречается в виде столбчатых и коротко-призматических 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**	**Спайнось**	**Излом**	**Агрегатное состояние**	**Другие свойства**

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2

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 горны пород.

Пояснения к работе:

1. Магматические горные породы наряду с метаморфическими слагают 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).

а) б)

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 до5мм);
- 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).

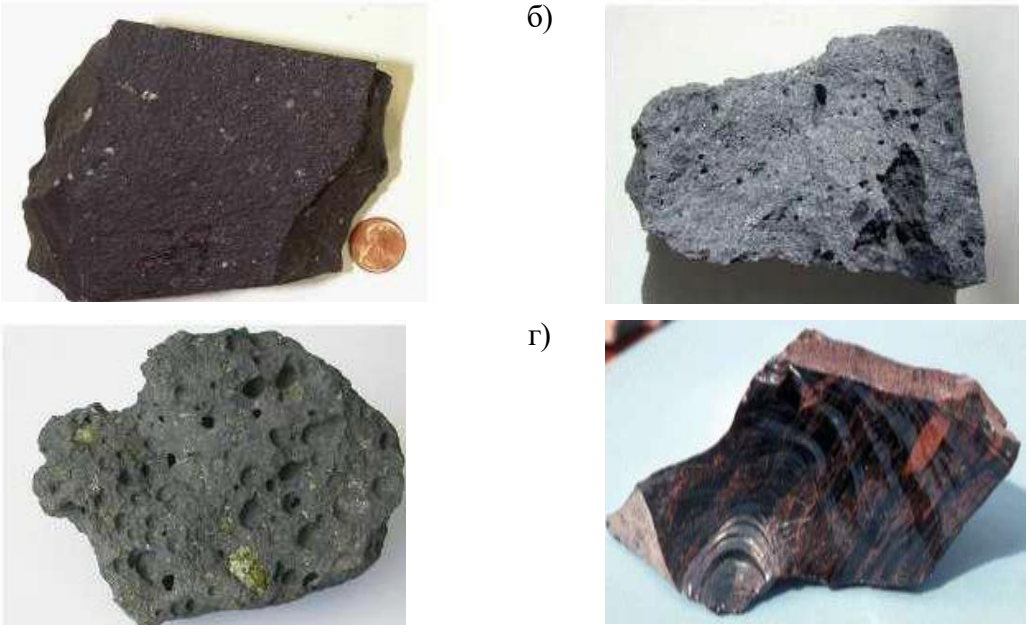
Рисунок 2.2. Массивная текстура гранитов

– 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 распространѐнных магматических горных пород приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Описание наиболее распространѐнных 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-, крупно-зернистая, 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-, средне-зернистая, редко порфировая	От темно-серой до черной с зеленоватым оттенком	-	Плагиоклазы (лабрадор, битовнит)	Пироксен, амфибол, оливин, реже биотит	Мелко- или средне-зернистая 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 поле-вые 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, порфировая	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	Порфировая, 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	Порфировая, полукристаллическая, миндале-каменная	От темно-серого до черного	-	Плагиоклаз (от лабрадора до анортита)	Авгит, роговая обманка, оливин	Основная масса плотная, может содержать стекло		Базальт (основная)
Массивная	Порфировая	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 стек- ла. Общее название для средних и основных пород порфировой структуры		Порфирт (средняя, основная)
Массивная	Тонко- и средне-зернистая	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 из- лом. Образуется при быстром застывании лавы. Другое название – вулканическое стекло.		Обсидиан (кислая)
Массивная, пористая, полосчатая	Перлитовая (концентричеси скорлуповатая)	Голубовато-серая, коричнево-серая, розова- то-серая, черная	-	-	Вулканическое стекло с содержанием воды до 9 %	Структура обусловлена внутренним напряжением, возникающим при охлаждении стекла. При тепловой обработке (t = 1000 – 1200 °С) 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 со-става	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

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3
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.

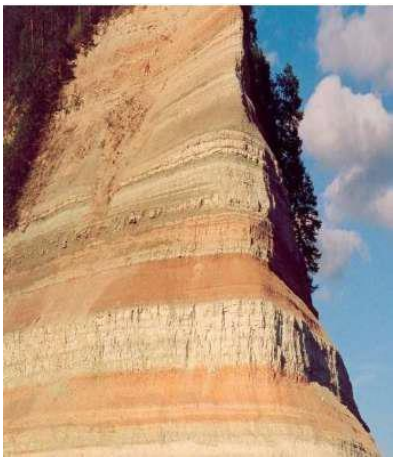
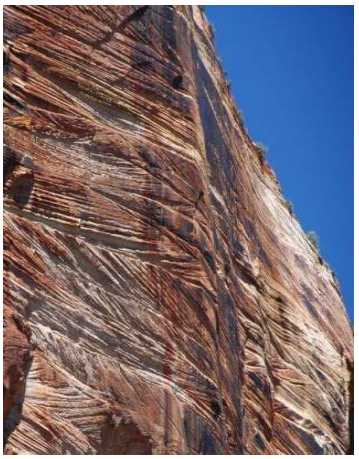
а)  б) 

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 (мене 0,05 мм) практически не окатываются, поскольку они чаще всего переносятся во взвешенном состоянии водными и воздушными потоками, а не путем перекатывания.

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, алевритовым, 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 *лѐссы* и *лѐссовидные суглинки. Лѐсс* 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 до0,005 мм).

Для лѐсса 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 лѐссов, в целом ряде районов широко развиты так называемые *лѐссовидные суглинки* (см. рис. 3.6), имеющие сходство с типичными лѐссами: они пористы, имеют вертикальные канальцы, но, в отличие от лѐссов, 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 — $Si0_2$ (40-70 %), $A1_2O_3$ (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

<table>
<tr><th>Название породы</th><th>Минералогический состав</th><th>Применение в строительстве</th></tr>
<tr><td>Конгломерат или брекчия</td><td rowspan="3">из обломков пород различного минералогического состава</td><td>Строительный камень</td></tr>
<tr><td>Щебень или галька</td><td rowspan="2">В качестве наполнителя бетона, для отсыпки полотна дорог</td></tr>
<tr><td>Гравий или дресва</td></tr>
<tr><td>Песок или песчаник</td><td>Полевые шпаты, кварц, слюда, глауконит, окислы железа</td><td>В качестве строительных растворов, сырье для получения стекла</td></tr>
<tr><td>Лѐсс (алеврит)</td><td rowspan="2">Глинистые минералы: тонкозернистый кварц, кальцит, гипс</td><td rowspan="5">Сырье для получения кирпича, для строительных растворов</td></tr>
<tr><td>Алевролит</td></tr>
<tr><td>Глина</td><td>Песчаные минералы: каолинит, монтмориллонит, глауконит</td></tr>
<tr><td>Суглинок</td><td rowspan="2">Глинистые минералы: тонкозернистый кварц, кальцит, гипс;
Песчаные минералы: каолинит, монтмориллонит, глауконит</td></tr>
<tr><td>Супесь</td></tr>
</table>

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 обусловливают 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	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ $CaSO_4$
Карбонаты:	известняк плотный, оолитовый известковый туф доломит	$CaCO_3$ $CaCO_3$ $CaMg(CO_3)_2$

Галоиды

Каменная соль. Главная составная часть ее – галит (NaC1). 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 (КС1), обычно с существенной примесью карналлита (КС1, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$) и галита. По характеру окраски выделяются красные и пѐстрые 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 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Структура мелко- и среднезернистая, а также встречается в волокнистых и пластинчатых разностях,

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 $CaMg(CO_3)_2$. 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	$SiO_2 \cdot nH_2O$
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 $CaCO_3$, 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, твѐрдые, сильно пористые (прилипает к влажному пальцу) породы белого, серого до чѐрного цвета, при ударе колется 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 тѐмная, 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.

Таблица 3.5

Журнал описания осадочных горных пород

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

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4
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 метаморфизующихся пород.

– *Динамометаморфизм,* или *дислокационный метаморфизм,* обусловливается односторонним давлением (стрессом), которое испытывают породы под влиянием тектонических движений. При этом происходит изменение структуры, текстуры, иногда минералогического состава метаморфизующихся 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, - кристаллобластми. 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, взывающего 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-контактовый
Кварцит	Кварц с примесью слюды, хлорита	Региональный
Роговики	Кварц, слюда (биотит), присутствуют часто полевые шпаты, гранат, магнетит, роговая обманка, пироксенит	Контактовый
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 метаморфизующихся пород.

– *Динамометаморфизм,* или *дислокационный метаморфизм,* обусловливается односторонним давлением (стрессом), которое испытывают породы под влиянием тектонических движений. Приэтом происходит изменение структуры, текстуры, иногда минералогического состава метаморфизующихся 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 распространѐнных 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 метосоматическая 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 средне-зернистая	Массивная	Различная, в зависимости от неизмененных 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	Сланцева-тая, 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: се-рая, 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, поле-вой шпат	Темно-зеленая окраска, характерная для роговой обмани	Региональный	Рогово-обманковый сланец
Плотная	Массивная	Желтая, красная, коричневая, зеленая и др.	Кварц, халцедон, эпи-дот, гранат, актинолит, гематит, гѐтит 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

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5
ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ ПО ДАННЫМ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ

Цель: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, получить навыки построения геологической колонки по данным буровой скважины.

Необходимые материалы и оборудование: методические рекомендации, 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 построить геологическую колонку скважины, используя данные по буровой скважине. Масштаб принять 1:200.

Пояснения к работе:

1. Перед построением геологической колонки, необходимо выполнить следующие расчеты:

- Определить мощность каждого слоя. Мощность 1-го слоя равна глубине залегания его подошвы, мощность остальных слоев рассчитывают как разность между мощностями последующего и предыдущего слоев. Сумма полученных мощностей слоев должна равняться глубине залегания подошвы последнего слоя.
- Определить абсолютную отметку подошвы каждого слоя, как разность абсолютной отметки устья скважины (число, стоящее под номером скважины, в первом столбце исходных данных) и глубины залегания подошвы данного слоя.
- Определить абсолютную отметку уровня грунтовых вод каждого горизонта как разность между абсолютной отметкой устья скважины (число, стоящее под номером скважины, в первом столбце исходных данных) и глубиной появившегося (установившегося) уровня воды. Значение глубины залегания над устьем означает, что были вскрыты напорные воды, которые имеют положительный пьезометрический уровень над устьем скважины, этот напор указывается непосредственно на геологической колонке.

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

- Вычертить необходимые для построения колонки вертикальные графы: 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 приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

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**
1	2	3	4	5	6			7	8
10 мм	10 мм	15 мм	15 мм	15 мм	15 мм	5мм	15 мм	25 мм	55 мм

- В принятом вертикальном масштабе в графе 1 нанести шкалу глубин.
- На шкале глубин отметить мощность (толщину) первого слоя и провести тонкую горизонтальную линию, которая не пересекает скважину в графах 6 и 7. Мощность 1-го слоя равна глубине залегания его подошвы. Мощность остальных слоев рассчитывают как разность между мощностями последующего и предыдущего слоев.
- В графах 2, 3, 4 по данным описания буровой скважины указать номер слоя, возраст породы и мощность слоя соответственно.
- Вычислить абсолютную отметку подошвы (низа) слоя, равную разности отметки устья скважины и мощности слоя. Числовое значение абсолютной отметки подошвы слоя записать внизу слоя в графе 5.
- В центральной части графы 6 условно вычертить скважину, а остальную часть заштриховать в соответствии с условными обозначениями данных пород, приведенными в приложении А и окрасить цветом, соответствующим возрасту данной породы (см. таблицу 4).
- Аналогично произвести построение и описание второго и последующих слоев породы.

- В графу 7 занести отметки подземных вод. Уровни подземных вод показывают графически (горизонты затушевывают синим или голубым цветом) в скважине (центральная часть графы 6).
- В графе 8 приводят описание породы.

3. 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	*fgQ*4	Суглинок бурый иловатый	5,5	1,5	1,7
	2	*eQ*3	Глина плотная	20,4		
	3	*eQ*1	Песок желтый мелкий	38,8		
	4	*C*1	Известняк трещиноватый	78,6		
	5	*D*3	Аргиллит	82,9		
	6	*γPR*	Гранит трещиноватый	85,9	82,9	1,5 м над устьем

– 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

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

– Абсолютная отметка 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

– 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

Пример построения геологической колонки показан на рисунке 5.1.

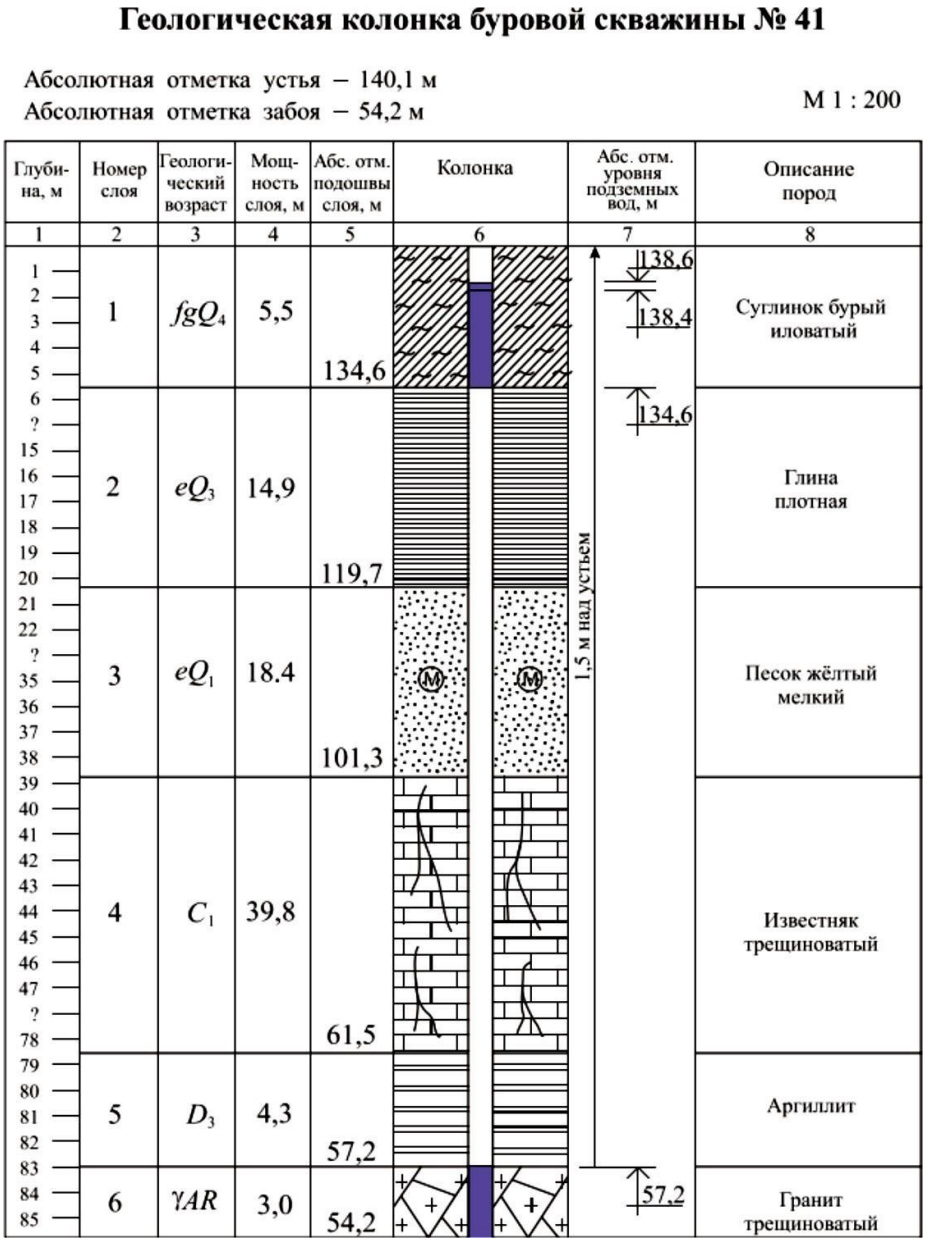


Рисунок 5.1. Геологическая колонка буровой скважины

4. Исходные данные для построения геологической колонки принять по таблице 5.2. Номер скважины соответствует номеру студента в журнале группы.

Таблица 5.2

Описание буровых скважин

№ скважи-ны и абсо-лютная отметка устья	№ слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983г.)	
					появивше-гося	установив-шегося
1	2	3	4	5	6	7
1 / 102,3	1	aQ_4	Супесь серая заторфованная, текучая	2,0	0,8	0,3
	2	aQ_4	Ил серый текучий	5,9		
	3	aQ_4	Песок мелкий иловатый, средней плотности	10,1		
	4	aQ_3	Песок средней крупности, средней плотности	11,7		
	5	C_1	Известняк трещиноватый, выветрелый в кровле слоя (1м)	25,0•		
2 / 106,4	1	aQ_4	Супесь серая текучая	6,0	5,0	5,0
	2	aQ_4	Песок мелкий иловатый, средней плотности	14,0		
	3	aQ_3	Песок средней крупности, плотный	19,0		
	4	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	34,9		
	5	D_3	Аргиллит серый	58,7		
	6	γPR	Гранит крупнокристалличес-кий трещиноватый, до глубины 2 м выветрелый	65,0	58,7	12,2 над устьем
3 / 141,3	1	deQ_4	Супесь серая заторфованная, пластичная	2,2	5,0	0,6
	2	C_3	Глина черная плотная, твердая	8,8		
	3	C_1	Известняк трещиноватый	69,8	40,1	40,7
	4	D_3	Аргиллит серый	89,3		
	5	γPR	Гранит крупнокристаллический, выветрелый до 90,5 м	92,0	89,3	22,6
4 / 144,1	1	deQ_4	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,1	0,6	0,6
	2	C_3	Глина черная твердая	11,3		
	3	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	72,8	45,0	45,6
	4	D_3	Аргиллит серый	97,9		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 98,2 м	99,6	97,9	25,8

Таблица 5.2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
5/144,6	1	eQ_4	Супесь серая заторфо-ванная, пластичная	3,5	0.4	0,0
	2	C_3	Глина черная полутвердая	12,1		
	3	C_1	Известняк трещиноватый	73,2		
	4	D_3	Аргиллит серый	94,9	46,2	46,8
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 95,5 м	97,4	94,9	26,1
6/116,7	1	aQ_3	Суглинок бурый полутвердый	4,7		
	2	aQ_3	Супесь желтая пластичная	13,9		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	20,8	15,8	16,2
	4	C_1	Известняк трещиноватый и закарстованный	45,4		
	5	D_3	Аргиллит серый слаботрещиноватый	65,2		
	6	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до забоя скважин	67,0	65,2	1,3
7/101,1	1	aQ_4	Песок мелкий с глыбами известняка и дресвой, рыхлый	3,8	1,9	1,5
	2	aQ_3	Песок средней крупности плотный	5,3		
	3	fgQ_1	Песок крупный кварцевый средней плотности	6,4		
	4	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	29,6		
	5	D_3	Аргиллит серый	65,2	65,2	6,5 над
	6	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	70,0		устьем
8/94,6			Слой льда и воды		4,9 над	5,2 над
	1	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	5,1	устьем	устьем
	2	aQ_4	Песок средней крупности средней плотности	14,6		
	3	fgQ_1	Песок крупный средней плотности	25,0		
	4	D_3	Аргиллит серый	44,6		19,8 над
	5	γPR	Гранит трещиноватый	48,0	44,6	устьем
9/98,2			Слой льда и воды		1,9 над	2,2 над
	1	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	8,7	устьем	устьем
	2	aQ_4	Песок крупный с гравием рыхлый	10,7		
	3	aQ_3	Песок средней крупности средней плотности	17,1		
	4	fgQ1	Песок крупный средней плотности	22,3		
	5	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	27,0		
	6	D_3	Аргиллит серый	38,8		15,1 над
	7	γPR	Гранит трещиноватый,	46,0	38,8(08.03)	устьем

Таблица 5.2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
10 96,9			Слой льда и воды		2,6 над устьем	2,9 над устьем
	1	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	12,0		
	2	aQ_3	Песок средней крупности плотный	20,1		
	3	fgQ_1	Песок крупный средней плотности	33,6		
	4	D_3	Аргиллит серый	35,0		
11 105,0	1	aQ_4	Супесь бурая текучая	5,8	4,1	4,6
	2	aQ_4	Песок мелкий кварцевый рыхлый	14,3		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	24,6		
	4	fgQ_1	Песок крупный средней плотности	32,5		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	33,9		
	6	D_3	Аргиллит серый	52,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 54,6 м	61,0	52,2(08.04)	7,8 над устьем
12 106,0	1	aQ_4	Супесь бурая пластичная	7,2	4,9	5,5
	2	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	14,7		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	26,0		
	4	fgQ_1	Песок крупный	32,6		
	5	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	34,8		
	6	D_3	Аргиллит серый	61,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до глубины 63 м	66,0	61,6	9,4 над устьем
13 107,9	1	pQ_4	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3		
	2	aO_3	Суглинок бурый полутвердый	9,6		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	28,3	9,6	5,5
	4	fgQ_1	Песок крупный кварцевый средней плотности	42,0		
	5	D_3	Аргиллит серый	56,0		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	59,0	56,0	5,7
14 106,6	1	pQ_4	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3		
	2	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	12,8		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	25,9	4,6	5,1
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием средней плотности	41,5		
	5	D_3	Аргиллит серый	45,4		4,1 над устьем
	6	γPR	Гранит трещиноватый	52,0	45,4	

Таблица 5.2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
15	1	aQ_3	Суглинок бурый полутвердый	5,1		
116,5	2	aQ_3	Супесь желтая пластичная	11,9		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	35,2	14,8	15,2
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием средней плотности	48,3		
	5	D_3	Аргиллит серый	53,7		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллическ.	58,0	53,7	4,6
16	1	aQ_3	Суглинок бурый полутвердый	6,3		
115,6	2					
	3	aQ_3	Супесь желтая пластичная	13,5		
	4	aQ_3	Песок средней крупности плотный	35,7	14,1	14,5
	5	fgQ_1	Песок крупный с гравием средней плотности	48,0		
		D_3	Аргиллит серый	52,0		
17	1	aQ_3	Суглинок бурый пластичный	10,4	10,9	11,4
112,8	2	aQ_3	Песок средней крупности плотный	32,0		
	3	fgQ_1	Песок крупный с гравием и галькой средней плотности	47,9		
	4	D_3	Аргиллит серый	64,6		1,4 над
	5	γPR	Гранит трещиноватый	70,0	64,6	устьем
18	1	aQ_3	Суглинок бурый полутвердый	10,5		
116,2	2	aQ_3	Песок средней крупности	26,3	11,7	12,2
	3	fgQ_1	Песок крупный кварцевый средней плотности	42,4		
	4	C_1	Известняк трещиноватый, закарстованный	44,7		
	5	D_3	Аргиллит серый	51,8		
19	1	aQ_3	Суглинок бурый полутвердый	5,4		
117,1	2	aQ_3	Супесь желтая пластичная	12,6		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	34,7	14,1	14,6
	4	fgQ_1	Песок крупный средней плотности	38,3		
	5	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	46,1		
	6	D_3	Аргиллит серый	55,3		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	60,0	55,3	3,9
20	1	aQ_3	Суглинок бурый полутвердый	8,1		
116,0	2	aQ_3	Супесь желтая пластичная	14,9	13,2	13,8
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	32,8		
	4	fgQ_1	Песок крупный средней плотности	38,1		
	5	C_1	Известняк трещиноватый, закарстованный	44,6		
	6	D_3	Аргиллит серый	62,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	70,0	62,2	2,5

Таблица 5.2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
21 114,5	1	aQ_3	Суглинок бурый иловатый тугопластичный	4,4	11,8	11,9
	2	aQ_3	Супесь желтая пластичная	13,2		
	3	aQ_3	Песок средней крупности плотный	32,2		
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием средней плотности	38,1		
	5	C_1	Известняк трещиноватый, закарстованный	45,5		
	6	D_3	Аргиллит серый	67,3		
	7	γPR	Гранит крупнокристалличе-ский	76,0	67,3	0,2
22 118,6	1	dQ_4	Суглинок серый с щебнем известняка мягкопластичный	1,6		
	2	aQ_3	Суглинок бурый мягкопластичный	6,2		
	3	C_1	Известняк трещиноватый, закарстованный	47,1	11,8	12,2
	4	D_3	Аргиллит серый	93,4		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	95,0	93,4	11,3
23 118,4	1	dQ_4	Песок пылеватый рыхлый	1,2		
	2	aQ_3	Суглинок бурый мягкопластичный	8,3		
	3	aQ_3	Супесь желтая пластичная	14,6	10,9	11,3
	4	aQ_3	Песок средней крупности средней плотности	18,9		
	5	C_1	Известняк трещиноватый, закарстованный	47,1		
	6	D_3	Аргиллит серый	57,4		
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 58,5 м	62,0	57,4	2,7
24 144,3	1	edQ_4	Супесь заторфованная пластичная	2,6	0,4	0,6
	2	C_3	Глина черная плотная твердая	11,9		
	3	C_1	Известняк трещиноватый	73,0	45,8	45,5
	4	D_3	Аргиллит серый	94,5		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	99,0	94,5	29,1
25 129,2	1	dQ_4	Супесь серая с щебнем известняка пластичная	2,5		
	2	C_1	Известняк закарстованный	58,5	30,3	30,0
	3	D_3	Аргиллит серый	72,4		
	4	γPR	Гранит выветрелый на глубину до 74,0 м	75,0	72,4	13,0

Таблица 5.2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
26 / 131,0	1	dQ_4	Суглинок с обломками известняка, мягкопластичный	3,4		
	2	C_1	Известняк закарстованный	59,5	24,8	24,7
	3	D_3	Аргиллит серы	78,6		
	4	γPR	Гранит крупнокристаллический, трещиноватый	80,0	78,6	16,2
27 / 107,5	1	aQ_4	Песок пылеватый средней плотности	2,6		
	2	aQ_4	Супесь бурая пластичная	8,4	5,7	5,7
	3	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	18,9		
	4	aQ_3	Песок средней крупности плотный	22,2		
	5	C_1	Известняк трещиноватый закарстованный	36,0		
	6	D_3	Аргиллит серый	53,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	59,4	53,6	7,1 над устьем
28 / 99,8	1	aQ_4	Песок мелкий	7,9	2,3 над устьем	2,5 над устьем
	2	aQ_4	Песок крупный с галькой	12,8		
	3	aQ_3	Песок средний	13,1		
	4	fgQ_1	Песок крупный	16,6		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	23,1		
	6	D_3	Аргиллит серый	38,9		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	44,3	38,9	15,9 над устьем
29 / 115,8	1	aQ_4	Суглинок бурый плотный	6,6		
	2	aQ_3	Супесь желтая	13,6		
	3	aQ_3	Песок средний	35,8	15,1	15,6
	4	fgQ_1	Песок крупный с галькой и гравием	48,4		
	5	D_3	Аргиллит серый	61,4		
	6	γPR	Гранит трещиноватый	72,8		
30 / 116,7	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	10,6		
	2	aQ_3	Песок средний	32,2	11,9	11,4
	3	fgQ_1	Песок крупный с гравием	50,4		
	4	D_3	Аргиллит серый	74,6		
	5	γPR	Гранит трещиностойкий выветрелый	80,0	74,6	5,1 над устьем
31 / 116,5	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	10,3		
	2	aQ_3	Песок средний	26,8	11,8	12,3
	3	fgQ_1	Песок крупный кварцевый	42,1		
	4	C_1	Известняк трещиноватый	44,8		
	5	D_3	Аргиллит серый	54,8		
32 / 117,6	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	5,1		
	2	aQ_3	Супесь желтая	12,9		
	3	aQ_3	Песок средний с гравием	34,8	14,5	14,8
	4	fgQ_1	Песок крупный	43,1		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	46,9		
	6	D_3	Аргиллит серый	55,8		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	64,0	55,8	2,9

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6
ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ БУРОВЫХ СКВАЖИН

Цель: закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекционных занятиях, получить навыки построения геологического разреза по данным буровой скважины.

Необходимые материалы и оборудование: 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 построить геологический разрез с использованием описания буровых скважин из практического задания № 5. Для построения разреза принять следующие масштабы: горизонтальный – 1:10000, вертикальный – 1:1000.

Пояснения к работе:

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

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

- В нижней части листа во всю его длину построить таблицу, включающую в себя 3 графы: номер скважины, абсолютная отметка устья, расстояние между скважинами.
- Выбрать горизонтальный и вертикальный масштабы. 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.
- Слева от разреза построить шкалу в выбранном масштабе, длина которой 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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).
- Окончательно оформить разрез штриховкой пород однородного состава и одинакового возраста общепринятыми условными обозначениями, приведенными в приложении А.
- Справа от разреза указать расшифровку условных обозначений, заключенных в прямоугольники размером 10×15 мм. Прямоугольник окрашивается соответствующим цветом, заполняется 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 6.1.

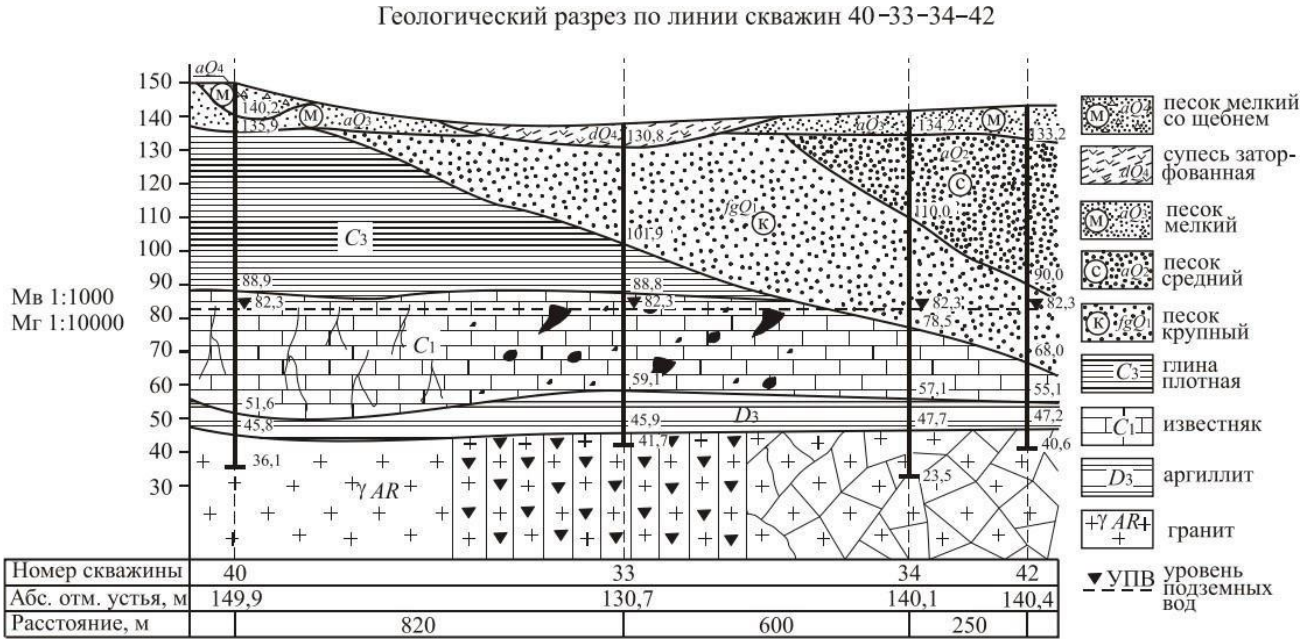


Рисунок 6.1. Геологический разрез по данным буровых скважин

2. Варианты заданий к построению геологического разреза приведены в таблице 6.1. Номер варианта соответствует номеру студента в журнале группы. Описания буровых скважин принять из таблицы 5.1 практического задания 5. Для построения геологического разреза принять горизонтальный масштаб 1:10000, вертикальный – 1:1000.

Таблица 6.1

Варианты заданий к построению геологического разреза

Вариант	Номер буровых скважин / Расстояние между скважинами	Вариант	Номер буровых скважин / Расстояние между скважинами
1	6 – 9 – 15 – 19 660 500 720	17	6 – 9 – 10 – 22 600 550 720
2	3 – 6 – 9 – 15 1060 440 300	18	5 – 6 – 7– 15 1050 400 350
3	4 – 7 – 13 – 18 980 480 120	19	4 – 7 – 10 – 19 950 450 150
4	7 – 13 – 18 – 22 480 300 600	20	9 – 13 – 18 – 32 480 300 600
5	5 – 8 – 10 – 26 800 60 740	21	31 – 8 – 10 – 26 800 60 740
6	25 – 12 – 17 – 21 600 300 340	22	25 – 15 – 18 – 27 500 400 340
7	3 – 25 – 12 – 17 880 500 140	23	6 – 25 – 14 – 20 850 550 140
8	6 – 11 – 16 – 20 500 320 600	24	3 – 13 – 16 – 22 520 300 620
9	2 – 6 – 11 – 16 760 400 140	25	1 – 5 – 11 – 28 750 450 110

10	5 – 24 – 14 – 23 620 900 460	26	8 – 21 – 17 – 23 600 800 450
11	3 – 6 – 28 – 15 1020 480 300	27	4 – 7 – 28 – 19 1000 480 350
12	23 – 22 – 21 – 20 1080 600 620	28	23 – 22 – 21 – 30 1080 600 620
13	8 – 7 – 25 – 6 580 600 600	29	8 – 9 – 25 – 11 580 700 500
14	5 – 4 – 2 – 1 660 1220 320	30	6 – 3 – 2 – 1 650 1200 300
15	14 – 13 – 12 – 11 960 600 600	31	18 – 19 – 12 – 21 900 600 500
16	20 – 29 – 11 – 6 620 340 580	32	22 – 29 – 31 – 16 600 360 560

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7
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 (горизонтали). 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 путѐм интерполяции определяют отметки уровней грунтовых вод между скважинами, равными целому числу. Интерполяцию выполняют для всех четырѐх 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 улона грунтового потока берут минимум 3 гидроизогипсы, где они максимально сгущены и максимально разрежены.

Пример построения карты гидроизогипс приведен на рисунке 7.1.

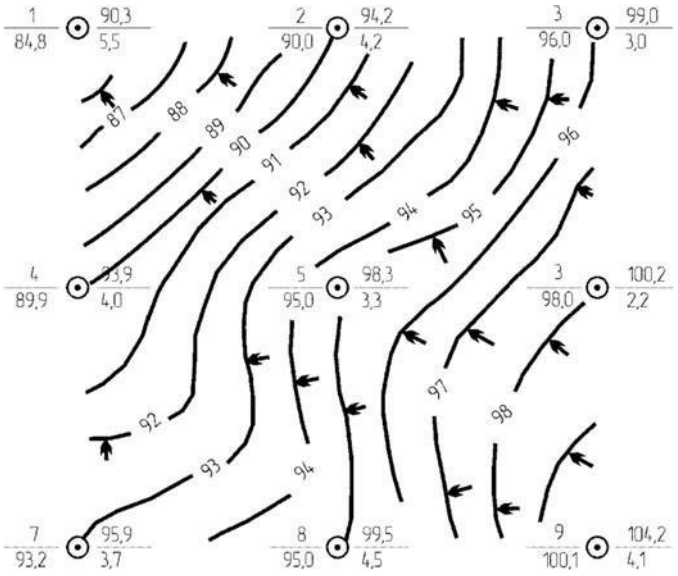


Рисунок 7.1. Карта гидроизогипс

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

Таблица 7.1

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)

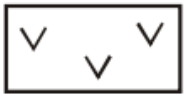
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вариант 25			**Вариант 26**			**Вариант 27**	
1	317,0	1,0	1	121,5	7,5	1	403,0	0,0
2	316,0	7,0	2	119,2	1,6	2	410,0	5,0
3	316,0	4,0	3	118,1	0,0	3	413,0	7,0
4	315,0	1,0	4	123,1	1,6	4	416,0	9,0
5	315,0	0,0	5	125,2	1,2	5	417,0	1,0
6	316,0	9,0	6	120,0	6,9	6	409,0	4,0
7	313,0	5,0	7	115,1	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

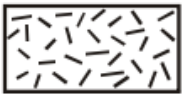
Приложение А

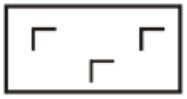
Условные графические обозначения

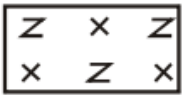
Класс скальных грунтов:

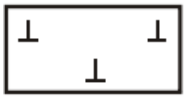
а) *магматические грунты*

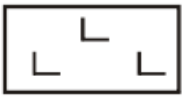

Андезит, порфит


Липарит, порфир

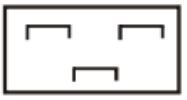

Базальт

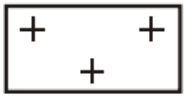

Монцонит

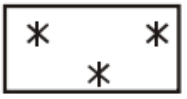

Габбро


Норит

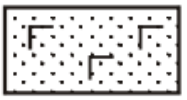
Горнблендит

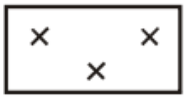

Перидотит

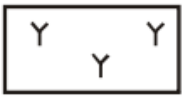

Гранит


Сиенит

Диабаз

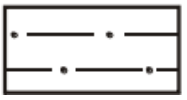

Туф

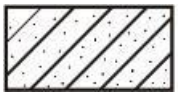

Диорит

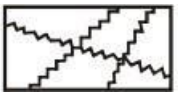

Эффузивные нерасчлененные

б) *метаморфические грунты*

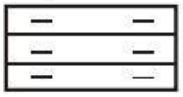
Гнейс

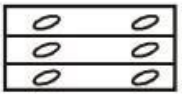

Сланец

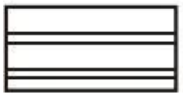

Кварцит

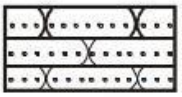

Катаклазит

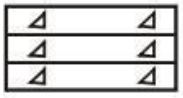
в) *обломочные грунты*

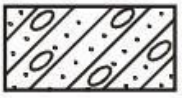

Алевролит

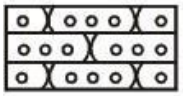

Конгломерат

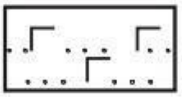

Аргиллит


Песчаник

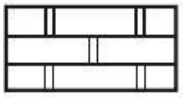

Брекчия

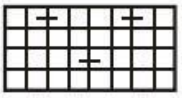

Тиллит

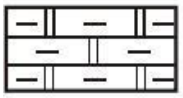

Гравелит

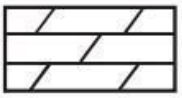

Туффит

г) *биохимические грунты*

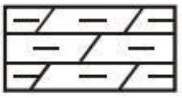

Доломит

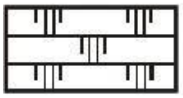

Мел глинистый

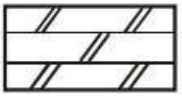

Доломит глинистый

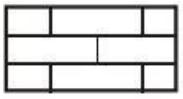

Мергель

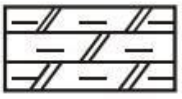
Доломит известковистый

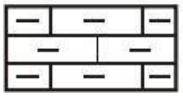

Мергель глинистый

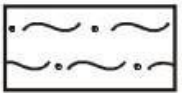

Доломит известковый

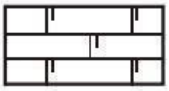

Мергель доломитовый

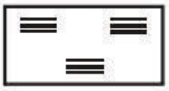

Известняк

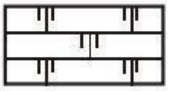

Мергель глинистый доломитовый

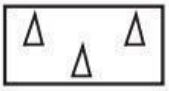

Известняк глинистый

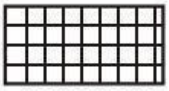

Гиттия, сапрокол


Известняк доломитистый


Диатомит, трепел


Известняк доломитовый


Опока


Мел

Спонголит, радиолярит

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1
ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОГО ЗДАНИЯ

Цель: закрепить знания, полученные по теме; научиться определять типы конструктивных систем бескаркасного здания; научиться применять знания о привязке конструкций к осям.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ.

Ход работы:

1. Порядок вычерчивания конструктивной системы несущего остова бескаркасного здания:
   - Определить конструктивную схему здания.
   - На листе миллиметровой бумаги формата А3 построить графическую сетку координационных осей в М1:100.
   - Тонкой линией нанести контуры наружных и внутренних стен с учетом привязки.
   - В одном из пролетов схематично показать плиты перекрытий. Опирание плит перекрытия на стену – 120 мм.
   - В местах опирания плит показать стены пунктирной линией. Толстой сплошной линией обвести наружные и внутренние стены.
   - Нанести первой размерной линией привязку стен, второй – расстояние между осями.
   - Замаркировать и проставить оси.
   - На чертеже выносками обозначить основные конструктивные элементы здания.
   - Принять дополнительные данные: толщина наружных стен 640 мм (модульная привязка несущих стен 200/440); толщина внутренних стен 380 мм (центральная привязка). Ширину плиты перекрытия принять 1500 мм
   - Оформить чертеж, вычертить рамку чертежа и основную надпись, в которой отобразить название практической работы с указанием конструктивной схемы здания соответственно варианту.
2. Порядок вычерчивания конструктивной системы несущего остова каркасного здания.
   - Построить графическую сетку координационных осей в М1:100.
   - Толстой линией нанести контуры колонн с учетом привязки (привязка центральная).

– Тонкой линией нанести контуры ригелей.
– В двух пролетах схематично показать плиты перекрытий. Опирание плит перекрытия на ригель – 120 мм.
– Толстой сплошной линией обвести колонны и ригели и нанести контур наружных навесных стен. В местах опирания плит на ригель показать пунктирную линию.
– Нанести первой размерной линией привязку колонн, второй – расстояние между осями. (15 мм от края конструкции, 8 мм между размерными линиями).
– Замаркировать и проставить оси.
– На чертеже выносками обозначить основные конструктивные элементы здания.
– Принять дополнительные данные: колонны сечением 400*400 мм, ригели 400 мм (центральная привязка); толщина наружных навесных стен 300 мм; ширину плиты перекрытия принять 1500 мм.
– Оформить чертеж, вычертить рамку чертежа и основную надпись, в которой отобразить название практической работы с указанием конструктивной схемы здания соответственно варианту.

3. Графическое оформление задания:
   – соблюдать толщину основных, осевых и размерных линий;
   – расстояние от наружной грани стены до первой размерной цепочки не менее 15 мм; расстояние между размерными линиями не менее 8 мм;
   – диаметр кружков осей 8-10 мм;
   – соблюдать чертежный шрифт.
4. Задание**:**

Вычертить конструктивные системы гражданских здания. По таблице выбрать вариант задания. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале группы.

Вариант	**Шаг, м**	**Количество шагов**	**Пролет, м**	**Количество пролетов**	**Конструктивная схема здания**
1	4,5	3	5,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	2,8	4	3,0	3	Каркасная безригельная
2	3,0	4	5,0	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	6,8	2	3,5	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
3	4,2	3	3,0	3	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	2,7	4	5,0	2	Каркасная с поперечным расположением ригелей

4	6,5	2	4,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами

	2,8	4	4,5	2	Каркасная безригельная
5	4,5	3	4,0	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	6,8	2	5,2	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
6	3,2	3	4,0	3	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,2	3	5,0	2	Каркасная с продольным расположением ригелей
7	4,2	3	5,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	7,2	2	4,5	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
8	2,8	4	5,5	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	4,2	3	3,0	3	Каркасная безригельая
9	2,7	4	5,0	2	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,7	3	4,5	2	каркасное с поперечным расположением ригелей
10	4,0	3	4,5	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	7,2	2	4,0	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
11	6,8	2	5,0	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	3,2	4	4,5	2	Каркасная безригельная
12	2,8	4	4,5	2	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,0	3	3,5	3	каркасное с продольным расположением ригелей
13	6,8	2	5,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	3,0	4	5,0	2	Каркасная безригельная
14	4,2	3	5,0	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	6,5	2	4,0	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
15	4,0	3	3,5	3	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,2	3	3,0	3	Каркасная с поперечным расположением ригелей
16	4,7	3	4,5	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	3,5	4	5,0	2	Каркасная безригельная
17	7,2	2	4,5	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	6,4	2	5,0	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей

18	3,8	3	5,0	2	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,5	3	5,0	2	Каркасная с продольным расположением ригелей
19	7,2	2	4,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	6,6	2	4,5	2	каркасное с перекрестным расположением ригелей
20	3,2	4	4,5	2	Бескаркасная с поперечными

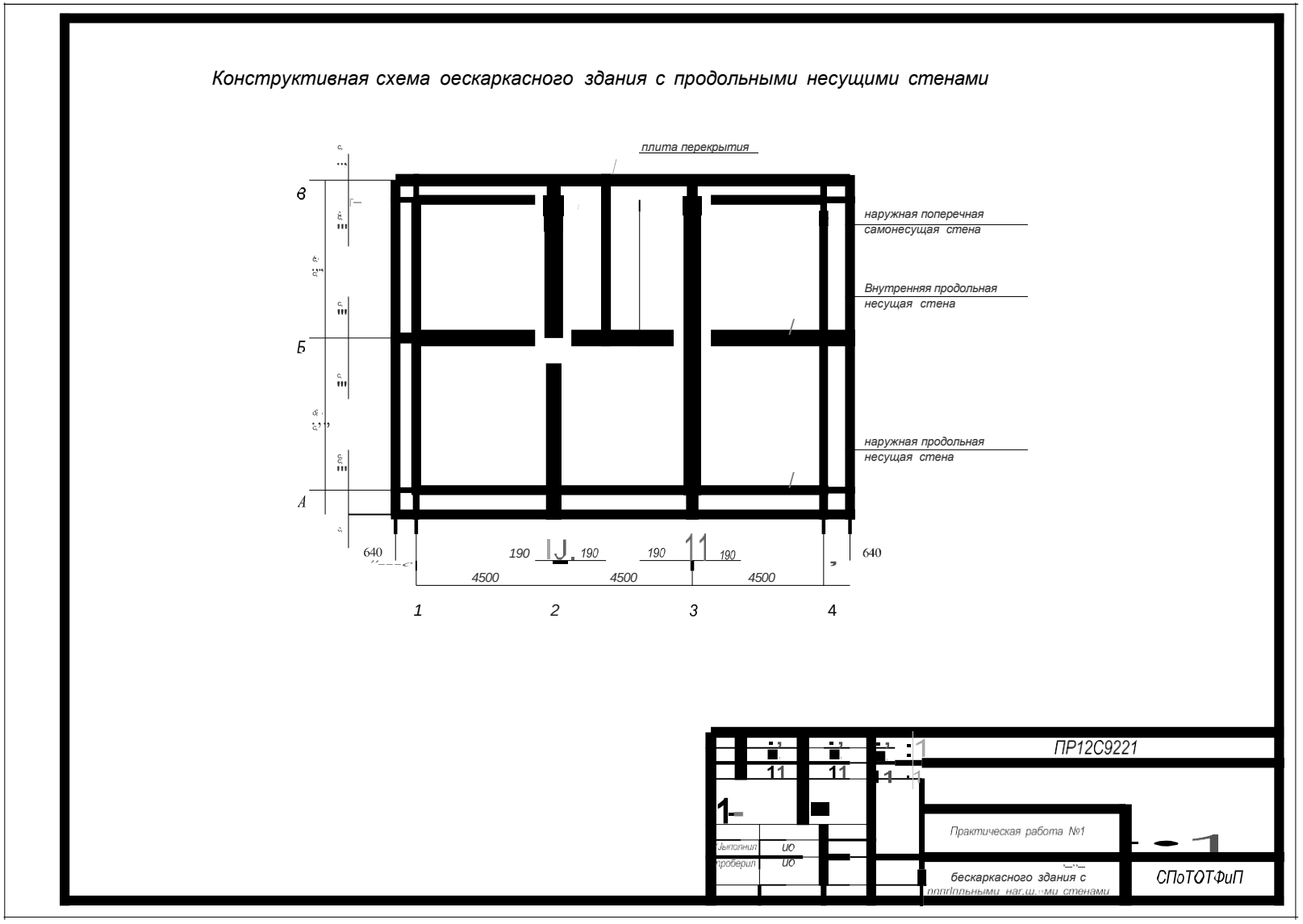
					несущими стенами
	4,5	3	4,5	2	Каркасная безригельная
21	3,0	3	4,2	3	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	3,8	3	5,0	2	Каркасная с поперечным расположением ригелей
22	6,4	2	5,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	7,5	2	5,0	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
23	4,7	3	4,5	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	4,2	3	5,0	2	Каркасная безригельная
24	4,5	3	4,5	2	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,0	3	4,5	2	Каркасная с продольным расположением ригелей
25	6,6	2	4,5	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	4,5	3	4,0	2	Каркасная безригельная
26	7,5	2	5,0	2	Бескаркасная с поперечными несущими стенами
	3,0	3	4,2	3	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
27	3,5	4	5,0	2	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	4,7	3	4,5	2	Каркасная с поперечным расположением ригелей
28	4,5	3	5,0	2	Бескаркасная с продольными несущими стенами
	3,0	4	5,0	2	Каркасная безригельная
29	3,0	4	5,0	2	Бескаркасное с поперечными несущими стенами
	4,5	3	5,0	2	Каркасная с перекрестным расположением ригелей
30	4,2	3	3,0	3	Бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами
	3,2	3	4,0	3	Каркасная с продольным расположением ригелей

Пояснения к работе:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. В соответствии с вариантом задания вычертить конструктивную схему бескаркасного здания с обозначением всех основных конструктивных элементов, образующих остов здания (стен и плит перекрытия) на миллиметровой бумаге формата А3.

4. Оформить чертеж в соответствии с требованиями ГОСТ.

Пример выполнения:



Пример выполнения:

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТА. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ.

Цель: закрепить знания, полученные по теме; научиться рассчитывать нормативную глубину промерзания грунта в соответствии с СП и глубину заложения фундамента; изучить последовательность проектирования фундамента; научиться разрабатывать чертежи и подбирать элементы ленточного сборного железобетонного фундамента; научиться заполнять спецификацию элементов по ГОСТ.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ, бумага А4.

Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить расчет глубины промерзания грунта и глубины заложения фундамента.
4. Выполнить схему расположения элементов сборного железобетонного ленточного фундамента; сечения по наружной и внутренней стене подвала; заполнить спецификацию сборных железобетонных элементов фундамента.

Пояснения к работе:

1. Расчет нормативной глубины промерзания грунта выполняется по СП 22.13330.2016 (акт.ред. СНиП 2.02.01-83*) ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

2. Нормативную глубину сезонного промерзания грунта d_{fn}, м, при отсутствии данных многолетних наблюдений следует определять на основе теплотехнических расчетов. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м, ее нормативное значение допускается определять по формуле:

$$d_{fn} = d_0\sqrt{M_t},$$

где M_t – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по СП «Строительная климатология», а при отсутствии в них данных для конкретного пункта или района строительства - по результатам наблюдений гидрометеорологической станции, находящейся в аналогичных условиях с районом строительства;

d_0 – величина, зависящая от типа грунта, принимаемая равной, м, для:

суглинков и глин – 0,23;

супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28;

песков гравелистых, крупных и средней крупности - 0,30;

крупнообломочных грунтов - 0,34.

Значение d_0 для грунтов неоднородного сложения определяется как средневзвешенное в пределах глубины промерзания.

Стоит отметить, что фактическая глубина отличается от номинального значения промерзания грунта. Дело в том, что при составлении СНиП учитывались самые плохие погодные условия с отсутствием снежного покрова. Указанные в таблице значения являются максимальными. Теплоизоляторы лед и снег защищают поверхность земли, препятствуют ее сильному промерзанию вглубь.

Грунт под фундаментом дома промерзает также не так глубоко, потому что отопление в холодные месяцы частично согревает верхние слои земли. Поэтому, реальная глубина промерзания грунта ниже нормативной от 20 до 40%.

3. Расчетную глубину сезонного промерзания грунта d_f, м, определяют по формуле:

$$d_f = k_h d_{fn},$$

где d_{fn}- нормативная глубина промерзания, м;

k_h- коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый для наружных фундаментов отапливаемых сооружений - по таблице 1;

для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений k_h=1,1, кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой.

Таблица 1

Особенности сооружения	Коэффициент k_h при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °С				
	0	5	10	15	20 и более
Без подвала с полами, устраиваемыми:					
по грунту	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
на лагах по грунту	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
по утепленному цокольному перекрытию	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
С подвалом или техническим подпольем	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Примечания
1 Приведенные в таблице значения коэффициента k_h относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края фундамента 0,5 м; если 1,5 м, значения коэффициента k_h повышают на 0,1, но не более чем до значения 1; при промежуточном значении значения коэффициента определяют интерполяцией.
2 К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относятся подвалы и технические подполья, а при их отсутствии - помещения первого этажа.
3 При промежуточных значениях температуры воздуха коэффициент принимают с округлением до ближайшего меньшего значения, указанного в таблице.

Задание:

№п/п	**Город**	**Тип грунта**	**$t_в$ в помещении, примыкающем к наружным фундаментам (подвал)**
1.	Архангельск	Суглинки	+5°С
2.	Вологда	Супесь	
3.	Екатеринбург	Суглинки	
4.	Казань	Супесь	
5.	Курск	Песок мелкий	
6.	Москва	Глины	
7.	Нижний Новгород	Песок мелкий	
8.	Орел	Супесь	
9.	Пермь	Суглинки	
10.	Псков	Супесь	
11.	Ростов-на-Дону	Песок мелкий	
12.	Рязань	Глины	
13.	Самара	Суглинки	
14.	Санкт-Петербург	Глины	
15.	Саратов	Супесь	
16.	Тюмень	Суглинки	
17.	Челябинск	Глины	
18.	Ярославль	Супесь	
19.	Петрозаводск	Суглинки	
20.	Тамбов	Супесь	
21.	Белгород	Супесь	
22.	Владимир	Суглинки	
23.	Волгоград	Песок мелкий	
24.	Великий Новгород	Супесь	
25.	Тихвин	Глины	
26.	Калининград	Супесь	
27.	Элиста	Супесь	
28.	Смоленск	Супесь	
29.	Кострома	Суглинки	

30.	Пенза	Супесь	

4. План фундамента выполнять в масштабе 1:100 на листе формата А3.

- на изображении поперечного сечения фундамента определить привязку фундаментных стеновых блоков и ленточных фундаментов (блок-подушек) к координационным осям;

- нанести координационные оси здания в соответствие с задание;

- нанести контуры фундаментных блоков с учетом их привязки. Принять ширину фундаментных блоков под наружные стены 600 мм, под внутренние – 400 мм.

- нанести контур фундаментных плит (располагать симметрично под фундаментными блоками). Ширину фундаментных плит принять 1400 мм под все стены (наружные и внутренние)

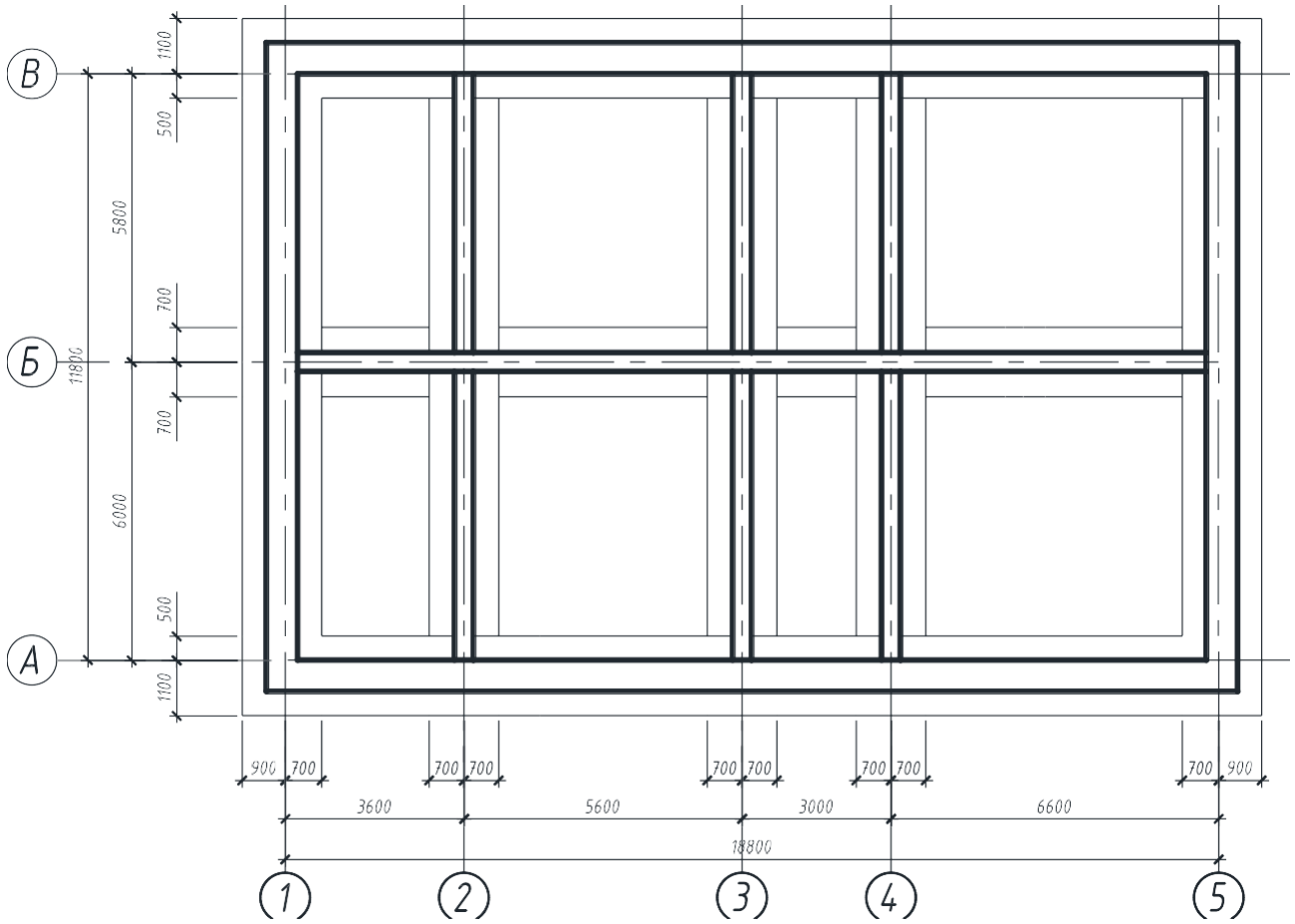


Рис. 3 Схема нанесения контуров фундаментных блоков и плит

- выполнить разбивку фундаментных плит. Принять плиты длиной 800 мм, 1200 мм, 2400 мм. (предпочтение отдавать плитам длиной 2400 мм). Допускается применять разрыв между плитами до 800 мм;

- выполнить разбивку фундаментных блоков. Принять блоки длиной 900 мм, 1200 мм, 2400 мм. Возможно устройство монолитных участков длиной до 900 мм в случае невозможности установки блока;

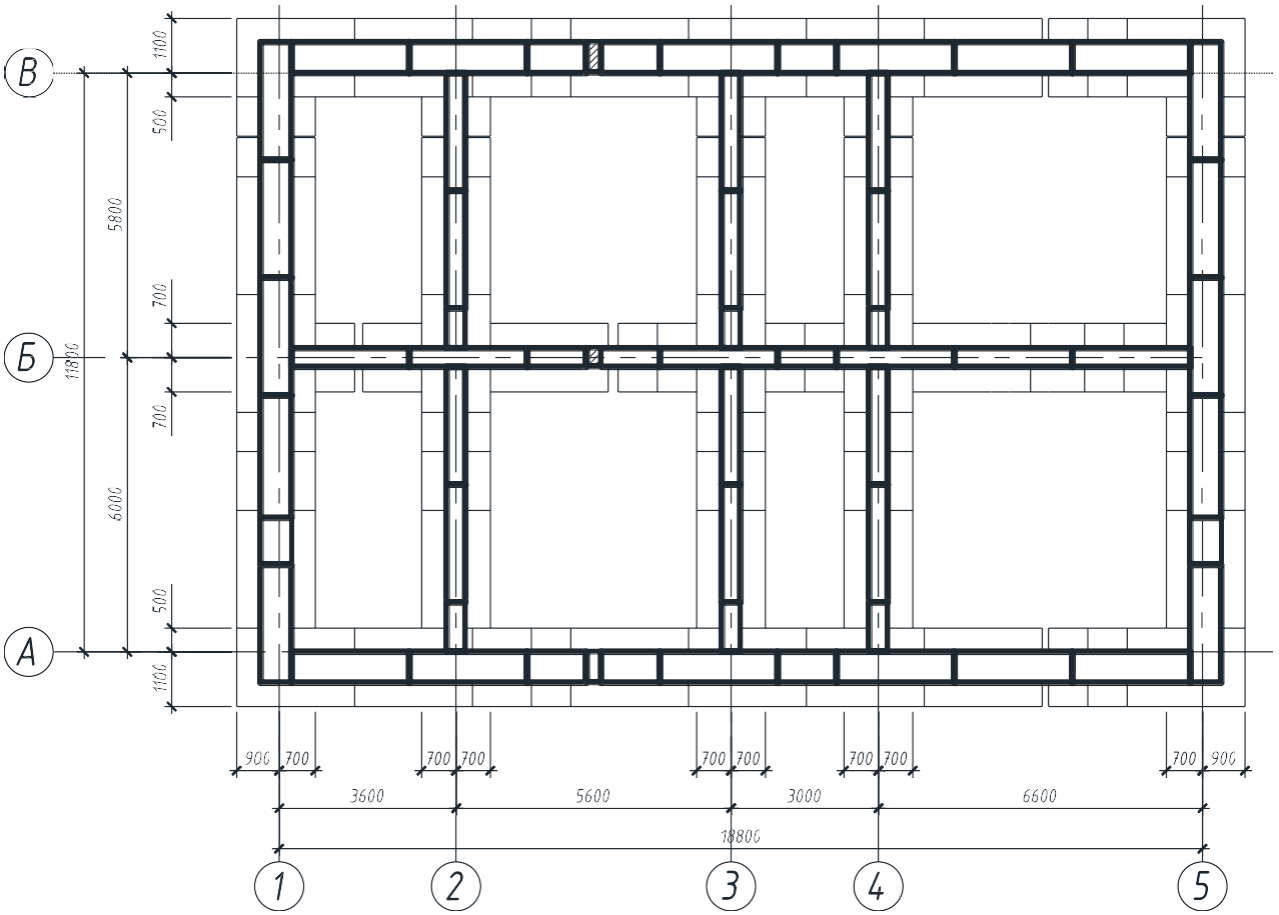


Рис.4 Схема раскладки фундаментных блоков.

- нанести на плане позиции (марки) элементов конструкций (принять маркировку фундаментных плит **ПФ1, ПФ2, ПФ3**, а фундаментных блоков – **БФ1, БФ2**… и т.д.).

- показать первую размерную линию, на которой показать привязку к координационным осям фундаментных плит, затем на расстоянии 10 мм нанести вторую размерную линию, на которой показать расстояния в осях, на расстоянии 10 мм нанести третью размерную линию, на которой показать размер в крайних осях. Размерные линии нанести как по цифровым осям, так и по буквенным;

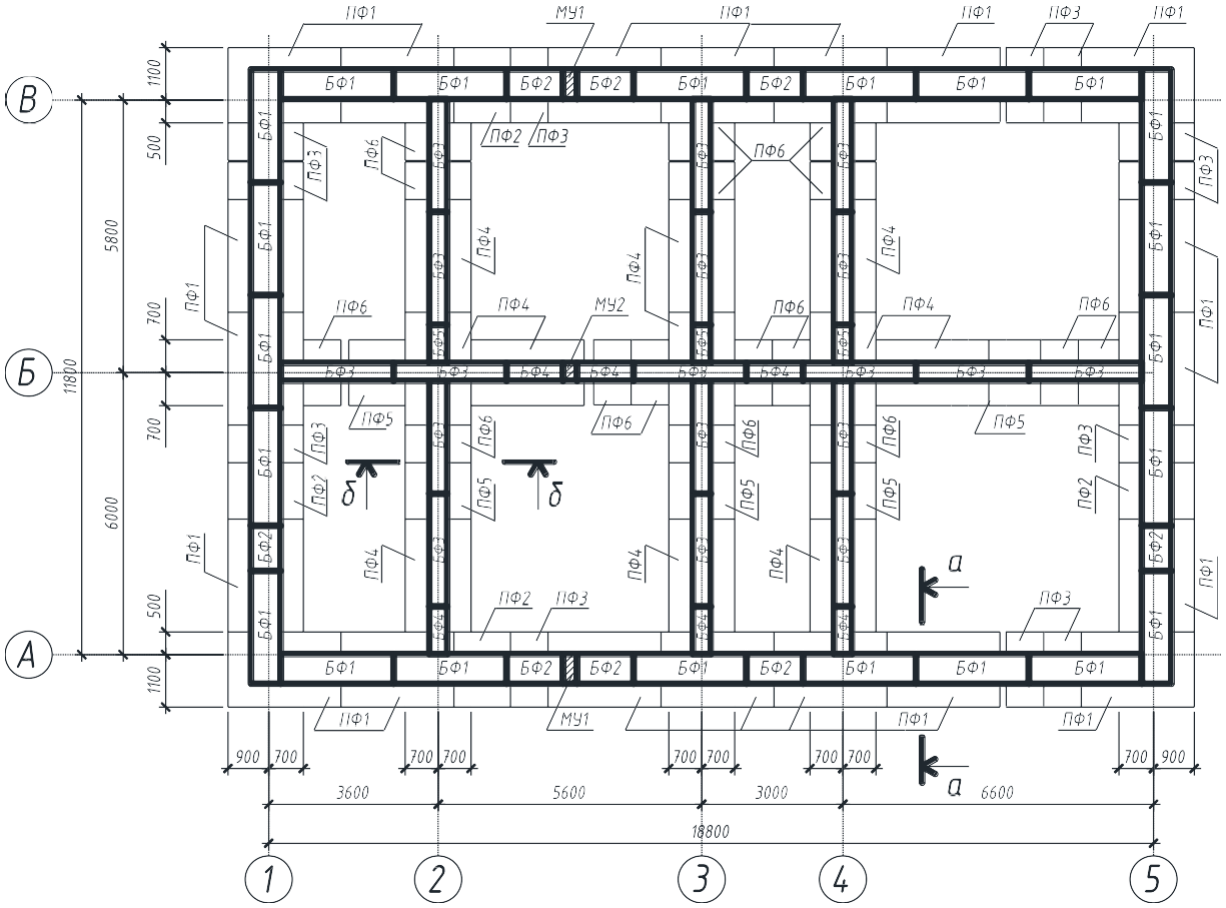


Рис. 5 Схема расположения элементов фундамента (законченный вид)

-выполнить сечение по наружной и внутренней стене;

- составить спецификацию с занесением всех элементов: фундаментные блоки, фундаментные плиты, монолитные участки (при наличии).

Позиц.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Прим.
1	6	6	1	1	20

185

Рис.6 Спецификация сборных

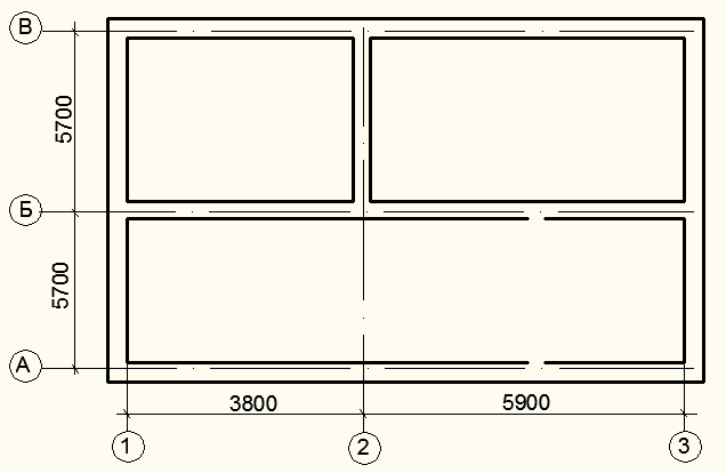
Требования к выполнению работы:

1. Оформить чертеж в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1101-2020 СПДС.
2. Соблюдать толщину и тип линий: контуры фундаментных плит и блоков – сплошными основными (толстыми).
3. Маркировку позиций элементов подписать чертежным шрифтом.

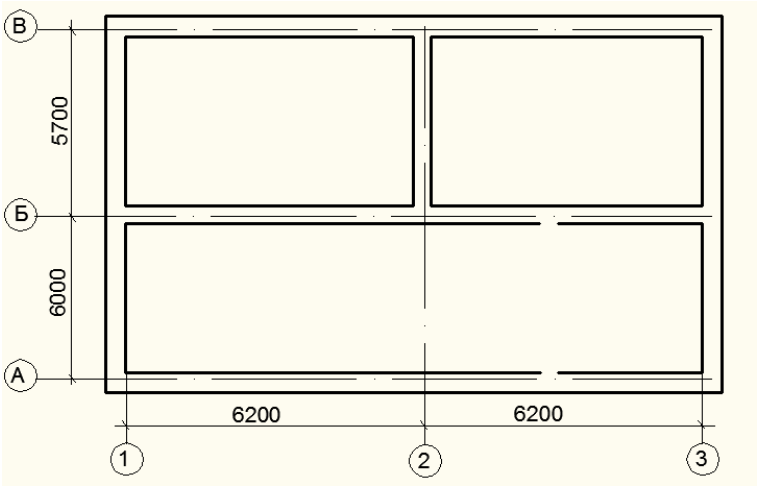
Варианты задания:

Для всех вариантов принять толщину стен 510 мм.

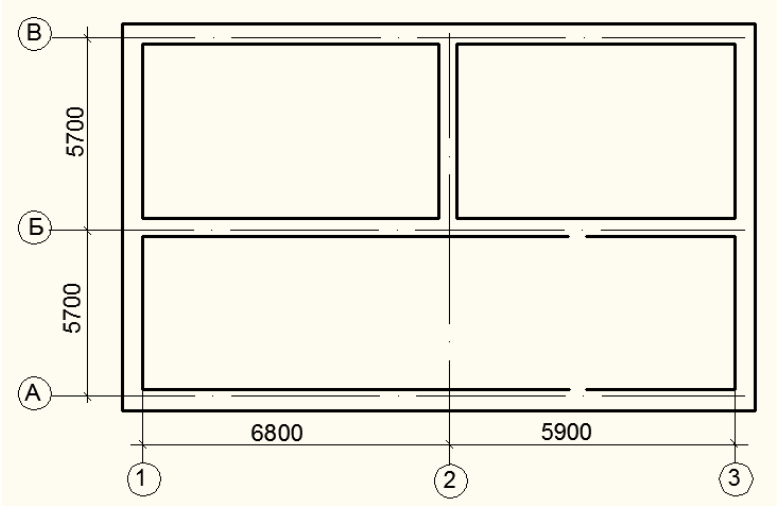
Вариант 1,11,21.



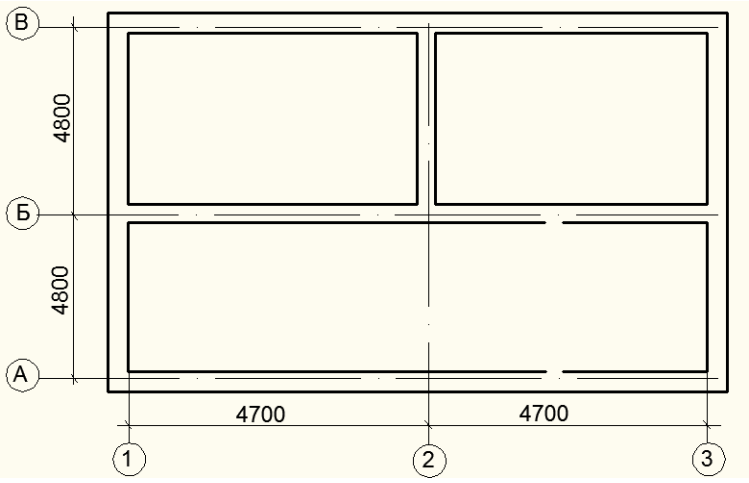
Вариант 2,12,22.



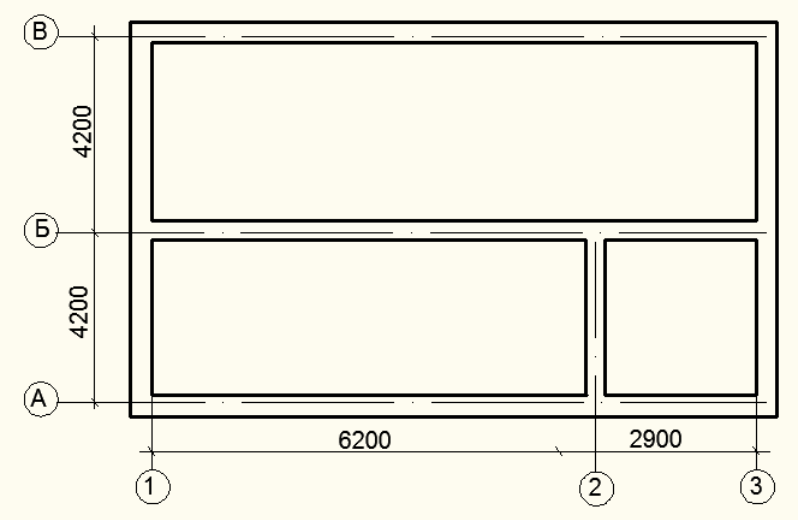
Вариант 3,13,23.



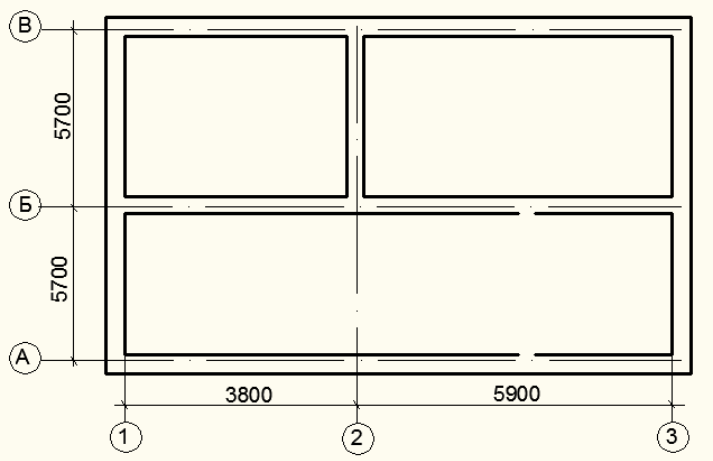
Вариант 4,14,24.



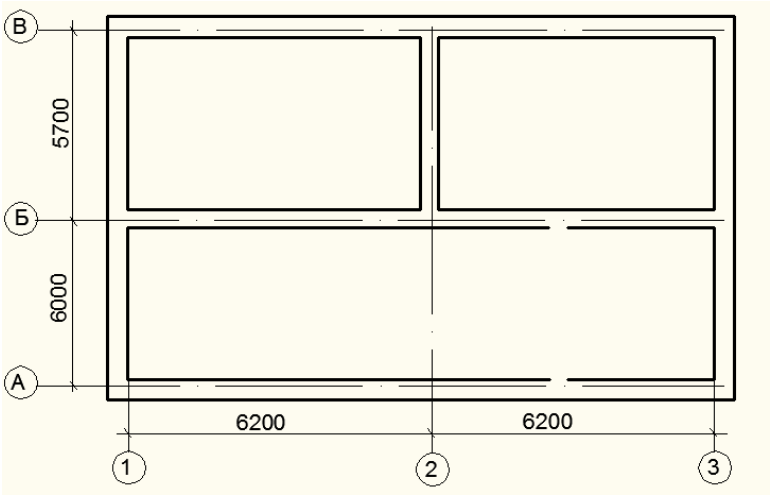
Вариант 5,15,25.



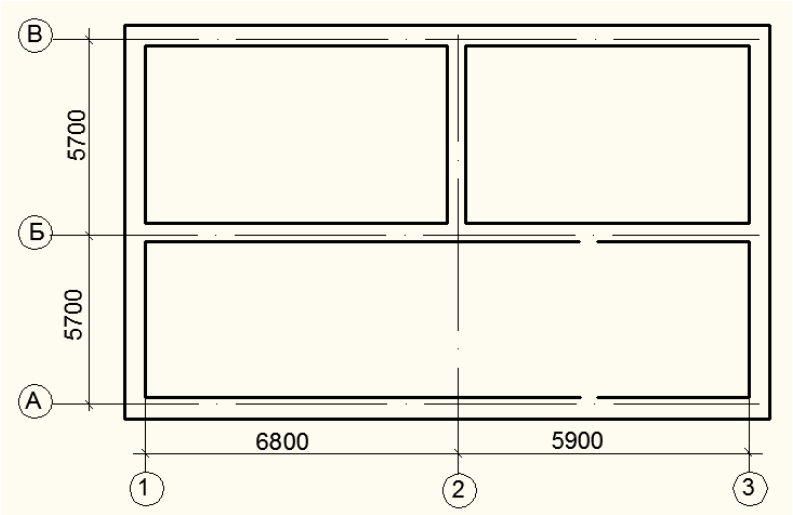
Вариант 6,16.



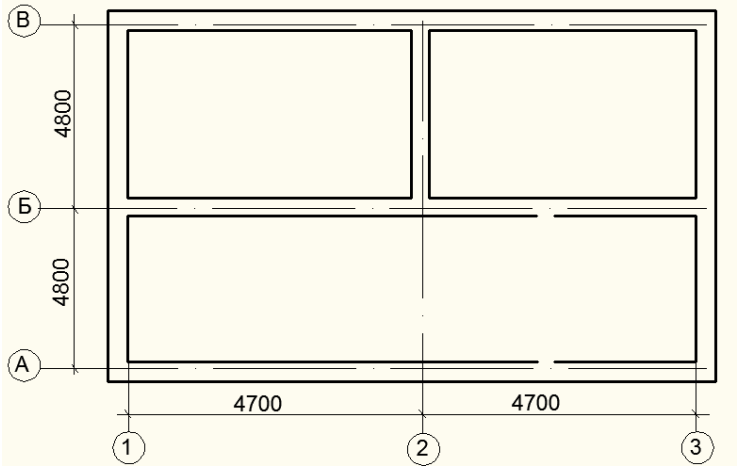
Вариант 7,17.



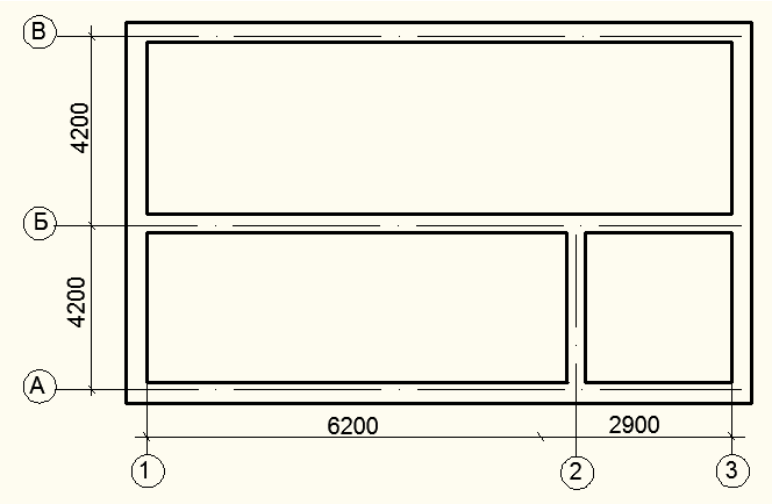
Вариант 8,18.



Вариант 9,19.



Вариант 10,20.



Пример выполнения:

Пример расчета глубины промерзания грунта:

Дано:

город: _____

грунт: _____

$t_в$ в подвале

Решение:

1. Составляем таблицу значений среднемесячных температур по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», табл. 5.1:

Январь	**Февраль**	**Март**	**Апрель**	**Май**	**Июнь**	**Июль**	**Август**	**Сентябрь**	**Октябрь**	**Ноябрь**	**Декабрь**

2. Определяем Mt – сумму абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе:

M_t=

3. Определяем нормативную глубину сезонного промерзания грунтadfn по формуле:

$d_{fn} = d_0 * \sqrt{M_t}$=

d_0 -величина, принимаемая равной, м, для:

суглинков и глин - 0,23;

супесей, песков мелких и пылеватых - 0,28;

песков гравелистых, крупных и средней крупности - 0,30;

крупнообломочных грунтов - 0,34.

4. Определяем расчетную глубину заложения фундамента:

$d_f=k_h * d_{fn}$= ____, м

Проектная глубина заложения фундамента принята в проекте в зависимости от конструктивных размеров фундаментных блоков и плит и составляет:

$H_{з.ф.}$= (принимается после построения сечения фундамента).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3
ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель: закрепить знания, полученные по теме; научиться определять необходимую толщину утеплителя в зависимости от климатических условий; научится определять толщину наружной стены.

Необходимые материалы и оборудование: лист формата А4, калькулятор, линейка, карандаш.

Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить теплотехнический расчет наружной стены жилого здания.

Пояснения к работе:

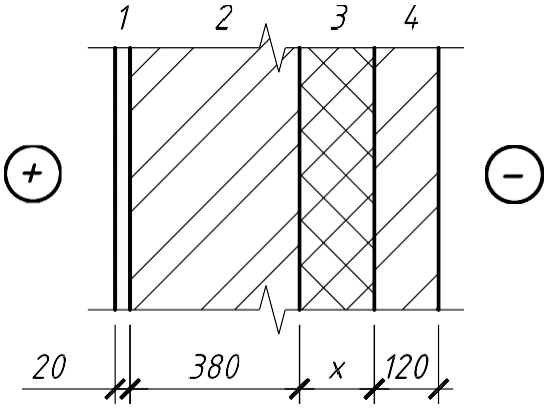
1. Заполнить исходные данные для расчета

Исходные данные:

- Город _____.
- Тепловлажностные условия эксплуатации: _____

В рамках практического занятия принять тепловлажностные условия для всех вариантов А.

- Конструкция стены:



2. Составляем таблицу характеристик материалов:

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя σ, м	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м^2·°С) *

1	Штукатурный слой (цементно-песчаный раствор)	0,02	
2	Кладка из сплошного глиняного кирпича	0,38	
3	Утеплитель (минераловатные плиты $\gamma_п$=50 кг/м^3)	X	
4	Кладка из облицовочного пустотелого керамического кирпича	0,12	

*Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов выбраны по ***СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», приложение Т.***.

3. Определяем градусо-сутки отопительного периода (ГСОП)

$D_d = (t_{int}-t_{ht})\cdot Z_{ht}$= _____***(сут)***

t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха (принимаем 20˚С)

t_{ht} - средняя температура наружного воздуха отопительного периода, ˚С (по ***СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99****, табл. 3.1, графа 12*);*

Z_{ht}–продолжительность (сутки) отопительного периода (по ***СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99****, табл. 3.1, графа 11).

4. По ***СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, табл.3*** подобрать $R_o^{тр}$.

Но рассчитанные D_d (ГСОП) не совпали с табличными, поэтому значение $R_o^{тр}$ следует считать согласно примечанию по формуле:

$R_o^{тр} = a\cdot ГСОП + b$ = _____= _____$м^2°С/Вт$

5. Определяем условное сопротивление теплопередаче.

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \ м^2°С/Вт$$

Значения δ_1, δ_2, δ_3, δ_4 иλ_1, λ_2, λ_3, λ_4 взять из таблицы характеристик материалов данного расчета.

$\alpha_в$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности определяются по таблице

Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхностей ограждения

(***СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, табл.4)***

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

$\alpha_н$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности определяются по таблице Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхностей ограждения

(***СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, табл.6)***

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

6. Для дальнейшего расчета необходимо приравнять $\boldsymbol{R_0^{усл} = R_o^{тр}}$

$\boldsymbol{R_o^{тр}}$см. п.4

7. Определяем толщину утеплителя***x***, подставив все значения в формулу п.5

Полученное значение округляем в большую сторону кратно 10 мм.

Принимаем толщину утеплителя $\delta_{утепл.}$= _____мм.

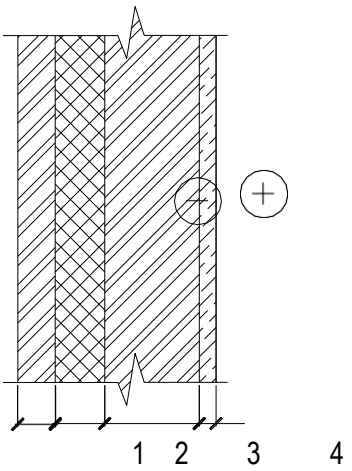
8. Определяем общее термическое сопротивление ограждения (стены) с учетом новой подобранной толщины утеплителя

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \ м^2°C/Вт$$

9. Определяем общую толщину ограждающей конструкции (стены):

$\delta_{стены}$= _____мм.

Варианты задания:

№п/п	Город	Конструкция стены
1.	Архангельск	 1 слой – керамический пустотный кирпич (ρ=1400 кг/м^3), δ = 120 мм; 2 слой – маты минераловатные прошивные (ρ=75 кг/м^3); 3 слой – глиняный кирпич (ρ=1700 кг/м^3), δ =380 мм; 4 слой – штукатурка из цементно-песчаного раствора (ρ=1800 кг/м^3), δ = 120 мм
2.	Вологда	
3.	Екатеринбург	
4.	Казань	
5.	Курск	
6.	Москва	
7.	Нижний Новгород	
8.	Орел	
9.	Пермь	
10.	Псков	
11.	Ростов-на-Дону	
12.	Рязань	
13.	Самара	
14.	Санкт-Петербург	
15.	Саратов	
16.	Тюмень	
17.	Челябинск	
18.	Ярославль	
19.	Петрозаводск	
20.	Тамбов	
21.	Белгород	
22.	Владимир	
23.	Волгоград	
24.	Великий Новгород	
25.	Тихвин	
26.	Калининград	
27.	Элиста	
28.	Смоленск	
29.	Кострома	
30.	Пенза	

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА И ХАРАКТЕРА РАБОТЫ ПЕРЕМЫЧЕК. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ПЕРЕМЫЧЕК НАД ОКОННЫМ ИЛИ ДВЕРНЫМ ПРОЕМОМ.

Цель: закрепить знания, полученные по теме; научиться подбирать тип перемычек в зависимости от вида стены.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ, бумага А4.

Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить подбор необходимых типоразмеров сборных железобетонных брусков перемычек.
4. Вычертить план этажа (в соответствие с заданием) в масштабе 1:100. На плане показать оконные и дверные проемы. Замаркировать подобранные перемычки на плане.
5. Составить ведомость перемычек и спецификацию сборных железобетонных элементов.

Пояснения к работе:

1. Требуется подобрать перемычки над оконными проемами в наружной несущей стене, толщиной **640мм**, в наружной самонесущей стене, толщиной **640 мм**, во внутренней несущей стене над дверными проемами, толщиной **380 мм**.
2. Определить количество брусков перемычки n, укладываемых над проемами в несущих и самонесущих стенах. Для этого необходимо толщину стены разделить на толщину одного бруска перемычки.
3. Определить тип брусков перемычки: если стена несущая, то предусматривают бруски рядовые и 1 брусок, усиленный для восприятия нагрузки от перекрытия; если стена самонесущая – бруски рядовые.
4. Определить минимальную требуемую длину брусков перемычки:

- для рядовых брусков: $L_{бруска} = l_{проема} + 2*120$ мм;

- для усиленных брусков: $L_{бруска} = l_{проема} + 2*250$ мм;

где 120 и 250 мм опирание брусков перемычки рядовых и усиленных соответственно.

5. Подобрать по ГОСТ 948-2016 марку брусков перемычки (подбирать на основании того, какой брусок (рядовой или усиленный) и длины этого бруска).

6. Составить ведомость перемычек и спецификацию сборных железобетонных перемычек.

7. Вычертить план этажа. В несущих и самонесущих наружных стенах и внутренних стенах показать оконные и дверные проемы. Размеры проемов принять по заданию.

8. Замаркировать на плане подобранные перемычки.

Пример выполнения:

Пример подбора перемычек:

1. Толщина наружных стен **510 мм**, внутренних несущих 380 мм.

2. Одна стена является несущей, а другая – самонесущей.

3. Определить количество брусков перемычки *n*, укладываемых над проемом**: 510/120** = 4,25. Принимаем **4 бруска**.

4. Для **несущей** стены будут установлены **1 усиленная и 3 рядовых** бруска; для **самонесущей** стены – **4 рядовых бруска**.

5. Определить минимальную требуемую длину брусков перемычки:

- для рядовых брусков: $\mathbf{L_{бруска} = 1510 + 2*120 = 1750}$ **мм**;

- для усиленных брусков: $\mathbf{L_{бруска} = 1510 + 2*250 = 2010}$ **мм**;

6. В соответствие с ГОСТ 948-2016 подбираем следующую марку брусков:

- для рядовых брусков – 2ПБ 19-2;

- для усиленных брусков – 3ПБ 21-8.

7. По аналогии выполнить подбор брусков перемычки во внутренней несущей стене.

8. Маркировку перемычки в наружной несущей стене принять ПР-1, перемычку в наружной самонесущей стене принять ПР-2, перемычку во внутренней несущей стене принять ПР-3. Замаркировать перемычки на плане в соответствие с рис.9.

9. Составить ведомость перемычек.

10. Составить спецификацию сборных железобетонных элементов перемычек.

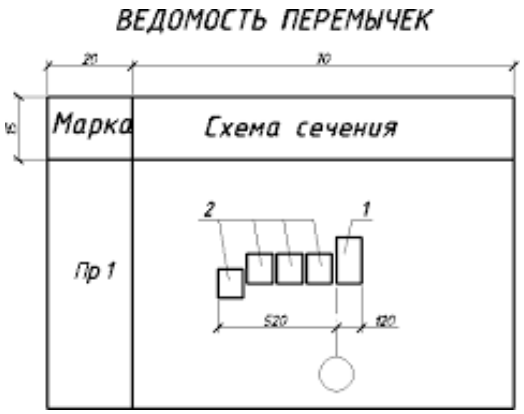


Рис.7 Ведомость перемычек (заполненная).

Ведомость заполнить на все типы перемычек.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол. на этажах			Масса ед. кг	Примечание
			1	2	Всего		
1	ГОСТ948-84	2 ПБ 19-3	10	6	16	81	
2	ГОСТ948-84	5 ПБ 21-27	5	3	8	285	
3	ГОСТ948-84	2 ПБ 22 - 3	9	0	9	217	
4	ГОСТ948-84	3 ПБ 18 - 37	1	2	3	168	
5	ГОСТ948-84	5 ПБ 18 - 27	1	2	3	80	
6	ГОСТ948-84	1 ПБ 13 - 1	3	4	7	30	

Рис.8. Спецификация сборных железобетонных элементов перемычек

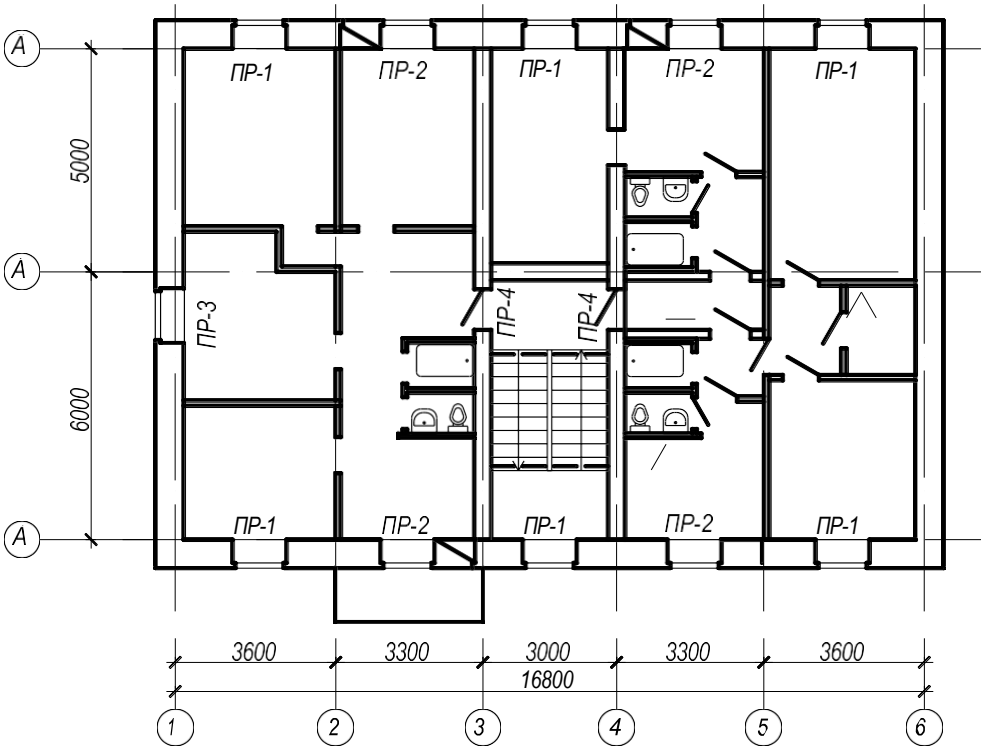


Рис.9. Правило маркировки перемычек на плане этажа

Требования к выполнению работы:

1. Оформить расчет и чертеж в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1101-2020 СПДС на листах формата А4 и А3.

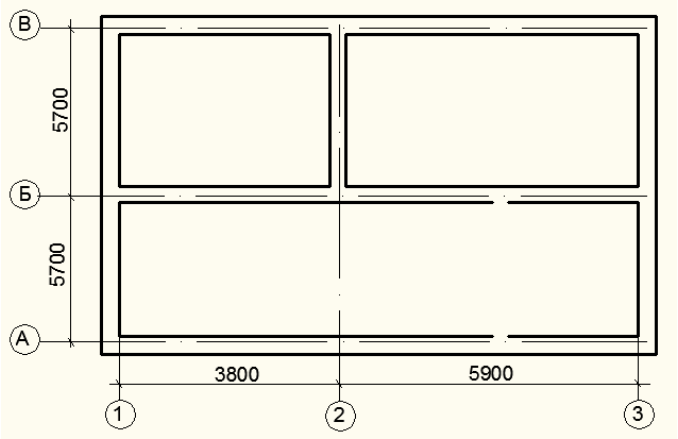
2. Текст, маркировку позиций, размеры и т.д. выполнить чертежным шрифтом.

Варианты задания:

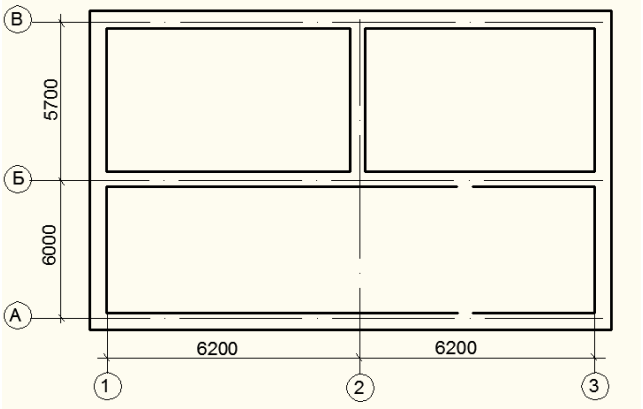
Вариант	**Размеры оконных проемов (в наружных стенах) b*h, мм**	**Размеры дверных проемов (во внутренних стенах) b*h, мм**
1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29	1510x1810	810x2070, 910x2070
2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30	1360x1810	910x2070, 710x2070
3, 7, 11, 15, 19, 23, 27	1210x1210	710x2070, 810x2070
4, 8, 12, 16, 20, 24, 28	1810x1810	810x2070, 910x2070

План этажа выбрать ниже

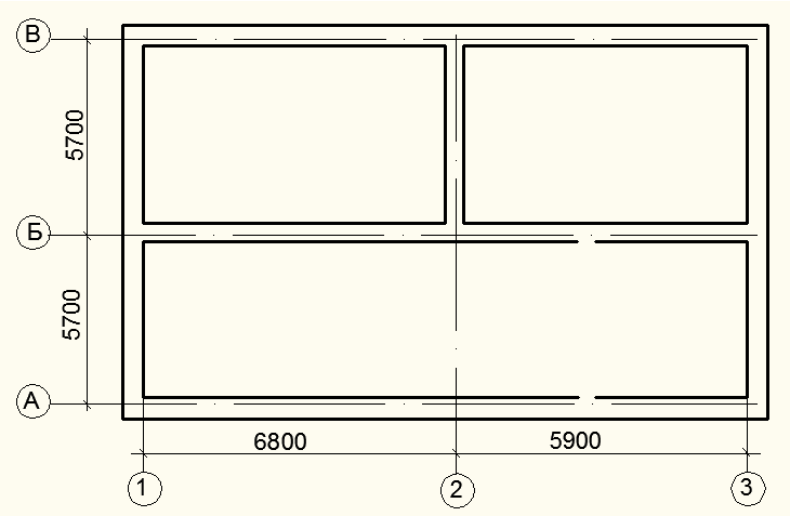
Вариант 1,11,21.



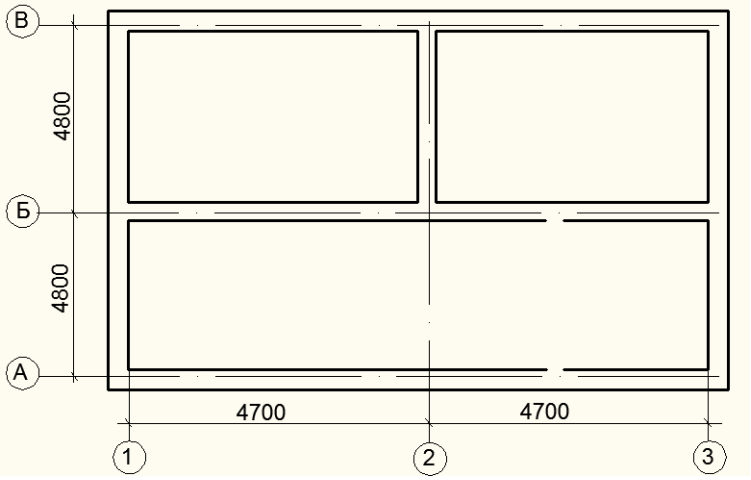
Вариант 2,12,22.



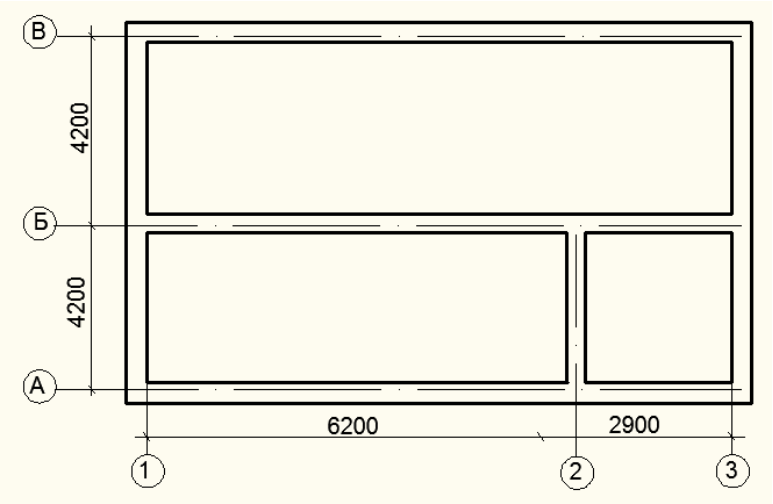
Вариант 3,13,23.



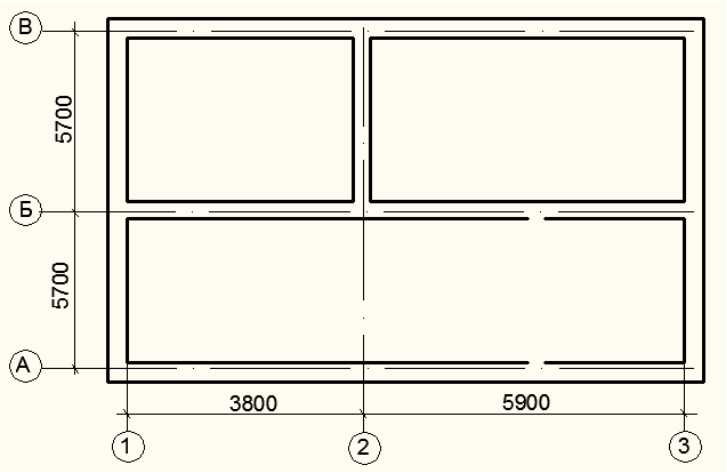
Вариант 4,14,24.



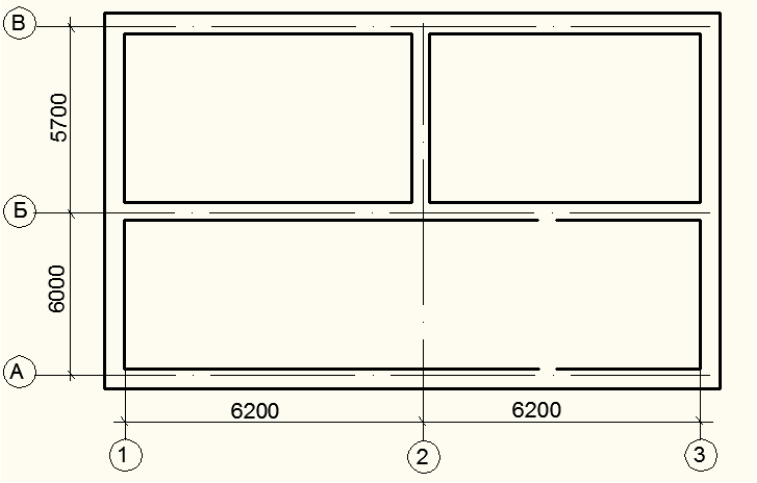
Вариант 5,15,25.



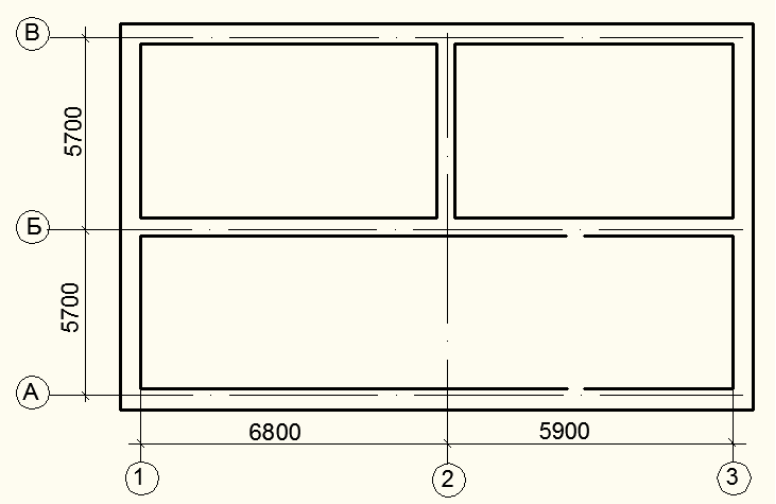
Вариант 6,16.



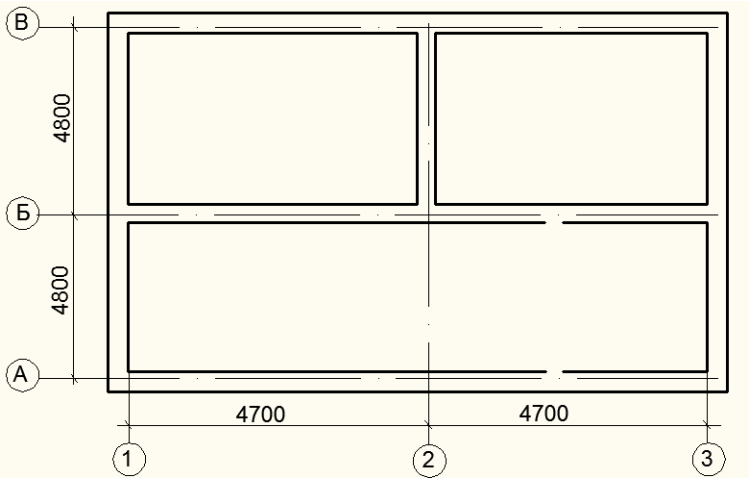
Вариант 7,17.



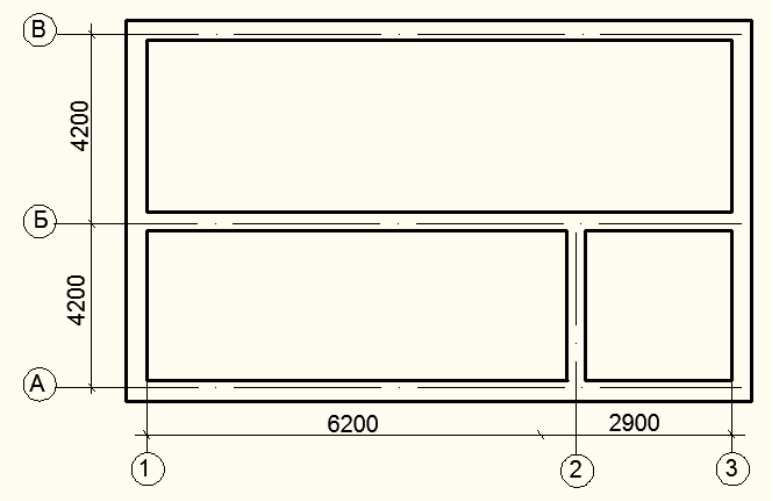
Вариант 8,18.



Вариант 9,19.



Вариант 10,20.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ.

Цель: закрепить знания, полученные по теме; изучить последовательность проектирования перекрытий; научиться разрабатывать чертежи и подбирать элементы перекрытия из сборных железобетонных многопустотных плит; научиться заполнять спецификацию элементов по ГОСТ.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ.

Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить подбор необходимых типоразмеров сборных железобетонных плит перекрытия.
4. Вычертить схему расположения элементов перекрытия.
5. Составить спецификацию сборных железобетонных элементов перекрытия.

Пояснения к работе:

1. Нанести сетку координационных осей (отступить слева 60 мм, сверху – 30 мм).
2. Тонкими линиями нанести контуры наружных и внутренних капитальных стен, соблюдая их привязку к координационным осям. Толщину наружных стен принять 640 мм, с привязкой 200/440 мм для несущих стен. Толщину внутренних стен принять 380 мм с центральной привязкой.
3. Проставить 3 размерные линии: 1- привязка стен к осям; 2- расстояние между осями; 3- расстояние в крайних осях.
4. Обозначить координационные оси.
5. По ГОСТ 9561-2016 «Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений» подобрать длины плит перекрытия, принимая величину опирания на стены минимум 120 мм.
6. Разрешается заводить плиту перекрытия на самонесущую стену не более чем на 100 мм.
7. Рассчитать количество плит в зависимости от размеров перекрываемого участка здания.

8. На схеме расположения показать плиты. Замаркировать плиты условными марками П1, П2 … и т.д. и подписать количество штук одной марки. Замаркировать МУ (при наличии). Показать анкеровку плит (через одну в шахматном порядке).

9. Составить спецификацию сборных ж/б элементов перекрытия (на отдельном листе формата А4).

10. По ГОСТ 25697-2018 «Плиты балконов и лоджий железобетонные» принять консольные ж/б плиты для балконов.

Длина плиты кратна 3М (300 мм) в пределах от 1200 до 7200 мм.

Ширина плиты кратна М (100 мм) в пределах от 1200 до 1800 мм.

Толщина плиты кратна 1/5М (20 мм) (принять 160 мм).

Балконные плиты замаркировать условными обозначениями БП1, БП2… и т.д.

Опирание БП на стену принять 200 мм.

Наименование по ГОСТ: ПБК30.12, где

ПБК – плиты балконные консольные

30 – длина в дециметрах

12 – ширина в дециметрах

Показать анкеровку балконных плит с двух концов через монтажные петли.

В местах опирания БП на стену, стена – пунктирной линией.

11. На схеме проставить места расположения сечений: сечение в месте опирания плиты на несущую стену и сечение в месте примыкания плиты к самонесущей стене.

12. Выполнить сечения в соответствии с [1] стр. 47.

Требования к выполнению работы:

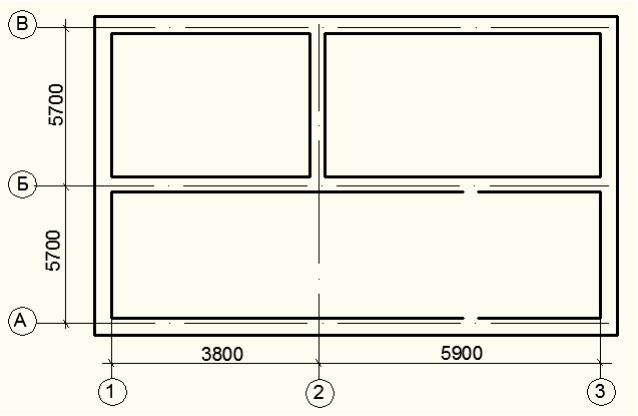
6. Оформить чертеж в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1101-2020 СПДС.

7. Соблюдать толщину и тип линий: контуры плит – сплошными основными (толстыми); анкеры – утолщенными; стены – сплошными тонкими (яркими); невидимые границы стен – штриховыми; оси – штрихпунктирными.

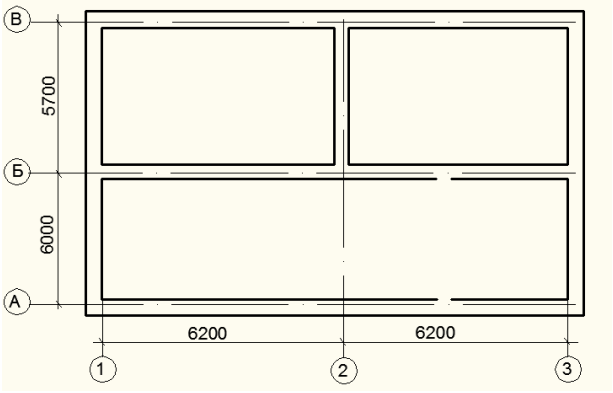
8. В пространстве лестничной клетки плиты не показывать.

План этажа выбрать ниже

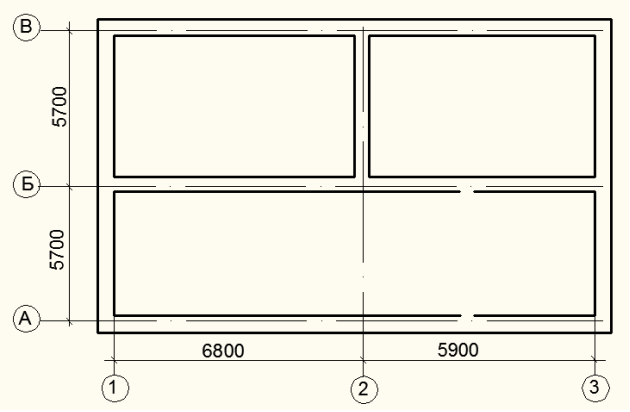
Вариант 1,11,21.



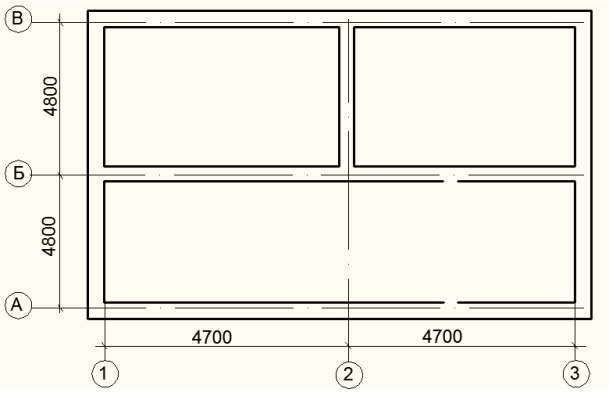
Вариант 2,12,22.



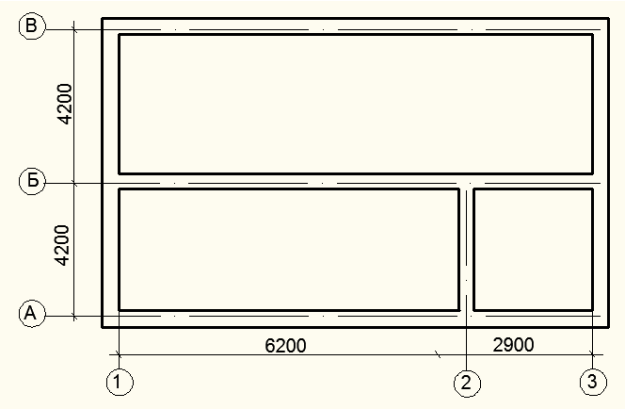
Вариант 3,13,23.



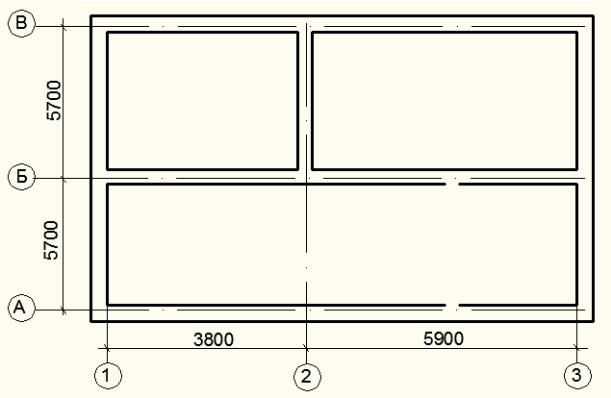
Вариант 4,14,24.



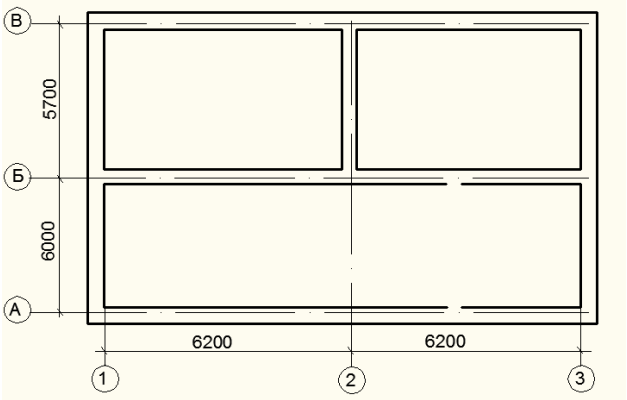
Вариант 5,15,25.



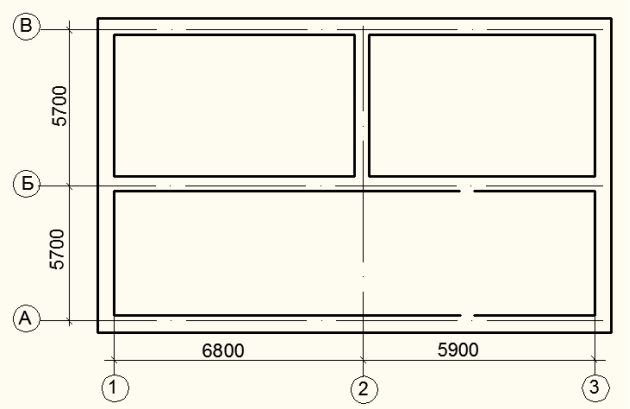
Вариант 6,16.



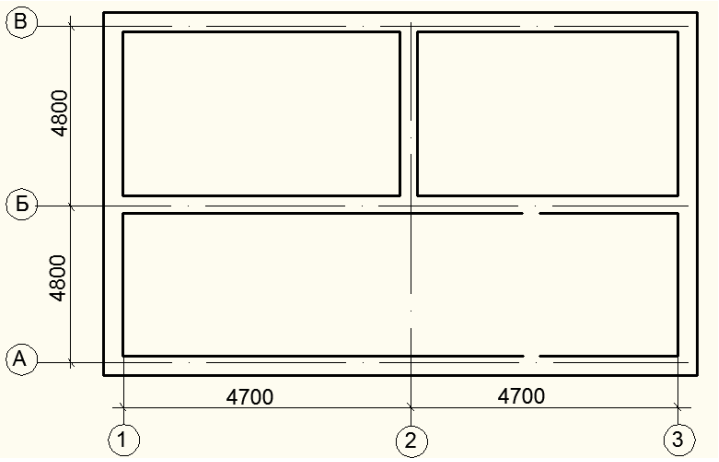
Вариант 7,17.



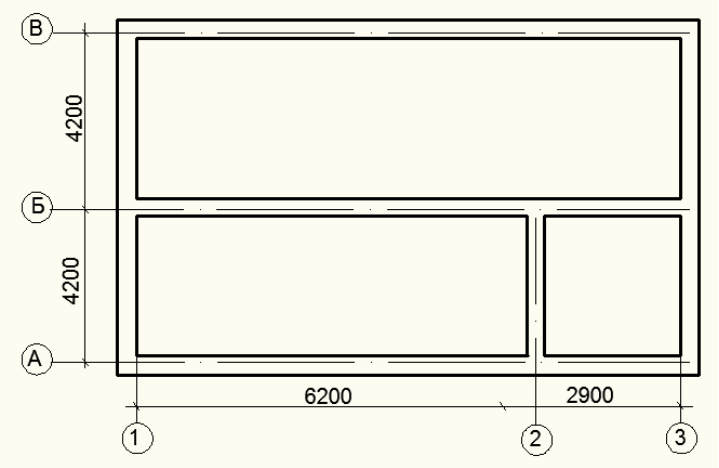
Вариант 8,18.



Вариант 9,19.



Вариант 10,20.



Пример выполнения:

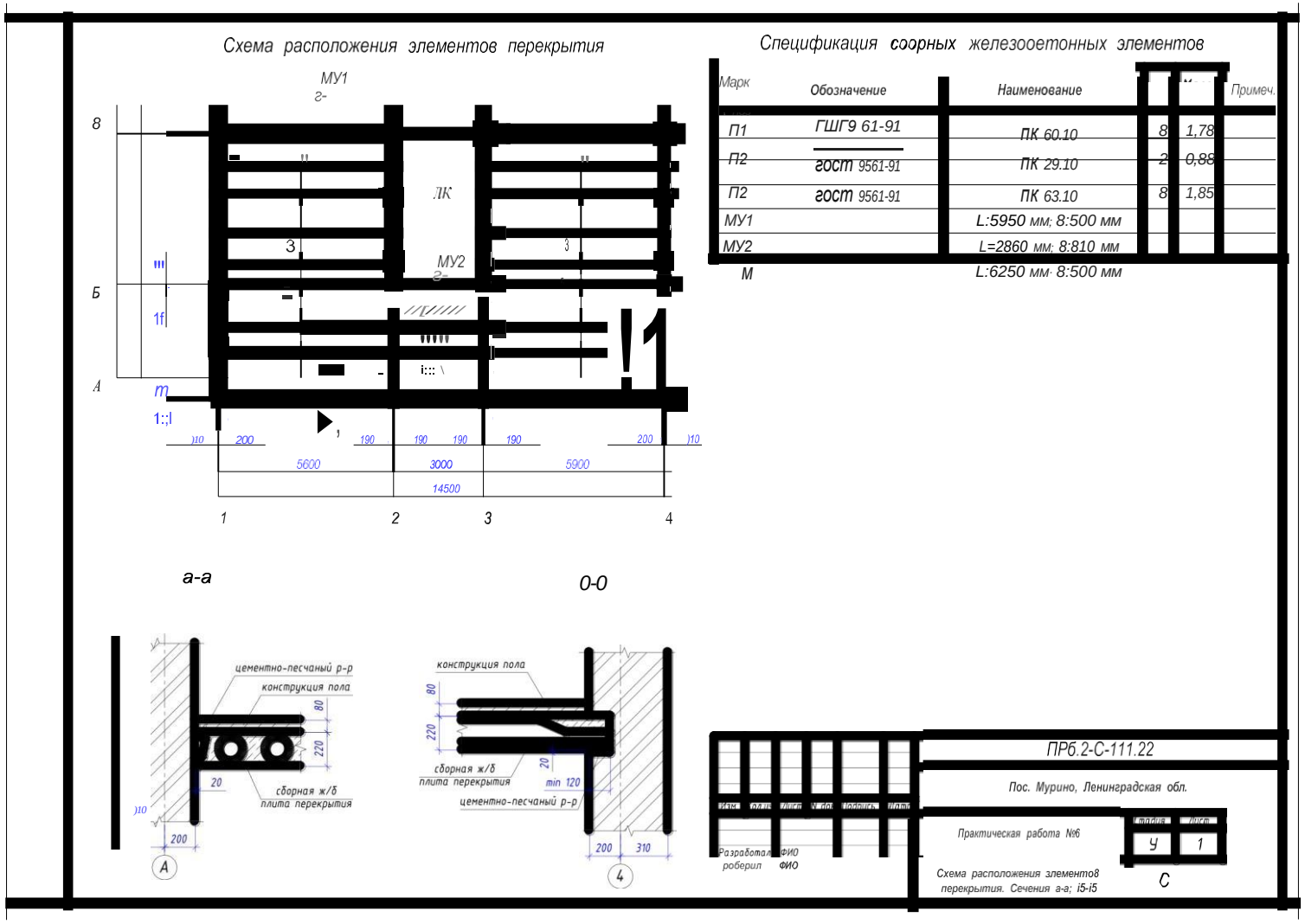


Рис.10 Пример выполнения работы

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СБОРНОЙ Ж/Б ЛЕСТНИЦЫ.

Цель: закрепить знания, полученные по теме; изучить последовательность проектирования сборной железобетонной лестницы; научиться рассчитывать размеры лестничных маршей и площадок, количество ступеней; разрабатывать чертежи лестниц из сборных железобетонных элементов; научиться заполнять спецификацию элементов по ГОСТ.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ.

Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить расчет по подбору лестничных маршей и площадок, количество ступеней.

Пояснения к работе:

Прием построения лестницы (разбивка) в плане и разрезе с выявление минимально необходимых размеров рассмотрены на примере двухмаршевой лестницы с уклоном 1:2.

1. Необходимо определить размеры лестничной клетки в чистоте (L–длина лестничной клетки, В – ширина лестничной клетки): для этого из размера в осях лестничной клетки вычесть привязку стен.
2. Определяем высоту одного марша в зависимости от высоты этажа:

$H_{марша} = H_{этажа} / 2$

3. Определяем число подступенков в марше:

$n_{подступ} = H_{марша} / h_{подступ}$

4. Определяем число проступей:

$n_{проступей} = n_{подступ} - 1$, т. к. плоскости верхней проступи и лестничной площадки совпадают.

Принимаем размеры подступенка *в* = 150 мм, проступи- *а* = 300 мм.

5. Определяем длину горизонтальной проекции марша:

$l_{марша}$ = ширина проступи * $n_{проступей}$.

6. Определяем ширину маршей*a1*: для этого необходимо ширину лестничного марша В / 2. По полученному значению выбираем ширину маршей: рекомендуется принять ширину 1050 мм или 1200 мм.
7. Определяем зазор между маршами: ширину клетки В- (ширина марша *2)

8. Ширину площадок *C1* и *C2*определяем:

C1 и *C2* = (L - $l_{марша}$) / 2

9. Выполнить построение двухмаршевой лестницы.

Графическаяразбивкалестницывсоответствиисполученнымиразмерами(построениепрофиля) осуществляется так:

10. Построение разреза лестничной клетки:

- нанести оси лестничной клетки по длине ЛК;
- нанести контуры стен с учетом привязки;
- в соответствии с расчетом нанести уровни лестничных площадок, начиная с отм. 0,000;
- в тонких линиях построить графическую сетку для построения ступеней;
- прорисовать ступени;
- показать контуры лестничных маршей и площадок. Подробно показать опирание марша на площадку (без фризовых ступеней);
- обвести основной линией конструкции, попадающие в сечение;
- показать ограждение ЛК, высотой 900 мм.
- оформить чертеж разреза. Проставить высотные отметки площадок, размеры площадок и маршей. Проставить маркировку осей и расстояние между ними.

11. Построение плана лестничной клетки.

- нанести оси лестничной клетки в плане;
- показать контуру стен с учетом привязки;
- показать контуры лестничных площадок и маршей в соответствии с расчетом;
- показать стрелками направление подъема;
- оформить чертеж плана. Проставить размеры площадок и маршей. Проставить оси и расстояние между ними.

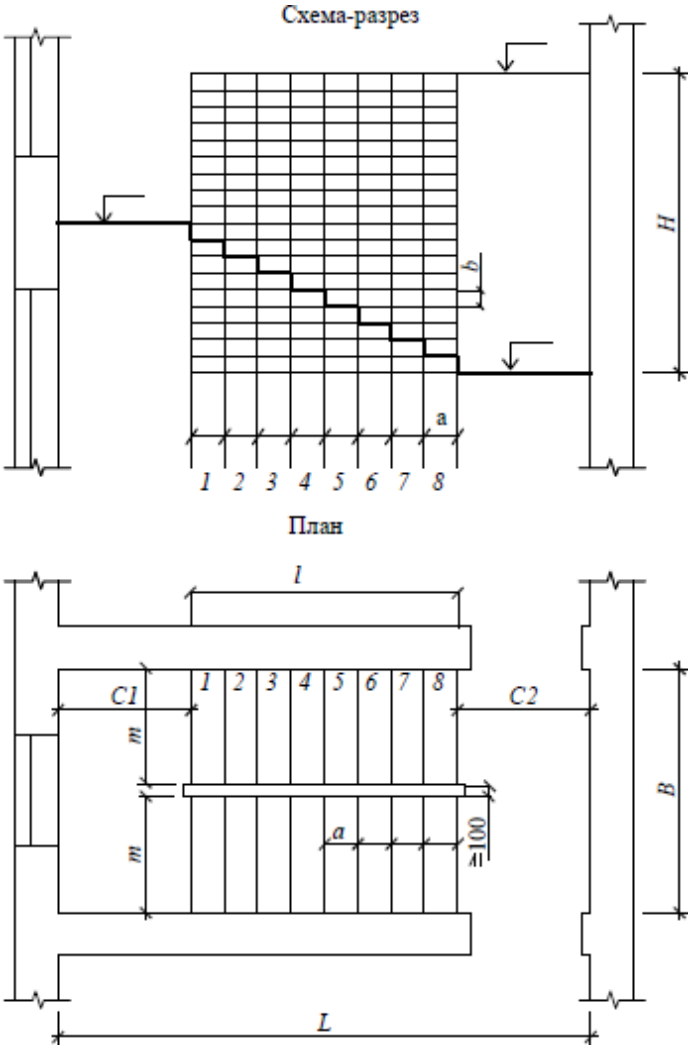
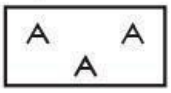


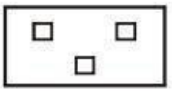
Рис. 11 Схема построения двухмаршевой лестницы

Варианты задания:

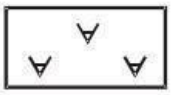
д) *химические грунты*



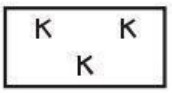
Ангидрит



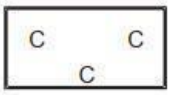
Соль каменная



Гипс

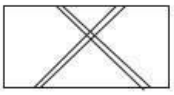


Соль калийная



Галоидные нерасчлененные

е) *искусственные грунты*



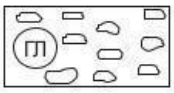
Магматические, метаморфические и осадочные сцементированные, крупнообломочные, песчаные и пылевато-глинистые несцементированные закрепленные (сетка на фоне соответствующего знака)

Класс нескальных грунтов:

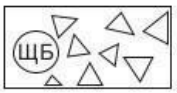
а) *крупнообломочные грунты*

Валунный грунт

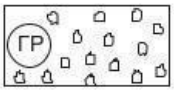
Глыбовый грунт



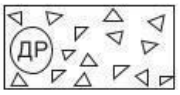
Галечниковый грунт



Щебенистый грунт

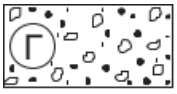


Гравийный грунт

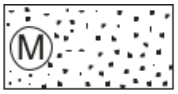


Дресвяный грунт

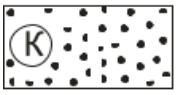
б) *песчаные грунты*



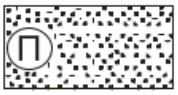
Песок гравелистый



Песок мелкий

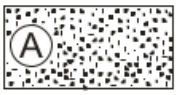


Песок крупный



Песок пылеватый

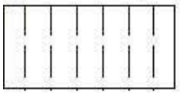
Песок средний

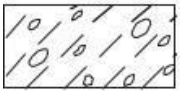


Алеврит

в) *пылевато-глинистые грунты*

Супесь

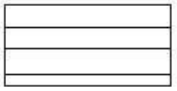

Супесь лессовидная

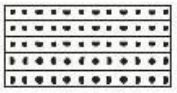

Супесь моренная

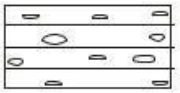
Суглинок

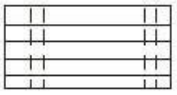
Суглинок лессовидный

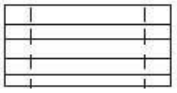
Суглинок моренный


Глина

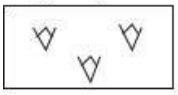

Глина (суглинок) ленточная

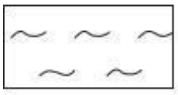

Глина моренная

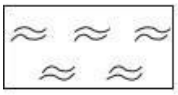

Глина доломитистая


Глина известковистая

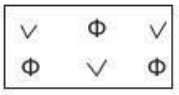
г) *озерные и биогенные грунты*

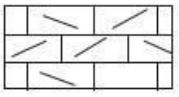

Болотная железная руда


Ил


Сапропель

Торф

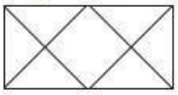

Торфовивианит

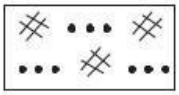

Туф известковистый

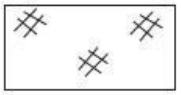
д) *почвы*

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

Вариант	Высота этажа, м	Ширина ЛК в осях, м	Длина ЛК в осях, м
1	2,7	2,6	6,0
2	2,8	2,9	5,6
3	3,0	2,7	5,8
4	3,3	2,4	4,8
5	2,7	2,6	5,4
6	2,8	2,9	6,0
7	3,0	2,7	5,6
8	3,3	2,4	5,8
9	2,7	2,6	4,8
10	2,8	2,9	5,4
11	3,0	2,7	6,0
12	3,3	2,4	5,6
13	2,7	2,6	5,8
14	2,8	2,9	4,8
15	3,0	2,7	5,4
16	3,3	2,4	6,0
17	2,7	2,6	5,6
18	2,8	2,9	5,8
19	3,0	2,7	4,8
20	3,3	2,4	5,4
21	2,7	2,6	6,0
22	2,8	2,9	5,6
23	3,0	2,7	5,8
24	3,3	2,4	4,8
25	2,7	2,6	5,4
26	2,8	2,9	6,0
27	3,0	2,7	5,6
28	3,3	2,4	5,8
29	2,7	2,6	4,8
30	2,8	2,9	5,4

Пример выполнения:

Пример расчета параметров лестничной клетки.

Дано: высота этажа – 2,7 м; ширина лестничной клетки в осях 3,0 м, длина лестничной клетки в осях 6,0 м.

1. Определяем размеры лестничной клетки в чистоте:

L= 6000 – 200-180 = 5620 мм; B= 3000 – 380 = 2620 мм.

2. Определяем высоту одного марша в зависимости от высоты этажа:

$H_{марша}$ = 2700 / 2 = 1350 мм.

3. Определяем число подступенков в марше:

$n_{подступ}$= 1350/ 150 = 9 шт.

4. Определяем число проступей:

$n_{проступей}$= *9*– 1 = 8 шт.

5. Определяем длину горизонтальной проекции марша:

$l_{марша}$ = 300 * 8 = 2400 мм.

6. Определяем ширину маршей:

a1 = 2620 /2 = 1310 мм. Принимаем ширину лестничных маршей 1200 мм.

7. Определяем зазор между маршами:

2620-(1200+1200) = 220 мм.

8. Ширину площадок *C1* и *C2* определяем:

C1 и *C2* = (5620 - 2400) / 2 = 1610 мм. Принимаем ширину площадок по 1600 мм.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7

КОНСТРУИРОВАНИЕ СКАТНОЙ КРЫШИ. ПЛАН КРОВЛИ.

Цель: закрепить знания, полученные по теме; изучить последовательность проектирования скатной крыши; научиться конструировать двускатную или четырѐхскатную крышу простой прямоугольной формы в плане; подбирать несущие элементы крыши; разрабатывать чертежи крыши.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ.

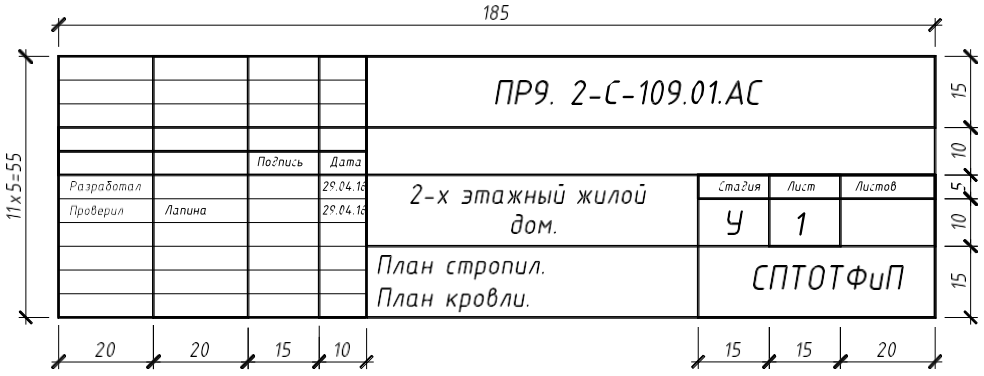
Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить раскладку элементов скатной крыши.

Пояснения к работе:

Последовательность выполнения работы:

1. На листе формата А3 вычертить рамку и штамп. Заполнить штамп в соответствии с примером.



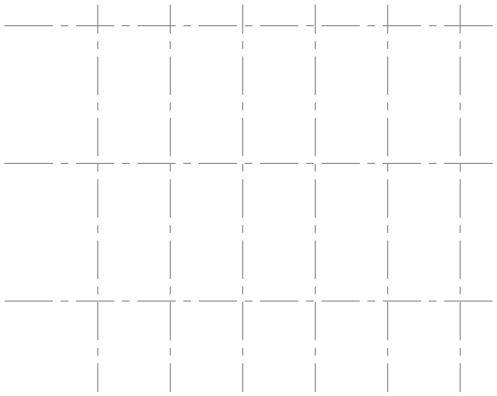
ПР9. – Практическая работа №9

2-С-109 – шифр группы

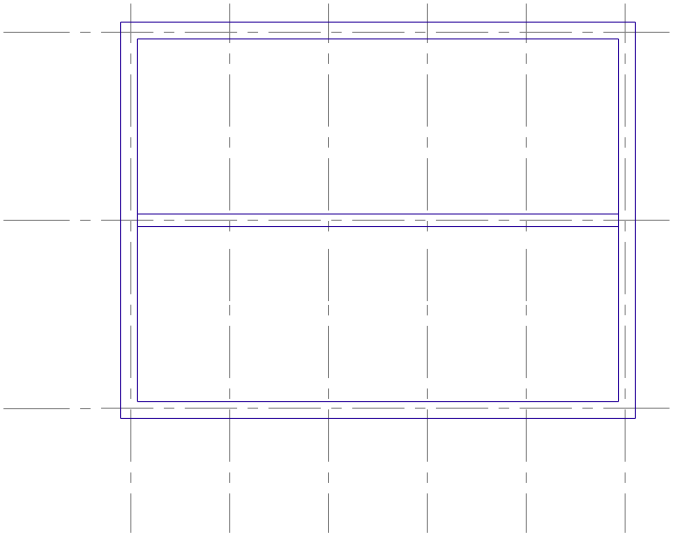
01 – номер варианта по журналу

АС – архитектурно- строительный раздел

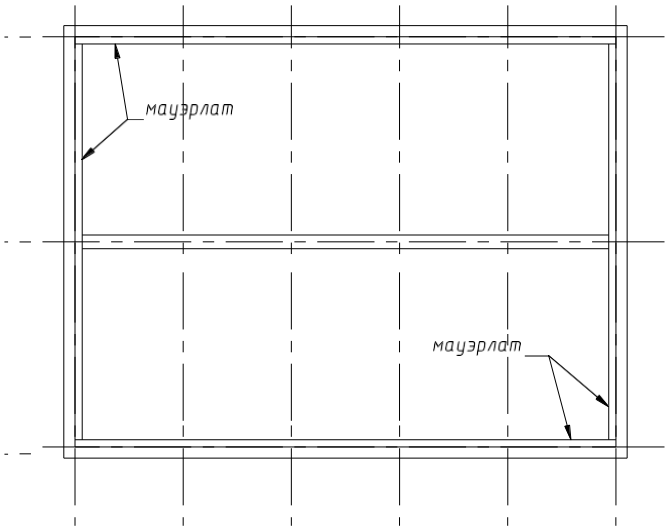
2. В масштабе 1:100 штрихпунктирной линией нанести координационные оси здания.



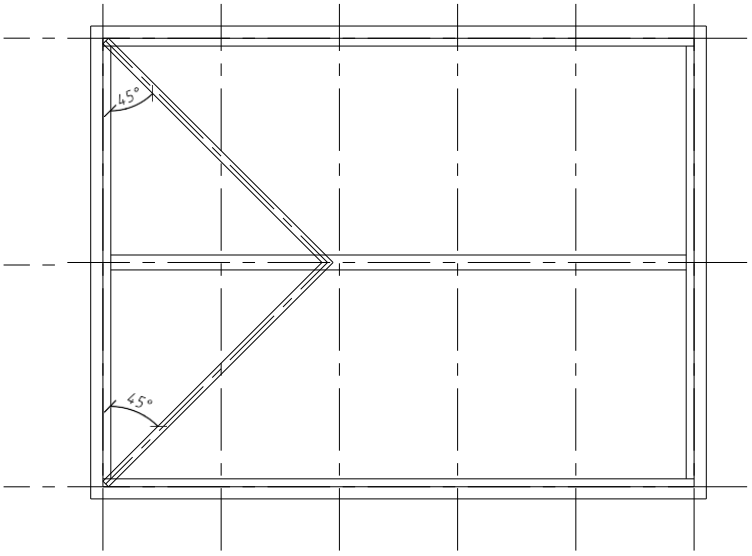
3. Тонкой линией нанести контур наружных капитальных стен и внутренней продольной стены.



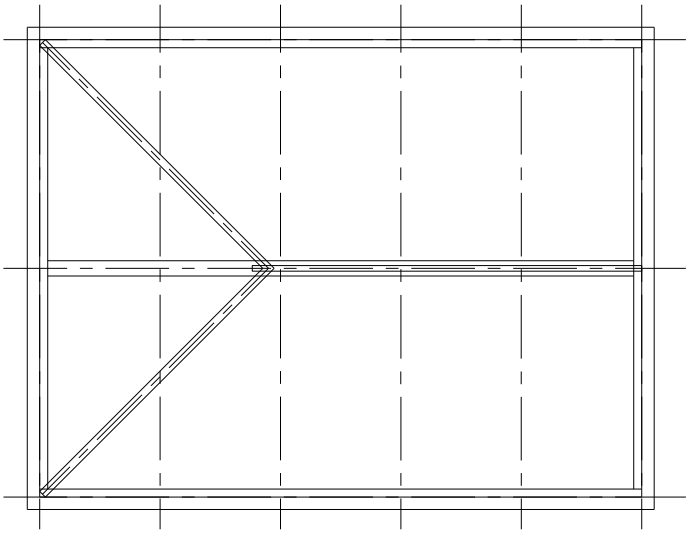
4. Сплошной линией по периметру здания нанести контур мауэрлата сечением 200х200 мм.



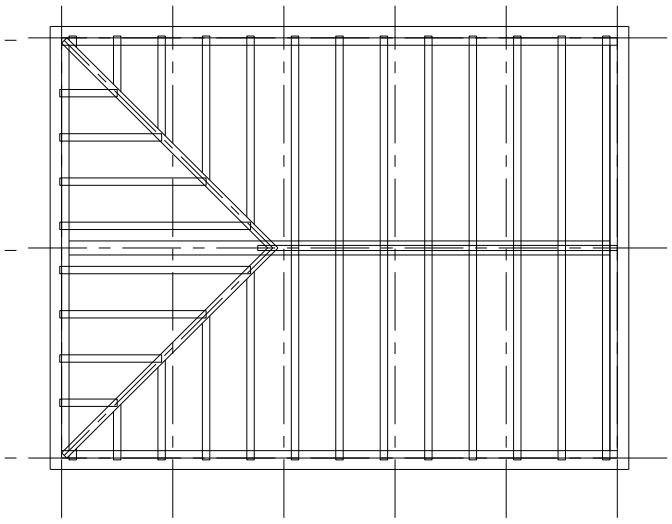
5. Для вальмовой крыши: под углом 45° из углов здания вычертить диагональные стропильные ноги сечением 100х200 мм.



6. По внутренней стене здания уложить коньковый прогон сечением 100х100 мм.



7. Выполнить раскладку стропильных ног с шагом от 1000 мм до 1500 мм, начиная от опорного узла. Сечение стропильных ног 100х200 мм.



Для вальмовых крыш: опорный узел – точка, где сходятся стропильные ноги, для двускатных крыш: раскладку начать от внутреннего контура наружной стены.

8. Показать стойки сечением 100х100 мм по внутренней стене с шагом от 3 м до 6 м под стропильными ногами.

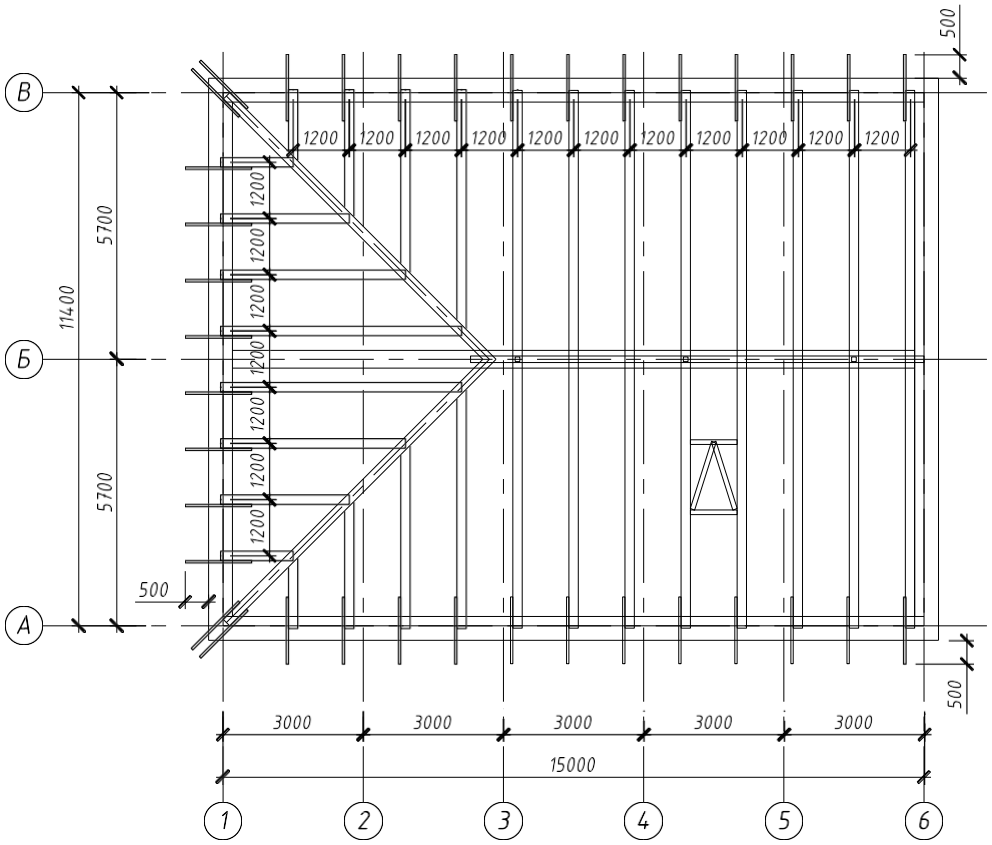
9. Над лестничной клеткой показать слуховое окно. Размеры окна: ширина – в зависимости от шага стропильных ног, длина - 1500 мм.

10. Для образования свеса у каждой стропильной ноги показать кобылку, свес крыши от наружной грани стены принять 500 мм сечением 50х100 мм. У диагональных стропильных ног – кобылка с двух сторон.

11. Проставить размеры:

- шаг стропильных ног - внутри плана по центру стропильных ног;
- цепочку размеров между осями и в крайних осях.

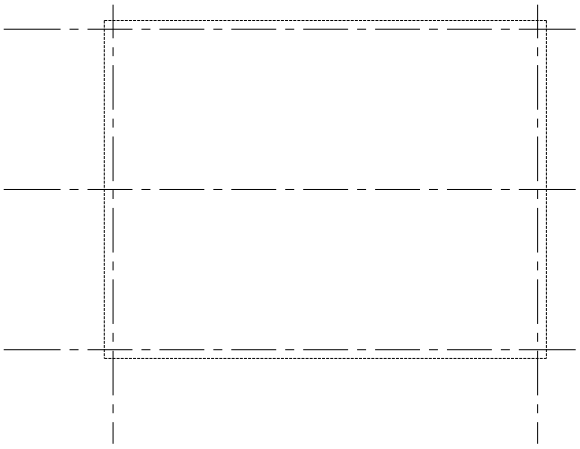
12. Замаркировать оси.



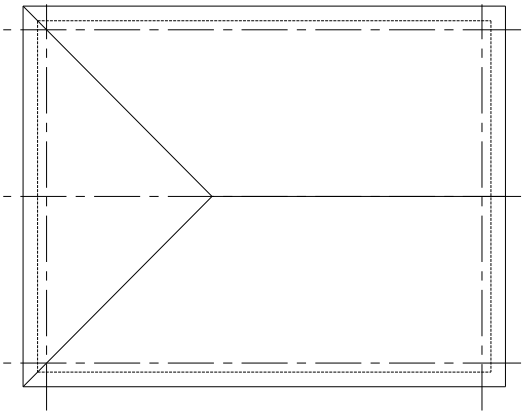
План кровли (масштаб 1:200).

1. В масштабе 1:200 нанести крайние координационные оси здания.

2. Пунктирной линией показать наружную грань наружных стен.



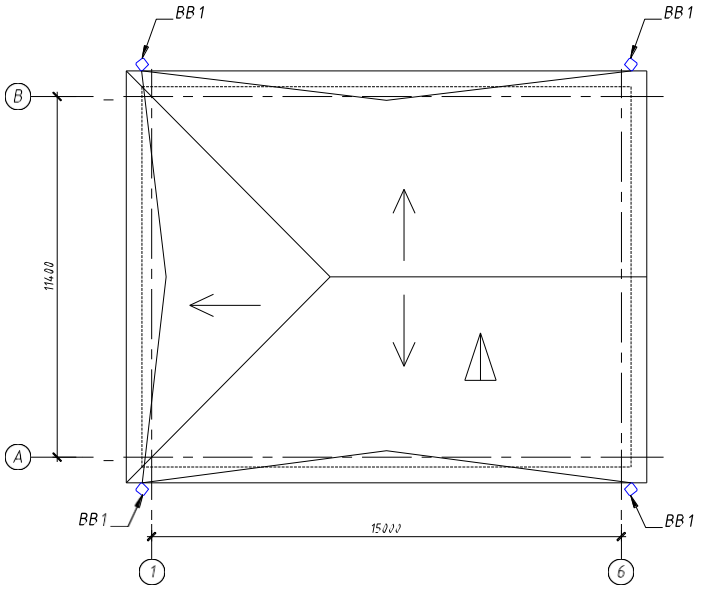
3. От грани наружной стены отложить 500 мм и провести линию контура кровли.
4. Для вальмовых крыш: из углов здания провести ребра под углом 45° .
5. По центру провести линию конька.



6. Стрелками показать направление скатов.
7. Над лестничной клеткой показать контур слухового окна.
8. Показать схему организованного водоотвода (водосборные воронки и желоба).

Если расстояние между крайними осями менее 25 м, воронки расположить по углам здания, если более 25 м – показать дополнительную воронку. Замаркировать воронки ВВ1.

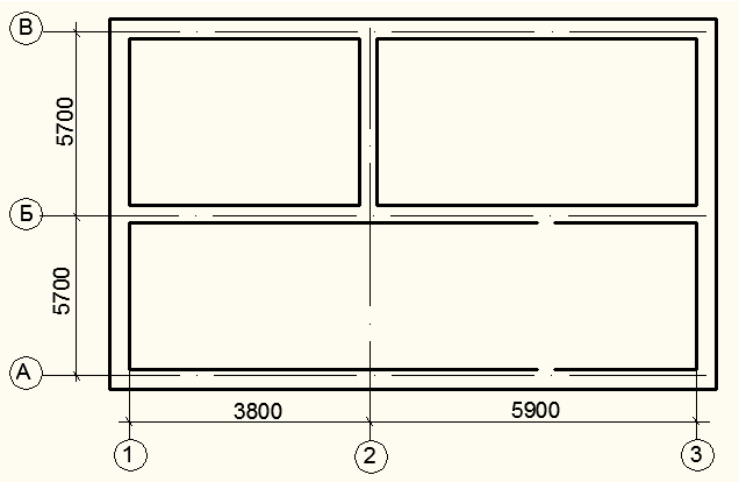
9. Проставить размеры в крайних осях и замаркировать оси.


BB 1
BB 1
B
A
11400
BB 1
BB 1
15000
1
6

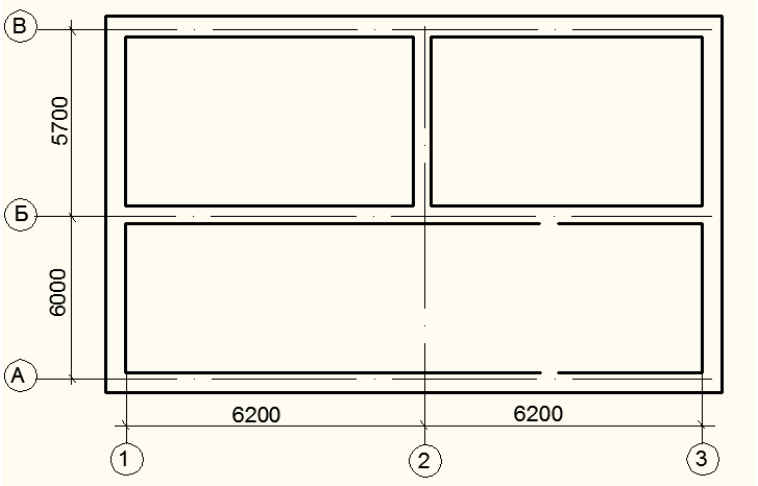
Варианты задания:

Для всех вариантов принять толщину стен 510 мм.

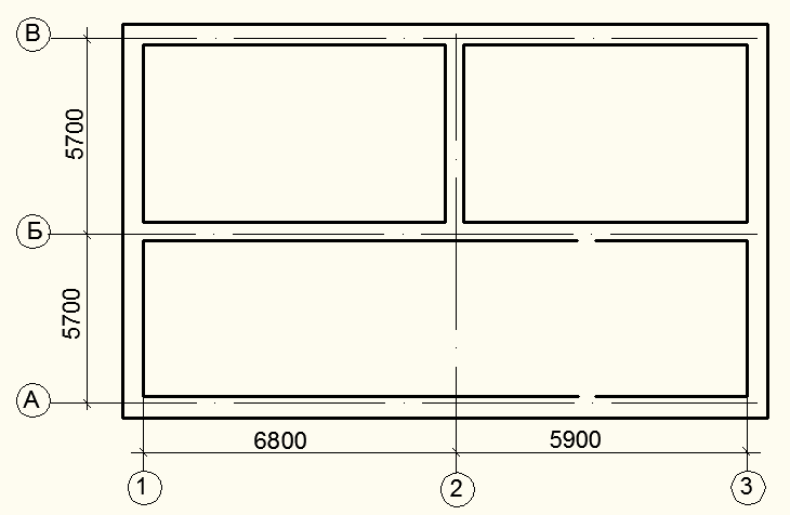
Вариант 1,11,21. Кровля двухскатная



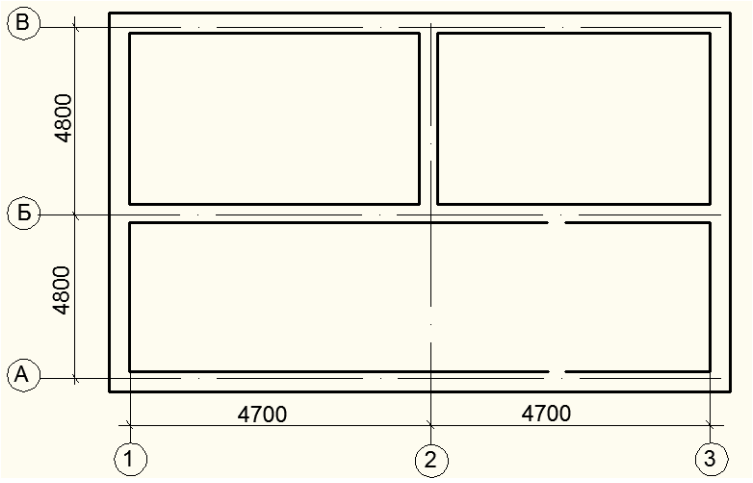
Вариант 2,12,22. Кровля двухскатная



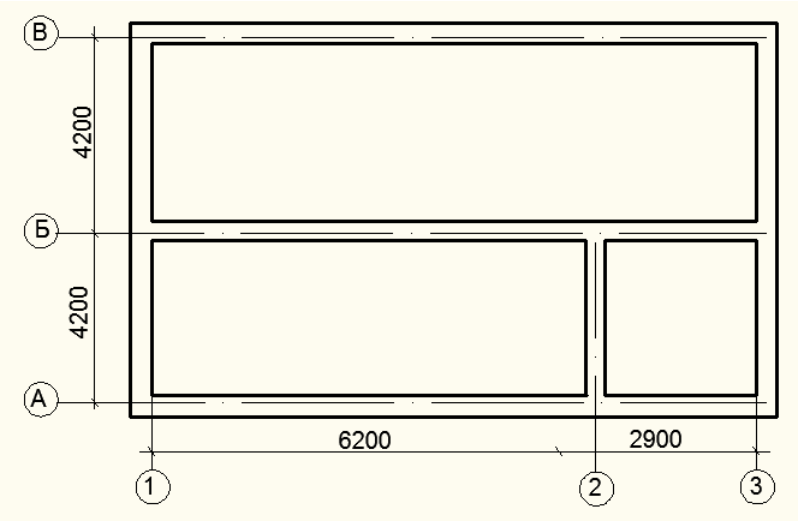
Вариант 3,13,23. Кровля двухскатная



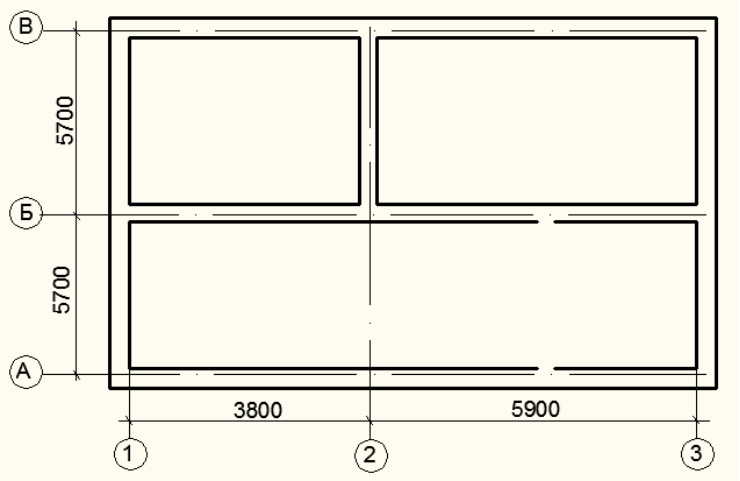
Вариант 4,14,24. Кровля двухскатная



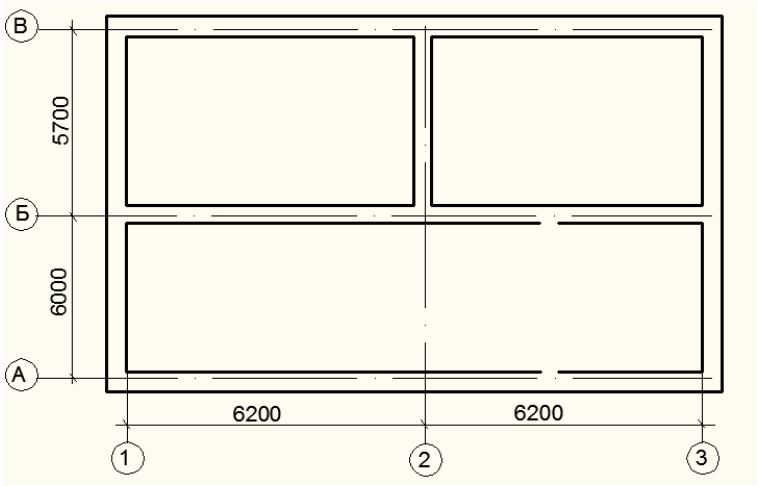
Вариант 5,15,25. Кровля двухскатная



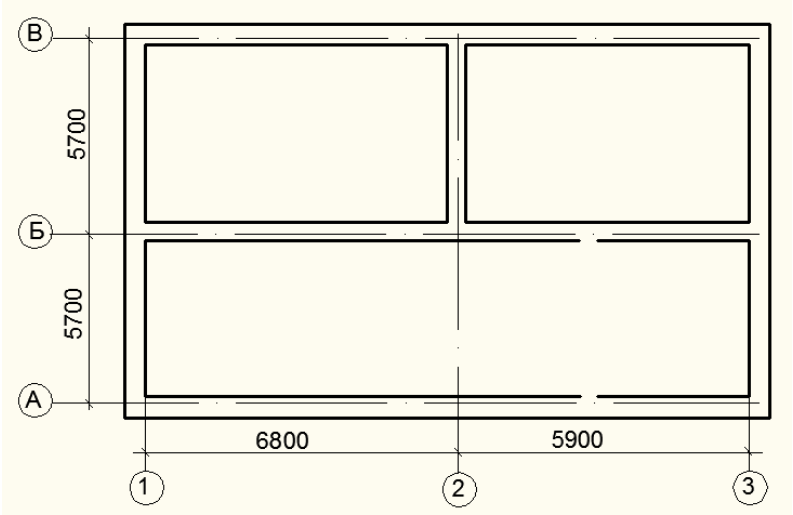
Вариант 6,16. Кровля четырехскатная



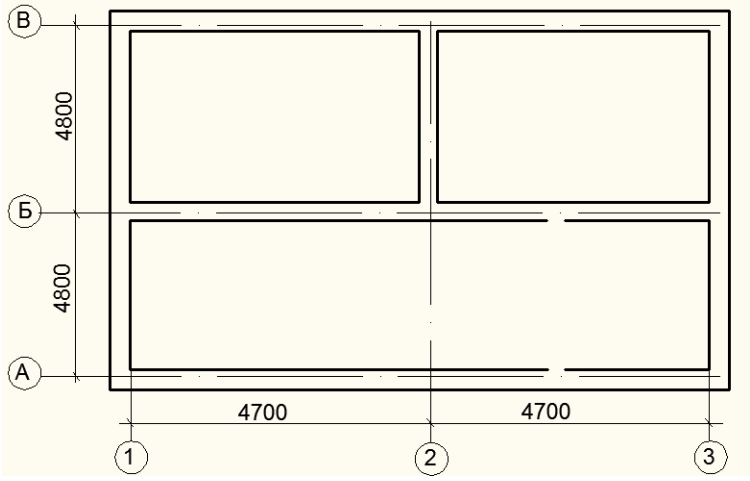
Вариант 7,17. Кровля четырехскатная



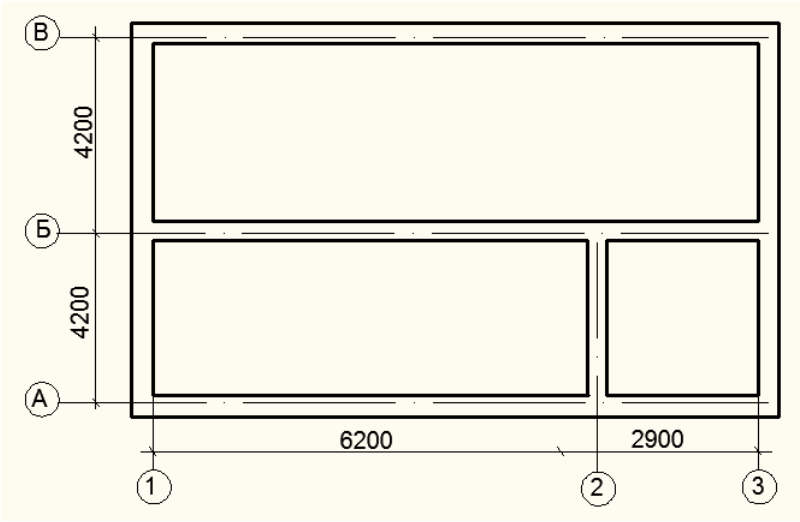
Вариант 8,18. Кровля четырехскатная



Вариант 9,19. Кровля четырехскатная



Вариант 10,20. Кровля четырехскатная



Пример выполнения:

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №8

ПОСТРОЕНИЕ ГЕНПЛАНА. ТЭП ГЕНПЛАНА.

Цель: закрепить знания, полученные по теме; изучить последовательность проектирования генерального плана; изучить состав чертежей и содержание генерального плана гражданского здания.

Необходимые материалы и оборудование: миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаш В, НВ.

Ход работы:

1. Повторить пройденный теоретический материал по теме.
2. Изучить последовательность выполнения практической работы.
3. Выполнить построение генплана, составить ТЭП генплана, составить экспликацию генплана.

Пояснения к работе:

В соответствии с ГОСТ 21.204-2020 СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта.

Генеральный план – это горизонтальная проекция участка, на котором расположено проектируемое здание или группа зданий.

В составе рабочих чертежей проектов гражданских зданий разрабатываются генеральные планы с детальным изображением всех сооружений, проездов, дорожек, озеленения и благоустройства с учетом функциональной связи проектируемого здания с другими зданиями и сооружениями, их ориентацией по сторонам света.

При разработке ГП большое внимание уделяется привязке здания к рельефу местности, выражающуюся на чертежах горизонталями по данным геодезических исследований, а также подводке инженерных коммуникаций.

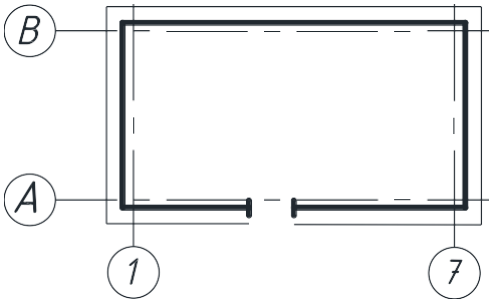
При проектировании ГП необходимо учитывать направление господствующих ветров, что особенно важно при определении взаиморасположения промышленной и жилой зон. С этой целью строится «Роза ветров», на которой показывается распределение направлений ветров по сторонам света по данным многолетних наблюдений для определенного района.

Последовательность выполнения работы:

1. Построить «Розу ветров» в соответствии с районом строительства.

Для этого по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» необходимо определить повторяемость ветра в январе и июле (таблица 3.1 и 4.1). Подписать изображение «Роза ветров города ___»

2. В М1:400 или 1:500 нанести крайние оси проектируемого здания, толстой линией наружные грани стен, тонкой линией обозначить отмостку. Крайние оси обозначить.

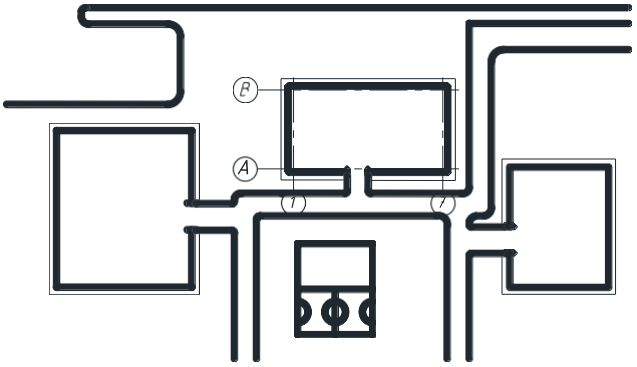


3. Разработать инфраструктуру микрорайона в функциональной связи с проектируемым зданием. Например, для жилого строительства это могут быть школы, детские сады, другие жилые здания, магазины, а также элементы благоустройства: детские площадки, зоны отдыха, стоянки автомобилей, спортплощадки, площадки для отдыха и т.д. Расстояние между зданиями должно соблюдаться в соответствии с противопожарными и санитарными нормами.

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Комментарий	Минимальные расстояния при степени огнестойкости и классе конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и строений, метры		
Материалы несущие и ограждающих конструкций строения			I, II, III, Co	II, III, IV, C1	IV, V, C2, C3
I, II, III	Co	Камень, бетон, железобетон и другие негорючие материалы	6	8	10
II, III, IV	C1	То же, что и (I), с деревянными перекрытиями, защищенными негорючими и трудногорючими материалами	8	10 (ранее 8)	12 (ранее 10)
IV, V	C2, C3	Древесина, каркасные ограждающие конструкции из негорючих, трудногорючих и горючих материалов	10	12 (ранее 10)	15

4. Нанести дороги, проезды, тротуары, пешеходные дорожки и т.д. Ширину главной дороги принять 15-20 м, ширину внутриквартальных проездов – 6-8 м, тротуары – 2,05-3 м. Углы дорог обязательно должны иметь скругления.

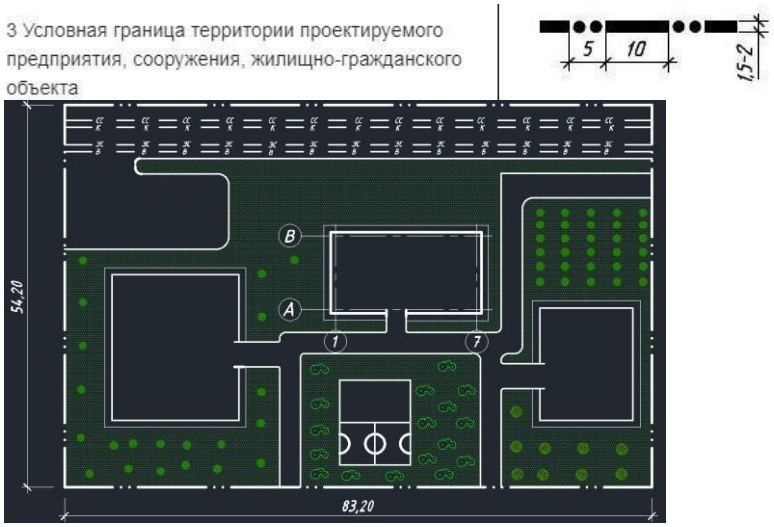
Нанести красную линию, которая условно отделяет территорию улицы от территории застройки (не ближе 6 м до зданий).



5. Показать озеленение территории (газоны, деревья, кустарники и т.д.). Площадь озеленения должна составлять не менее 40% от общей площади участка.

6. Показать основные инженерные коммуникации (сети связи, канализация, водоснабжение, электроснабжение) вдоль главной дороги на расстоянии от края дороги 1,0 м и дальнейшим шагом 1,0 м.

7. Штрихпунктирной с двумя точками очень толстой линией обозначить условную границу территории проектируемого микрорайона. Указать слева и внизу размеры получившихся границ в метрах (два знака после запятой).



8. Нанести продольные и поперечные размерные линии через весь участок через проектируемое здание. Размеры указываются в метрах с одним знаком после запятой по каждому элементу.

9. Замаркировать здания и сооружения на плане (цифрами в кружке в нижнем правом углу) и составить экспликацию ген.плана:

Экспликация генплана

Марка поз.	Наименование	Этажность	Площадь застр, м²
1	Проектируемое здание		647,68
2	Жилое здание		240
3	Здание школы		522,4
4	Площадка для отдыха		324
5	Стоянка для автомашин		438

15 8 8 8 8 8

10 60 20 20

10. Нанести условно геодезическую сетку горизонталей, которые обозначают абсолютные отметки высот (два знака после запятой). В КП отметки высот принять соответственно городу по заданию. Превышение между горизонталями принять 0,5 м.

11. Выполнить вертикальную привязку здания к рельефу, т.е. определить абсолютные отметки углов зданий.

Абсолютные отметки – расстояние по вертикали (высота) определенной точки земной поверхности от среднего уровня поверхности океана.

Вычисленные отметки углов здания нанести на здание на ГП на выносных линиях из каждого угла. Высчитать абсолютную отметку чистого пола 1-го этажа. Для этого высчитать среднюю отметку углов здания и прибавить отметку *ур.земли*. Нанести эту отметку на здание по центру.

12. Технико-экономические показатели генерального плана.

Площадь участка $S_{уч}$ = _____м² (площадь всего участка)

Площадь застройки $S_з$ = _____м² (сумма площадей, занятых зданиями и сооружениями, не включая отмостку и тротуары)

Площадь твердых покрытий $S_{тв.п.}$ = _____м² (сумма площадей всех дорог, тротуаров, отмосток)

Площадь озеленения $S_{озел}$ = _____м² (площадь газонов, клумб и т.д.)

Плотность застройки $К_1$ = ($S_з$/$S_{уч}$)*100% = _____

Процент озеленения $К_2$ = ($S_{озел}$/$S_{уч}$)*100% = _____

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 СБОР НАГРУЗОК НА КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ: ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ И ПЕРЕКРЫТИЯ, ФУНДАМЕНТ.

Цель: научиться распознавать постоянные и временные нагрузки, уметь определять нормативные и расчѐтные 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):

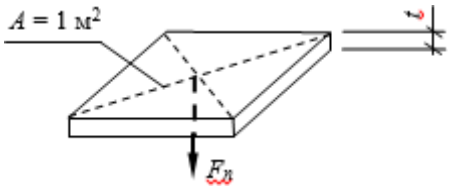
• нагрузки на перекрытия и лестницы зданий;

• 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.



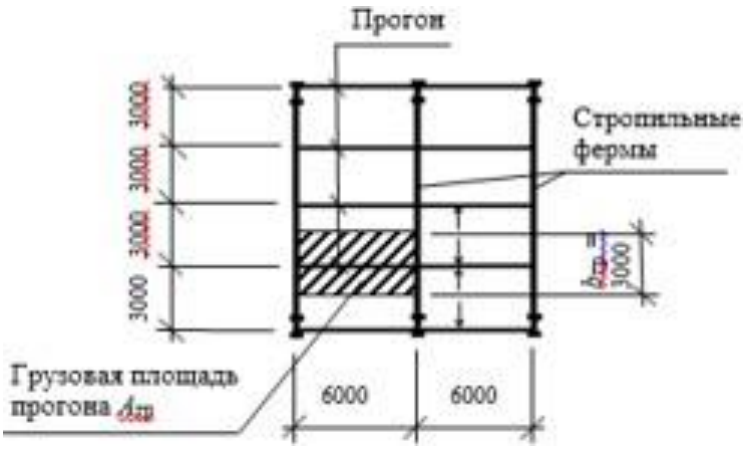
Пояснения к работе:

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.

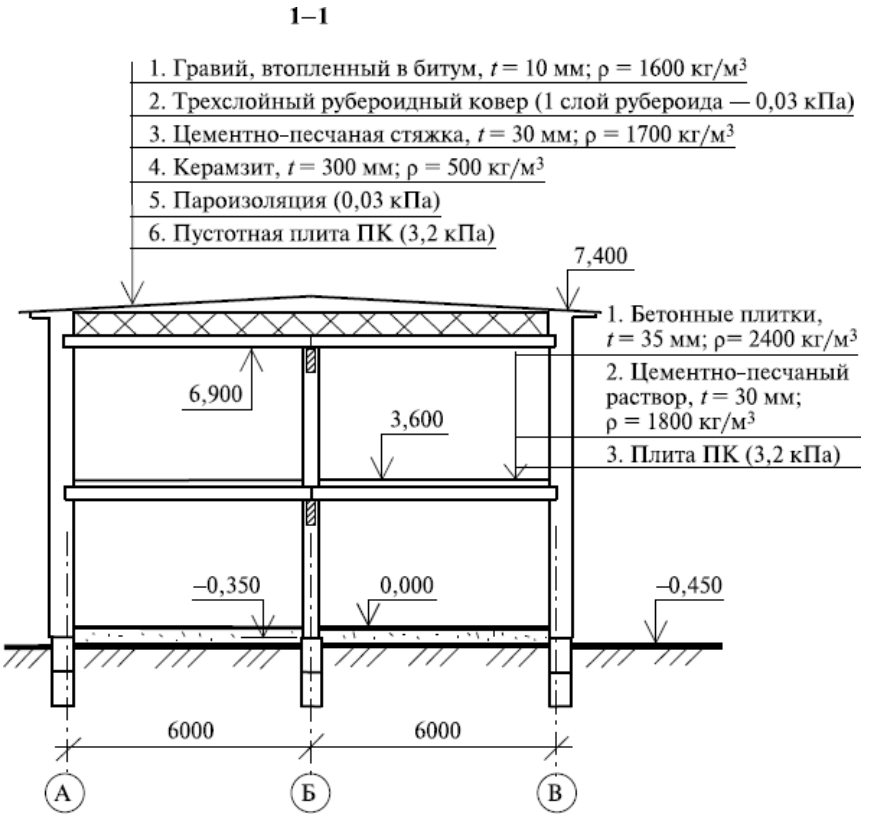


Пример выполнения задания

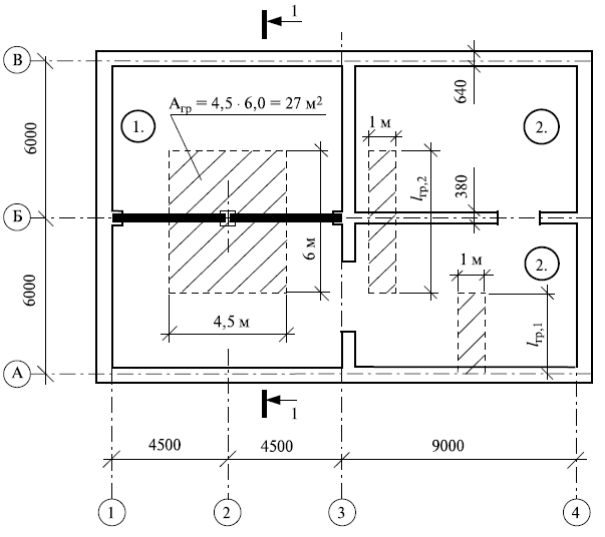
Пример 1. Произвести сбор нагрузок на низ кирпичной колонны сечением $b_c x h_c$ = 380 × 380 мм в осях Б–2. Здание двухэтажное (см. рис. 3.3; 3.4); первый и второй этажи идентичны по составам помещений. В осях 1 — 3 расположены торговые залы. Пол первого этажа выполнен по грунту. Лестничная клетка и 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.



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 · 16	0,16	1,3	0,21
2	Трехслойный рубероидный ковер	0,03 · 3 слоя	0,09	1,3	0,12
3	Цементно-песчаная стяжка	0,03 · 17	0,51	1,3	0,66

№ п/п	Нагрузки	Подсчет	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
I. Постоянные нагрузки					
1	Керамзит	0,30 · 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
	Итого	$g_n^{покр}$ = 5,49 кПа		$g^{покр}$ = 6,5 кПа	
II. Временные нагрузки					
1	Снеговая нагрузка (см. формулы. (3.3), (3.5))	1 · 1 · 2,0	$s_{0,n}$ = 2,0	1,2	s_0 = 2,8
	Всего	$q_n^{покр}$ = 7,49 кПа		$q^{покр}$ = 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 · 24	0,84	1,2	1,01
2	Цементно-песчанный раствор	0,03 · 18	0,54	1,3	0,7
3	Пустотная плита ПК	–	3,2	1,1	3,52
	Итого	$g_n^{перекр}$ = 4,58 кПа		$g^{перекр}$ = 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)	–	$p_{l,n}^{п}$ = 0,5	1,1	$p_l^{п}$ = 0,55
	Всего	$q_n^{перекр}$ = 9,08 кПа		$q^{перекр}$ = 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 × 380 мм.

Плотность кирпичной кладки ρ = 1800 кг/м3 (удельный вес γ = 18 кН/м3).

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

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

4. Нагрузка от веса балок.

Принимаем сечение балок *bh* = 200 × 400 мм, балки выполнены из железобетона ρ = 2500 кг/м3 (удельный вес γ = 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):

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

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

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

$$N_n = q_n^{покр}Агр + q_n^{перекр}Агр + n^{балок}N_n^{балки} + N_n^{колонны} =$$

$$= 7{,}49 \cdot 27 + 9{,}08 \cdot 27 + 2 \cdot 9{,}0 + 18{,}84 = 484{,}23 \text{ кН};$$

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

Расчетные нагрузки необходимо умножать на коэффициент надѐжности 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 надежности по ответственности γn = 0,8.

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

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

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

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

• полное значение нагрузки N = Nγn = 577,28·1,0 = 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)

$N_l = [(g^{покр} + 0{,}5s)Агр + (g^{перекр} + 0{,}35pt + l\,p\,)Агр + n^{балок}N^{балки} + N^{колонны}]\gamma_n =$

$= [(6{,}5 + 0{,}5 \cdot 2{,}8)27 + (5{,}23 + 0{,}35 \cdot 4{,}8 + 0{,}55)27 + 2 \cdot 9{,}9 + 20{,}72]1{,}0 = 455{,}24$ кПа.

Задание для практического занятия №1. Собрать нагрузку на 1 пог. м фундамента (рис.1) двухэтажного здания, предварительно определив нагрузку на 1 м^2 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 φ = 2,5^0. Пол первого этажа выполнен по перекрытию и аналогичен полу второго этажа.

Климатический район расположения здания принять в соответствии с вариантом.

Состав слоѐв кровли:

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

Состав слоѐв на плите перекрытия:

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

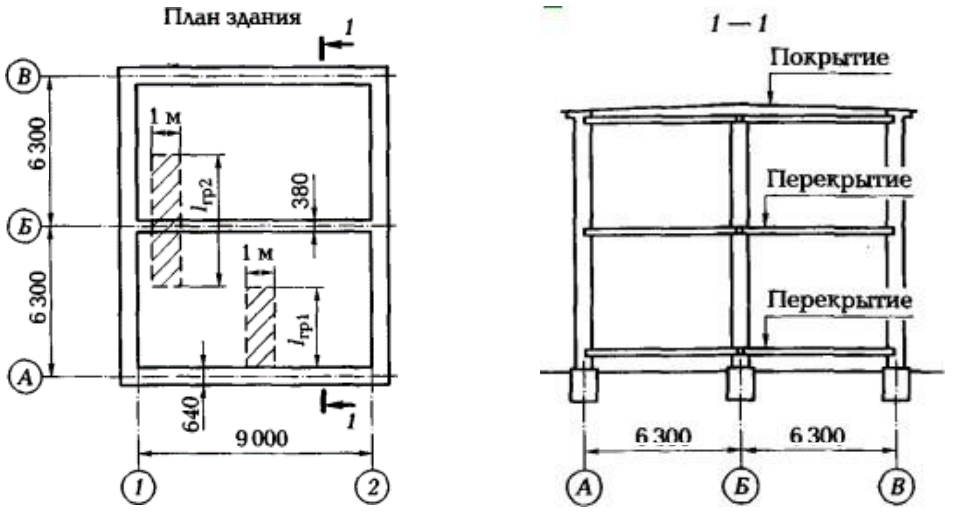


Рис. 1. План и разрез здания.

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	Мурманск	Рязань	Москва	Петрозаводск	Псков	Тула	Санкт-Петербург	Ярославль	Пермь	Воронеж	Чебоксары	Волгоград
Назначение здания	школа	детский сад	школа	жилое	жилое	жилое	магазин	магазин	детский сад	жилое	офисное	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

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2.
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ. КОНСТРУИРОВАНИЕ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ.

Цель: научиться определять напряжѐнно-деформационное состояние строительных конструкций, испытывающих сжатие, уметь заменять их расчѐтными схемами, производить расчѐт 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:

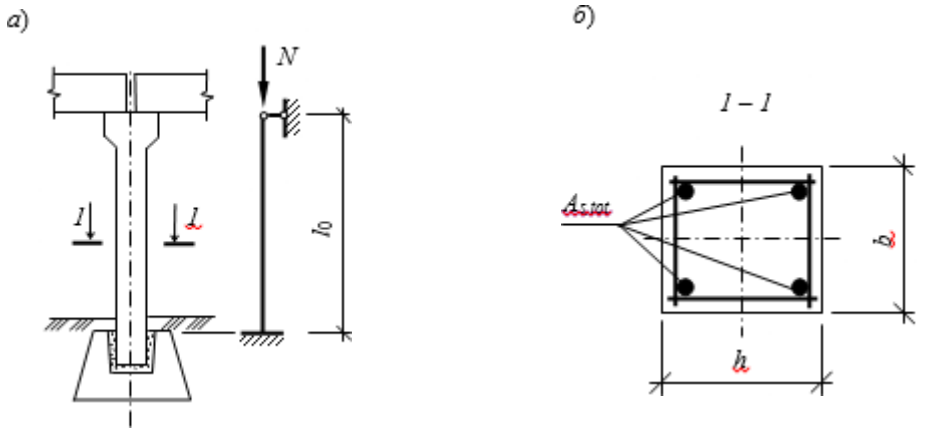


Рис .. Колонна:

а) – закрепление концов колонны и еѐ расчѐтная схема;

б) поперечное сечение колонны и расположение рабочей арматуры;

$A_{s,tot}$ - площадь сечения всей продольной рабочей арматуры, находящейся в сечении элемента;

l_0 – расчѐтная 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 удается 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

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

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

R_b – призменная 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

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

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

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

где μ – коэффициент армирования, определяется по формуле

$$\mu = \frac{A_{s\,tot}}{bh} 100\% \geq \mu_{min}. \qquad (3.4)$$

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 As,tot: для кратковременного действия всей нагрузки (N) и для действия длительной нагрузки (Nl). Площадь арматуры назначается по большему значению (при расчете на длительное действие нагрузки расчетное сопротивление бетона умножают на коэффициент $\gamma_{b1} = 0{,}9$):

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

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 6), 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).

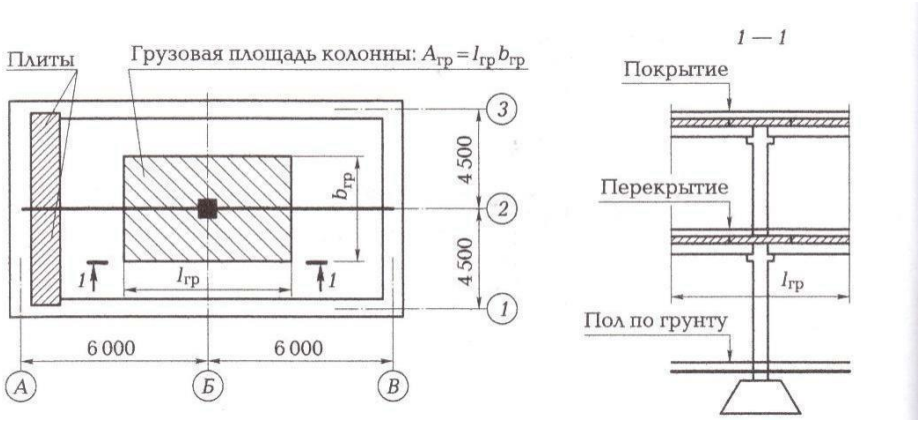
10. Назначают шаг поперечных стержней (хомутов в вязаных каркасах) $s_w \leq 15d_s$ и не более 500 мм.

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, γn = 0,95;



Плиты перекрытия на плане условно не показаны

Грузовая площадь Агр = 27 м2; кратковременная часть снеговой нагрузки составляет 50 % от всей снеговой нагрузки: 0,5s = 0,5·1,8 = 0,9 кПа; кратковременная часть временной нагрузки на перекрытие: (p – plnγf) = 1,95 – 0,3·1,3 = 1,56 кПа (где pln – длительная часть временной нормативной нагрузки см. табл. 1.2 Приложение1). Сечение колонны b×h = 300×300 мм.

Колонна сборная, высотой в два этажа, высота этажа Нэт = 3,3 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 – 0,9·27 – 1,56·27 = 352,7 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 = 0,7l = 0,7·3,9 = 2,73 м.

Проверяем соотношение l_0/h = 2730/300 = 9,1 ≈ 9 < 20, следовательно, можно выполнять расчет по формуле (3.1).

3. Находим величину случайного эксцентриситета $e_0 = l/600$ = 3900/600 = 6,5 мм, но его значение назначается не менее 10 мм; принимаем случайный эксцентриситет равный $e_{0,сл}$ = 10 мм; проверяем отношение $h/30 \le e_{0,сл}$; 300/30 =10 мм = $e_{0,сл}$ = 10 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): Rb = 8,5 МПа = 0,85 кН/см2; Rsc = 355 МПа = 35,5 кН/см2.

5. Задаемся значением коэффициента армирования μ = 0,01 (что соответствует 1% армирования) и по формуле (3.3) определяем коэффициент

αs = Rscμ/Rb = 35,5·0,01/0,85 = 0,418.

6. По табл. 3.6 Приложения 3 определяем коэффициенты:

φb = 0,902; φsb = 0,907 (с интерполяцией), определяем по формуле (3.2) коэффициент φ

φ = φb + 2(φsb – φb)αs = 0.902 + 2(0,907 – 0,902) 0,418 = 0,906 ≤ φsb = 0,907.

7. Из формулы (3.1) определяем требуемую площадь сечения продольной арматуры

$$A_{s,tot} = \frac{\frac{\gamma_n N}{\varphi} - R_b A}{R_{sc}} = \frac{\frac{419,12 \cdot 0,95}{0,906} - 0,85 \cdot 900}{35,5} < 0,$$

так как получен отрицательный результат (As,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 μmin = 0,209% (определен с интерполяцией); из формулы (3.4) находим требуемую площадь сечения всей сжатой арматуры

$$A_{s,tot} = \frac{bh \cdot \mu_{min}}{100} = \frac{30 \cdot 30 \cdot 0,209}{100} = 1,88 \text{ см}^2.$$

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 ø 16 мм, А400, $A_{s,tot}$ = 8,04 см²) 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 ¼ d_{sc} – диаметра продольных сжатых стержней, $d_{sw} \geq 0,25 d_{sc}$ = 0,25·16 = 4 мм. Принимаем поперечные стержни (ø 4 мм, В500).

Шаг поперечных стержней sw принимают не более 15 диаметров продольных стержней (при большем шаге поперечных стержней может происходить выпучивание продольных стержней каркаса) sw ≤ 15dsc = 15·16 = 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 (Н = 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 γ_n = 1,0. Сечение колонны *bxh*- принять в соответствии с таблицей вариантов. Высоту колонны и способ закрепления- принять в соответствии с таблицей вариантов. Бетон класса В20, арматура класса А4ОО.

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**
Сечение колонны, мм	350 х	350	300х3	0	400х4	0	350 х	350	400х	600	300х4	0
Высота колонны- L, мм	6000	4200	5800	3600	4000	3800	6000	42 00	58 00	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	μ = 1,0	μ = 0,7	μ = 0,5	μ = 2,0	μ - зависит от степени подвижности опоры
	Деревянные конструкции	μ = 1,0	μ = 0,8	μ = 0,65	μ = 2,2	

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 РАСЧЕТИ КОНСТРУИРОВАНИЕ МНОГОПУСТОТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ.

Цель: научиться определять напряжѐнно-деформационное состояние изгибаемых элементов конструкций, уметь заменять их расчѐтными схемами, производить расчѐт для подбора армирования и конструирования.

Необходимые материалы и оборудование:

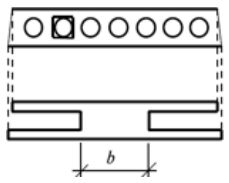
Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции».

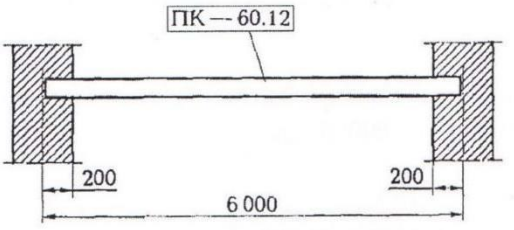
Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом В.И. Сетков, Е.П. Сербин «Строительные конструкции», раздел 7.4.8.
2. Разобрать пример решения задачи по конструированию много пустотной плиты;
3. Согласно алгоритму выполнить практическую работу.

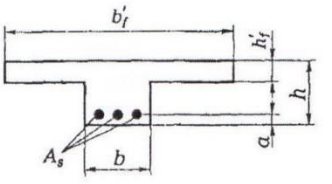
Пояснения к работе:

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



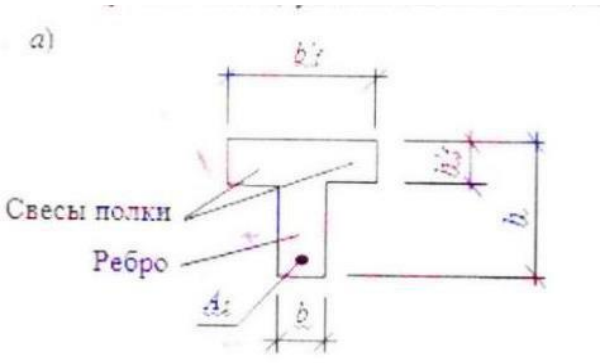


Опирание плиты перекрытия на стены.



Расчётное сечение плиты

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.



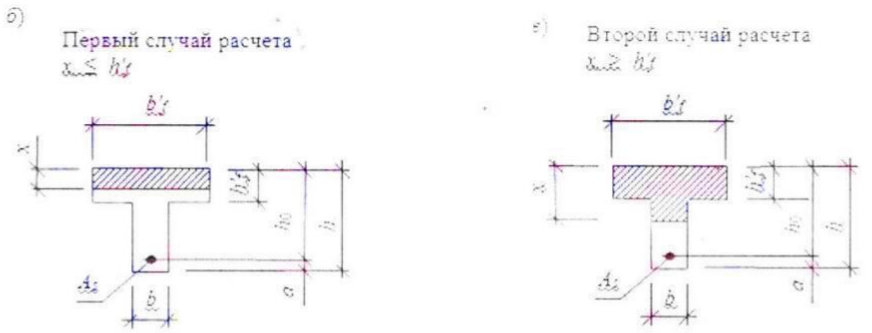


Рис.3.18. Расчёт элементов таврового сечения:
а – обозначения, принятые при расчётах: b_f – ширина полки; h_f – высота полки; b – ширина ребра; h – высота балки; A_s – площадь сечения рабочей продольной арматуры; б, в – расчётные случаи тавровых элементов: x – высота сжатой зоны бетона; h_0 – рабочая 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 $x \le h'_f$ (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:

$M_f = R_b * b'_f * h'_f * (h_0 - 0{,}5\, h'_f)$,

$M_f \ge M$ – первый расчетный случай;

$M_f < M$ – второй расчетный случай.

Дальнейший расчет выполняется в соответствии с алгоритмом:

Алгоритм расчѐта тавровых элементов

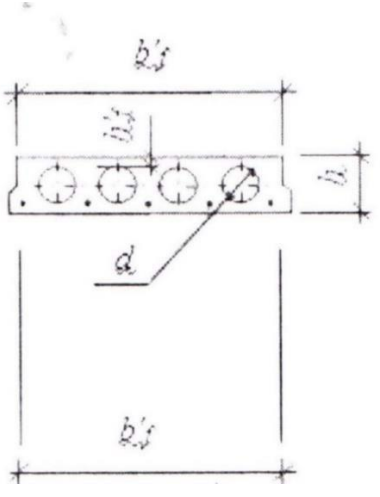
Первый расчетный случай	*Второй расчетный случай*
Определяем значение коэффициента по формуле	Определяем значение коэффициента $A_0 = \dfrac{M - R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0{,}5 h'_f)}{R_b b h_0^2}$ (3.7, *б*)

$A_0 = \dfrac{M}{R_b b'_f h_0^{\,2}}$ (3.7, *а*)	
Проверяем условие: $A_0 \le A_{0R}$ (табл. 3.8 Приложен. 3), если условие не выполняется, увеличиваем сечение	Проверяем условие: $A_0 \le A_{0R}$ (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) $A_s = \dfrac{M}{\eta h_0 R_s}$	Находим требуемую площадь арматуры $A_s = \dfrac{R_b \xi b h + R_b (b'_f - b) h'_f}{R_s}$ (3.5, а)

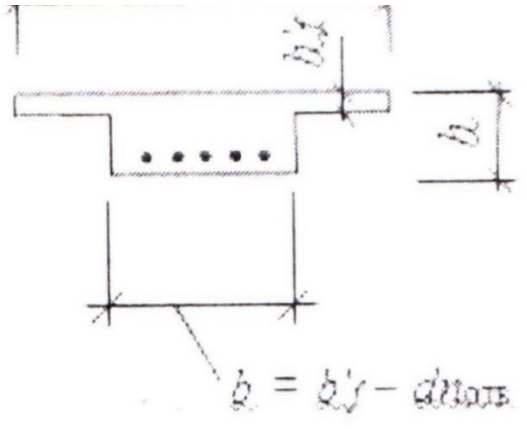
Процент армирования тавровых элементов:

$\mu_s = As/bh_0 * 100\% \ge \mu_{min} = 0{,}1\%$

фактическое сечение



Расчетное сечение



Пример расчета и конструирования междуэтажной плиты перекрытия.

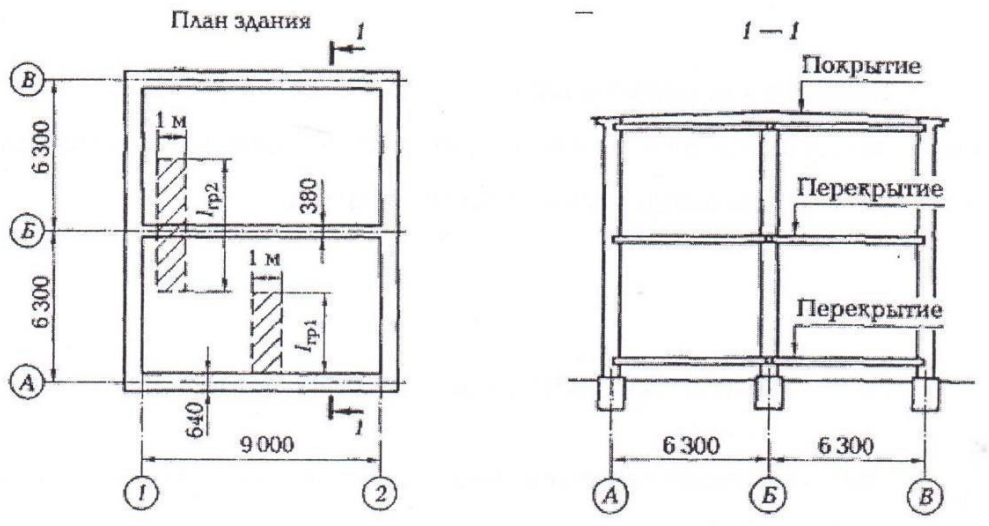


Рис. 1. План и разрез здания.

Состав слоев на плите перекрытия:

6) керамическая плитка: t=9 мм, ρ=2700 кг/ м³
7) плиточный клей: t=5 мм, ρ=2000 кг/ м³
8) цементно-песчаная стяжка: t=30 мм, ρ=1800 кг/ м³
9) звукоизоляционные плиты: t=25 мм, ρ=200 кг/ м³
10) многопустотная железобетонная плита перекрытия t=220 мм, ρ=2500 кг/ м³ (принимаем приведенную толщину многопустотной плиты = 110 мм)

Рассчитываем нагрузку на 1 м2 перекрытия (см. приложение 1)

Наименование нагрузки	Подсчет нагрузки	Нормативные нагрузки, кПа	γf	Расчетные нагрузки, кПа
1.Постоянные нагрузки				
а)керамическая плитка	0,009*2700=24,3 кг/ м²	24,3/100=0,24	1,1	0,26
б)плиточный клей	0,005*2000=10 кг/ м²	10/100=0,1	1,3	0,13
в)цементно-песчаная стяжка	0,03*1800=54 кг/ м²	54/100=0,54	1,3	0,7
г)звукоизоляционные плиты	0,025*200=50 кг/ м²	50/100=0,5	1,3	0,65
д) многопустотная железобетонная плита перекрытия	0,11*2500=275 кг/ м²	275/100=2,75	1,1	3,03
Итого постоянная		4,13		4,77
2. Временна а) длительн действующая (пониженная часть кратковременной)	1,5*0,35=0,53 кПа	0,53	1,3	0,7

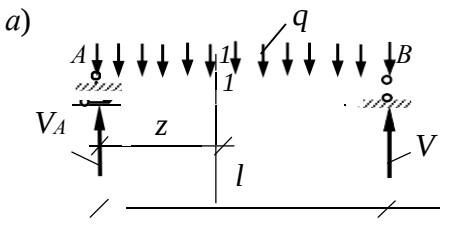
б) длительно действующая (вес перегородок)	50 кг/м²	50/100=0,5	1,3	0,65
б) кратковременная (квартиры жилых зданий)	1,5 кПа	1,5	1,3	1,95
3.Полная (суммарная)		6,7		8,07

Рассматриваем плиту как балку на двух опорах сечением bxh 120x22 см.

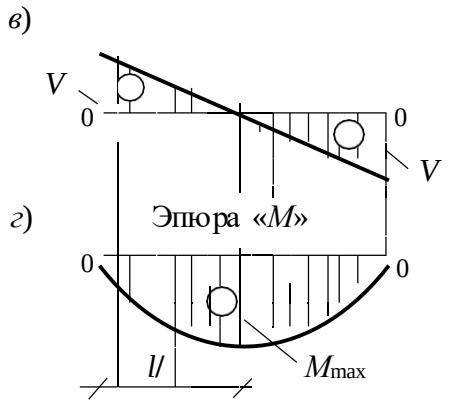
На 1 п.м. плиты действуют следующие нагрузки (смотри рис.1):

расчетная: 807 кг/м² *1,2 м=968,4 кг/м=9684 Н/м;

нормативная 670 кг/м² *1,2 м=804 кг/м=8040 Н/м;



Эпюра «*Q*»



Расчетный изгибающий момент от действия полной расчетной нагрузки (I предельное состояние) равен:

$M=gl_0^2/8=9684*6,1^2/8=46531,62$ Нм

где расчетная длина плиты: $l_0=l-2*(l_{оп}/2)=6,3-0,2=6,1$ 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:

$M_н=gl_0^2/8=8040*6,1^2/8=38632,20$ Нм

Максимальная поперечная сила на опоре от расчетной нагрузки

$Q=gl_0/2=9684*6,1/2=30020,40$ Н,

то же от нормативной нагрузки Qн= gl_0 /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.

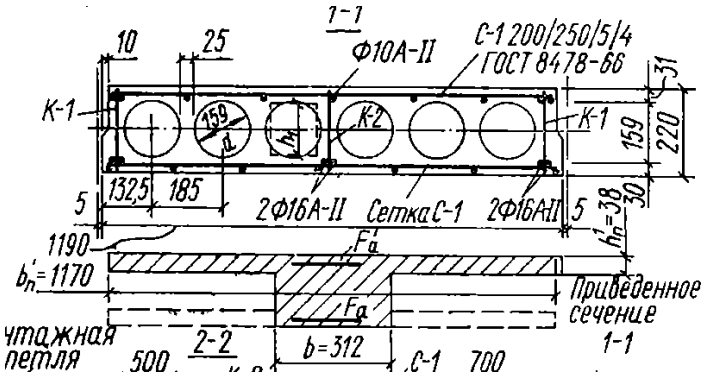
Вычисляем h1=0,9 d=0,9*15,9=14,3 см;

hп'= h- h1/2=22-14,3/2=3,85см=3,8 см;

расчетная ширина сжатой полки bп'=117 см;

приведенная ширина ребра b=117-6*14,3=31,2 см.

Принимаем расстояние от нижнего растянутого волокна бетона до центра тяжести арматуры – 3 см; рабочая высота сечения: h0=h-3=19 см.



Расчетные характеристики материалов:

Бетон класса В25, Rb= 14,5 Мпа=1450 Н/см^2, Rbn= 18,5 Мпа;

Продольная рабочая арматура- периодического профиля класса А-400 Rs= 350 Мпа=35000 Н/см^2; Rsn= 400 Мпа: поперечная – класса А240. Армирование плиты – сварными сетками и каркасами. Сетки- в верхней и нижней полках панели- из проволоки класса Вр500 Rs= 415 Мпа=41500 Н/см^2

Устанавливаем расчетный случай:

Mf=Rb*b'f*h'f*(h_0-0,5h'f)

Mf=1450 *117*3,8(19-0,5*3,8)=11023857 Н*см;

M=46531,62 Нм=4653162 Н*см

Mf > M- первый расчетный случай

Расчет по прочности нормальных сечений

1. Определяем значение коэффициента по формуле

α_0=M/ Rb*bп'*h_0^2= 3877640/1450*117*19^2=0,063;

По справочным таблицам (приложение 2)- находим коэффициенты η=0,968; ξ=0,05, определяем положение границы сжатой зоны x= ξ h_0=0,05*19=0,95 см< hп'=3,8 см- нейтральная ось проходит в пределах сжатой полки.

2. Находим требуемую площадь арматуры

As=M/ η h0 Rs=3877,64/(0,968*19*35)=6,024 см^2

Принимаем рабочую растянутую арматуру А400, по сортаменту подбираем **8 стержней d=10 мм,** As=6,28 см^2; также учитываем **нижнюю сетку 200/250/5/4 (ГОСТ 8478-81)- 7 стержней***0,19, As=1,37 см^2, таким образом As=7,65 см^2.

Стержни диаметром 10 мм распределяем в каркасах, в ребрах- в двух крайних и средних. Поперечную арматуру каркасов принимаем: на ¼ пролета – с шагом 100 мм, в середине пролета – с шагом 400 мм.

3. Проверяем процент армирования сечения:

$$\mu_s = As/bh_0*100\% \geq \mu_{min}=0,1\%$$

7,65/(31,2*19)*100%=1,3%> μ_{min}=0,1%- условие выполняется

Расчет по прочности наклонных сечений

Проверяем условие необходимости постановки поперечной арматуры для многопустотной плиты

$Q \leq \varphi_{b1}*Rb*b*h_0$, где φ_{b1}=0,3 (по п.8.1.32 СП63.13330)

Q=30020,40 Н< φ_{b1}*Rb*b* h_0=0,3* 1450*31,2*19=257868,00 Н -условие выполняется поперечная арматура по расчету не требуется. Поэтому поперечное армирование принимаем конструктивно.

Расчет подъемных петель

Монтажные петли проектируем из стали класса А240, Rs=210 Мпа=21000Н/см^2. Петли расположены на расстоянии 70 см от концов плиты.

Расчетная нагрузка от собственного веса плиты:

$q=k_д \gamma_f h_{пр} \rho b$, где

$k_д$=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 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 Н

Площадь сечения арматуры петли As= N/ Rs=16927,7/21000=0,806 см^2, принимаем стержень диаметром 12 мм, As=1,13 см^2

Задания для практического занятия

варианты	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
	16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
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	В25	В30		В20		В35		В25		В30		В20		В35	
класс арматуры	А400	А500		В500		А400		А500		В500		А400		А500	

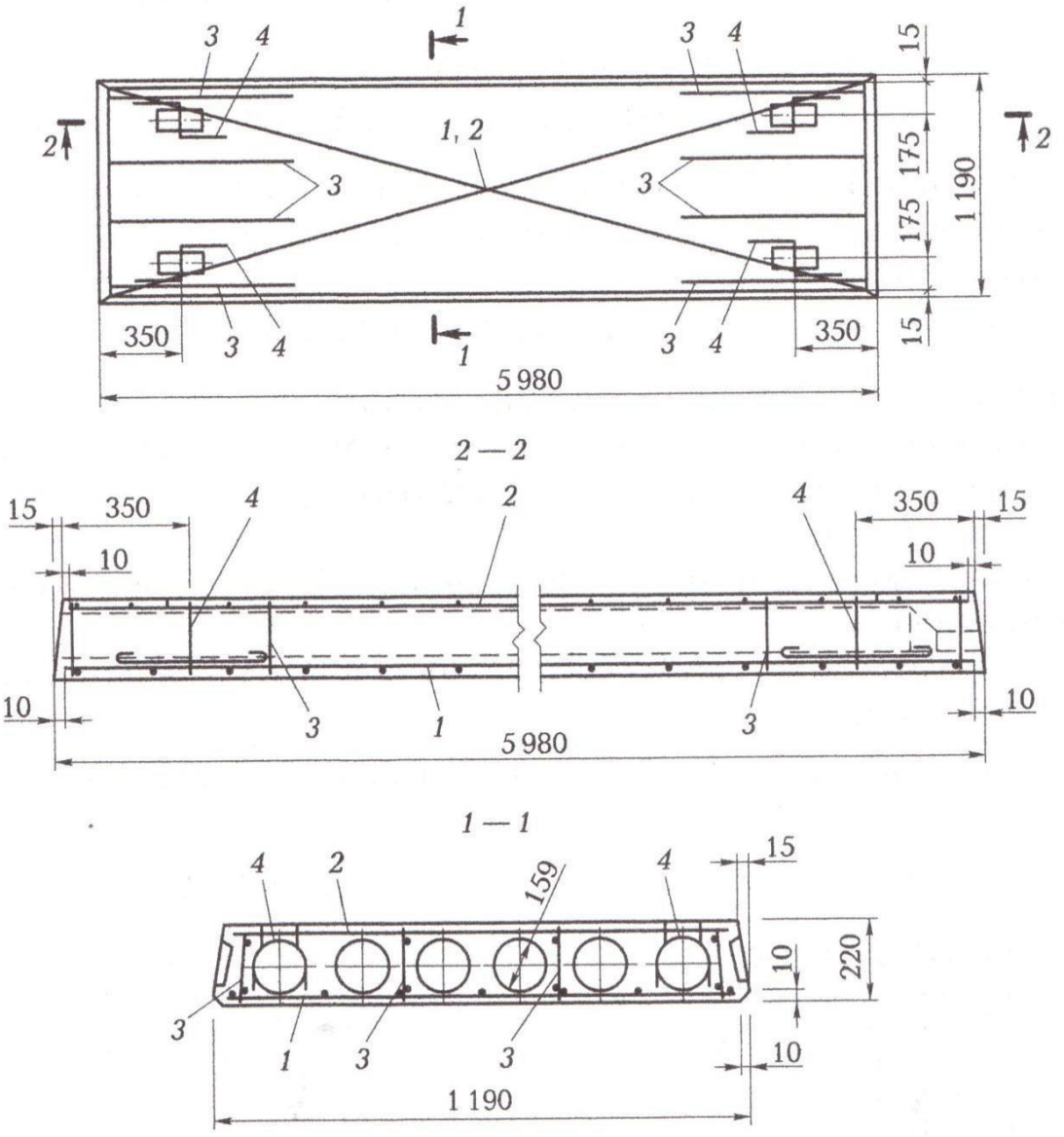
Проектирование конструкции плиты перекрытия следует начинать с подсчета нагрузок.

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 $a_в$ = 20 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.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕБРИСТОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ.

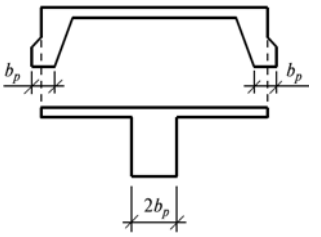
Цель: умея рассчитывать балки таврового сечения, показать, что как тавровые рассчитываются и изгибаемые элементы (железобетонные плиты), сечение которых внешне не похоже на тавр, но у них имеется полка, расположенная в сжатой зоне, а растянутая зона уменьшена.

Необходимые материалы и оборудование:

Учебный класс, индивидуальные задания для практического занятия, практикум «Строительные конструкции» Е.П.Сербин.

Ход работы:

Ребристые 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 расчѐтах: b'_t – ширина полки; h'_t – высота полки; b – ширина ребра; h – высота балки; A_s – площадь сечения рабочей продольной арматуры; б, в – расчѐтные случаи тавровых элементов: x – высота сжатой зоны бетона; h_o – 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

$$M_f = R_b\, b'_f\, h'_f\, (h_0 - 0{,}5h'_f), \qquad (3.10)$$

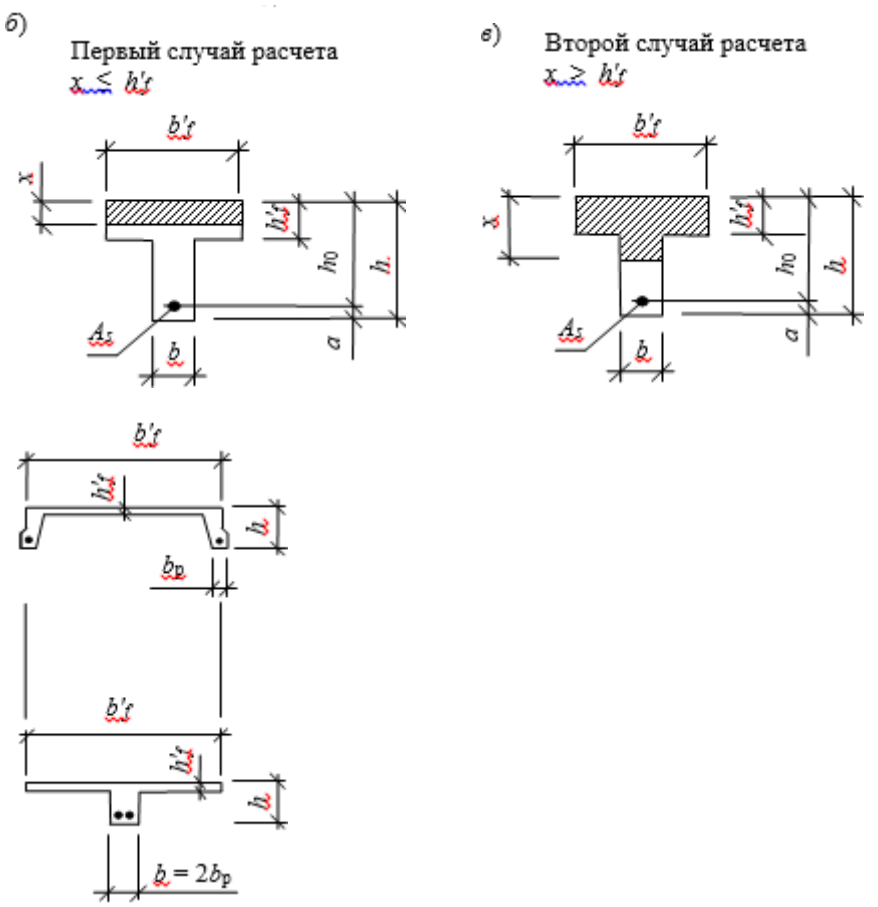
$M_f \geq M$ - первый расчетный случай;

$M_f < M$ - второй расчетный случай.

Дальнейшая последовательность расчета производится по алгоритму, приведѐнному 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 bпл = 1,5 м) : q = q плxbпл =15x1,5=22,5кН/м.

2. Строим расчетную схему и определяем момент и поперечную силу (рис. 3.43): Мшах = (qx γn)l_0^2/8 = 22,5 · 1,1·5,85²/8 = 105,9 кН ·М =

= 10 590 кН ·см; Omax = (qx γn)l_0/2 = 22,5 · 1,1·5,85/2 = 72,4 кН.

3. Определяем расчетные сопротивления: Rь = 17,0 МПа == 1,7 кН/см2 ;

Rbt = 1,15 МПа = 0,115 кН/см2 ; Rs = 695 МПа == 69,5 кН/см2; Rsw = 300 МПа = 30 кН/см2.

4. Определяем расчетный случай тавровых элементов по формуле (3.10), рабочую высоту сечения принимаем h0 = 36,5 см:

$$Mf = R_ь b'_f h'_f (h_0 - 0{,}5h'_f) = 1{,}7 \cdot 144{,}5 \cdot 5 \cdot (36{,}5 - 0{,}5 \cdot 5) = 41\,760{,}5 \text{ кНсм}$$

Mf = 41 760,5 кН ·см > M = 10 590 кН ·см -первый расчетный случай.

5.Определяем значение коэффициента по следующей формуле

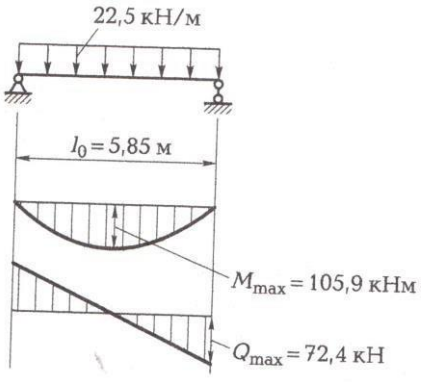
(см. табл. 3.1, п. 1):

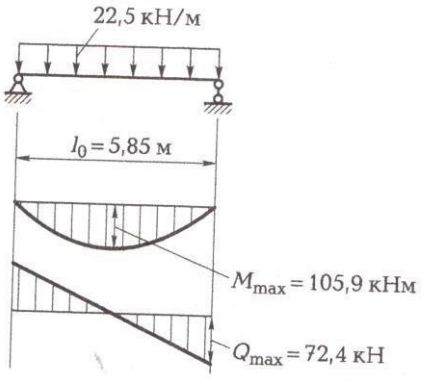
$$\alpha m = M / R_ь b'_f h_0^2 = 10590/1{,}7x144{,}5x36{,}5^2 = 0{,}032$$

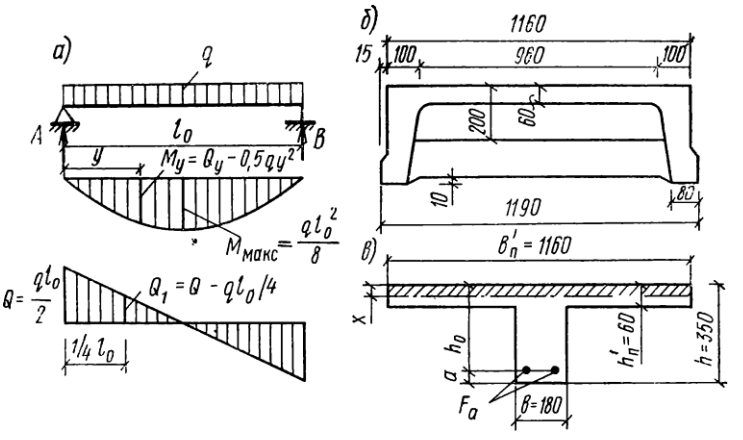
Значение относительной высоты сжатой зоны бетона ξ= 0,03; коэффициент η= 0,985 (см. табл. П.3.9 Приложения 3) .

Граничное значение коэффициента ξ R при предварительном напряжении продольной арматуры определяется в зависимости от отношения бsp/ Rs, где бsp- предварительное напряжение арматуры. Когда неизвестно значение бsp, рекомендуется принимать отношение бsp/ Rs = 0,6(с учетом всех потерь напряжений и с коэффициентом, учитывающим возможные отклонения предварительного напряжения γsp = 0,9).

Принимаем бsp/ Rs = 0,6, тогда ξR = 0, 41. Условие ξ < ξR выполняется.







Расчетная схема панели представляет собой свободно опертую балку таврового сечения с равномерно распределенной нагрузкой.

6. Находим требуемую площадь напрягаемой арматуры Asp по формуле (3.6) , учитывая, что отношение ξ / ξ R = 0,03/0,41 = 0,073 < 0,6, расчетное сопротивление арматуры принимаем с коэффициентом Уsз = 1, 1:

$$Asp=M/\eta h_0 Rs=10590/0,985x36,5x1,1x69,5=3,85 см2.$$

По требуемой площади принимаем арматуру (2 стержня диаметром ds = 16 мм, А800, Asp = 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, диаметром ds = 4 мм из арматуры класса В500 составляет Asw = 0,5 см2 .

Защитный слой бетона для напряженной арматуры принимаем аь = 20 мм.

В середине ребра плиты прочность наклонных сечений обеспечиваем постановкой поперечных стержней объединенных в каркас. Сечение поперечных стержней каркасов принимаем Ø 3 мм, В500, два поперечных стержня (по одному в каждом ребре) с площадью сечения Asw = О, 14 см2.

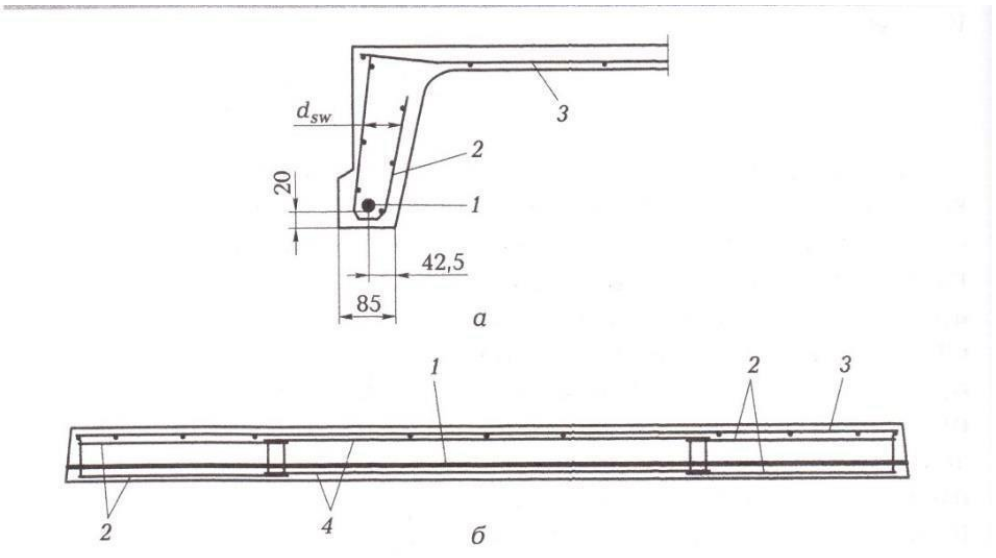


Рис. 3.44. Армирование ребра плиты. К примеру 3.17:
а — поперечное сечение ребра; *б* — продольное сечение ребра; *1* — предварительно-напряженная арматура; *2* — арматурная сетка ребра; *3* — арматурная сетка полки плиты; *4* — арматурный каркас ребра

7. Проверяем прочность наклонной полосы между двумя наклонными трещинами по условию (3.11) : Qmax = 72,4 кН≤ φ_{b1}RьЬho == 0,3 · 1,7 · 17 · 36,5 = 316,5 кН. Условие выполняется. φ_{b1}-коэффициент, принимаемый равным 0,3.

7. Проверяем выполнение условия (3.17) , сечение на опоре (а = О):

$$Qmax = 72,4 кН\leq Q_{b1}= 2,5RbtЬho = 2,5 \cdot О, 115 \cdot 17 \cdot 36,5 = 178,4 кН.$$

Условие выполняется.

Проверяем сечение плиты на расстоянии a = 2,5h0 = 2,5 · 36,5 =91 см, поперечная сила в этом сечении Q = Q max - qa = 72, 4 -0,225x91 = 51,9 кН. Поперечная сила, воспринимаемая бетоном: Q_{b1} = O ,5RbtЬho = 0,5 · O, 115 · 17 · 36,5 = 35,7 кН. Бетон без поперечной арматуры не обеспечивает прочность наклонных сечений Q > O_{b1}. Принимаем шаг поперечных стержней (поставленных в огибающих напряженную арматуру сетках) Sw= 10 см:

$$q_{sw}= Rsw\ Asw/\ Sw=30x0,5/10=1,5кН/см$$

Проверяем условие (3.20): qsw >O , 25 RbtЬ = O,25 ·0, 115 · 17 =

= 0,489 кН/см -условие выполняется, следовательно, можно учитывать работу поперечных стержней.

Проверяем условие (3.21) : $S.w/h_0$ < Swmax/ h0 = $RbtЬh_0$/ Q;

10/36,5 =0, 27 < O, 115 · 17 · 36,5/51,9 = 1,37. Условие выполняется, можно учитывать работу поперечных стержней .

Поперечная сила воспринимаемая поперечными стержнями:

Oswl = qswho = 1,5 · 36,5 = 54,75 кН. Проверяем условие (3. 17) :

Q≤ O_{b1} + Osw_1 = 35,7 + 54,75 = 90,45 кН. Прочность наклонных сечений обеспечена:

Q = 51,9 кН < 90,45 кН.

8. Устанавливаем расстояние от опор до мест, где выполняется условие Q = O_{b1}. Из соотношения Q max - qa = O,5 RbtЬho определяем a = (Q max - 0,5 RbtЬho)/q =

=(72,4 - O,5 · 0, 115 · 17 · 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 Sw ≤0,75h0 = 0,75 · 36,5 = 27 см, округляем и принимаем шаг поперечных стержней в середине плиты sw = 25 см, поперечные стержни объединяем в каркасы, принимаем диаметр стержней 4 мм, B500.

Варианты заданий

Исходные данные – см. практические работы №1

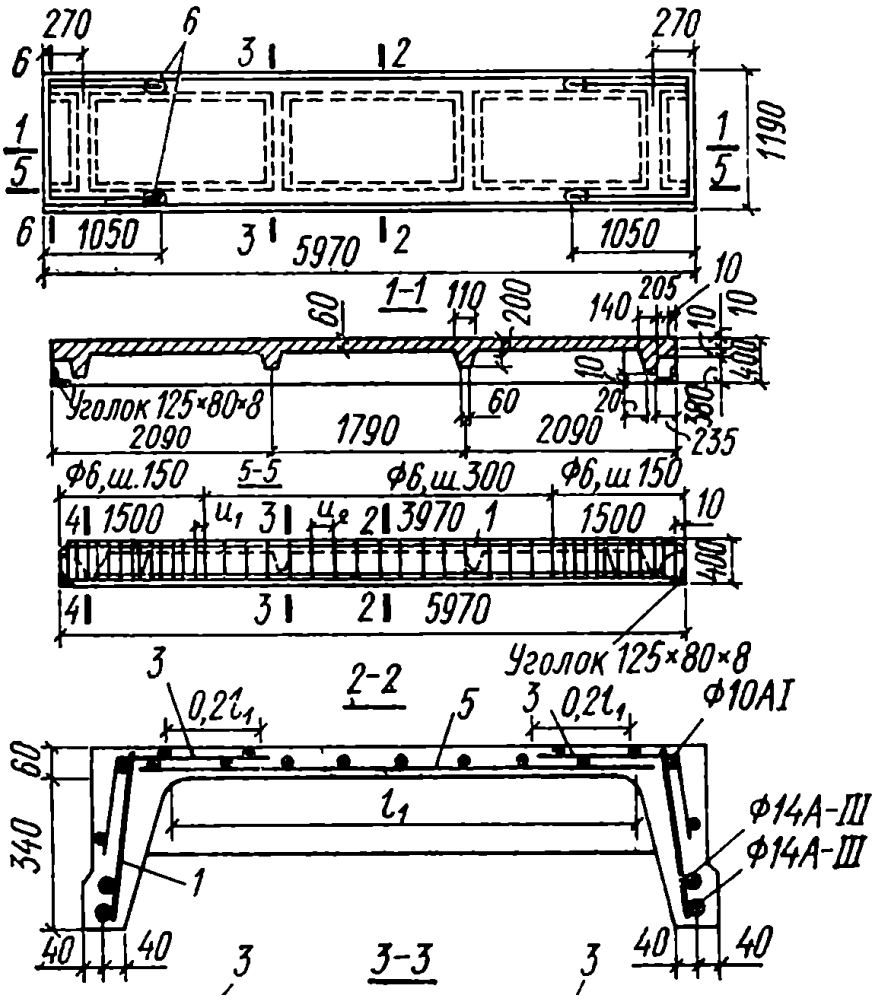
Таблица 2. РАСЧЕТНЫЕ ПЛОЩАДИ СЕЧЕНИЙ СТЕРЖНЕЙ СВАРНЫХ СЕТОК ПО ГОСТ 8478—66

Марка сетки [1]	Расчетная площадь сечения всех продольных стержней, см², при ширине *B*, мм											Расчетная площадь сечения поперечных стержней, см²/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
150/250/9/5	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

Марка сетки [1]	Расчетная площадь сечения всех продольных стержней, при ширине *B*,											Расчетная площадь сечения поперечных стержней, см²/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


270
6
3
2
270
1190
1/5
1/5
1050
5970
1050
1-1
110
200
140
205
10
60
400
380
235
Уголок 125×80×8
2090
1790
2090
Ф6,ш.150
5-5
Ф6,ш.300
Ф6,ш 150
1500
3970
1500
400
5970
Уголок 125×80×8
2-2
0,2l1
5
Ф10AI
l1
Ф14А-III
Ф14А-III
60
340
1
40
40
3-3
40
40

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5.
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОЙ СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ. КОНСТРУИРОВНИЕ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ. ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЯ СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ ПРОКАТНОГО ПРОФИЛЯ.

Цель: научиться определять напряжѐнно-деформационное состояние строительных конструкций, испытывающих центральное сжатие, уметь заменять их расчѐтными схемами, производить расчѐт 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 расчѐте 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

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \le R_y \gamma_c, \qquad (5.1, a)$$

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

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \le R_y \gamma_c, \qquad (5.2, a)$$

где A — площадь без учета ослаблений (брутто); φ— коэффициент продольного изгиба (устойчивости).

Коэффициент продольного изгиба определяется в зависимости от условной гибкости:

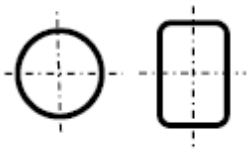
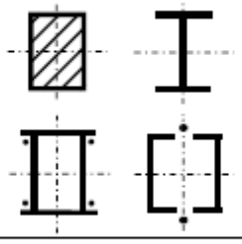
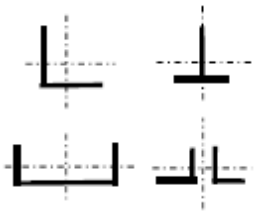
$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}},$$

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		
	a	*b*	*c*

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:

$$l_{ef} = \mu l, \qquad (5.4)$$

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 $\lambda_{пред}$ (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 гибкость:

$$i = \frac{l_{ef}}{\lambda}.$$

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, *а*) — 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 удается, 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 $\lambda_{пред}$. Предельные гибкости сжатых элементов принимаются по табл. 5.4 (для основных колонн они определяются по формуле п. 4 табл. 5.4: $\lambda_{пред} = 180 - 60\alpha$, где коэффициент $\alpha = N/\varphi A R_y \gamma_c \geq 0{,}5$).

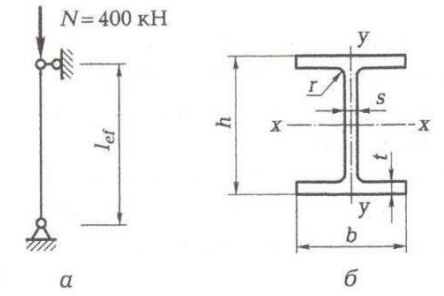
Проверка гибкости выполняется по формуле

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \leq \lambda_{пред}, \quad (5.3, б)$$

где l_{ef} — расчетная длина колонны; ***в СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» в отличие от других норм расчетная длина обозначается l_{ef} (эффективная 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=400кН. Коэффициент надежности по ответственности γ_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/ м^2.

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 γ_c =0,95. Задаем коэффициент устойчивости φ =0,7. Определяем требуемую площадь сечения:

$$A = \frac{N * \gamma_n}{\varphi * R_y * \gamma_c} = \frac{400 * 0{,}95}{0{,}7 * 24 * 0{,}95} = 23{,}8 \text{ см}^2$$

3. По требуемой площади подбираем двутавр. Принимаем по ближайшему большему значению (см.табл. П.2.6 Приложение 2) двутавр 23Б1; характеристики двутавра: А=32,91 см^2; i_x=9,54 см, i_y=2,47 см.

4. Проверяем подобранное 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:

$$l_{ef} = \mu * l = 1{,}0*2{,}8=2{,}8 \text{ м}$$

Определяем наибольшую гибкость:

$$\lambda = l_{ef} / i_y = 280/2{,}47=113{,}4$$

По наибольшей гибкости определяем условную гибкость:

$$\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{\frac{R_y}{E}} = 113{,}4\sqrt{\frac{240}{2{,}06 * 10^5}} = 3{,}87 \approx 3{,}9$$

Фактическое значение коэффициента устойчивости определяем по табл. П.2.3 Приложения 2 с учетом формы сечения стержня, φ = 0,47 (определено интерполяцией).

Проверяем общую устойчивость:

$$\frac{N * \gamma_n}{\varphi * A} = \frac{400 * 0{,}95}{0{,}47 * 32{,}91} = 24{,}57 \text{ кН/см}^2 > R_y \gamma_c = 24 * 0{,}95 = 22{,}8 \text{ кН/см}^2$$

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: А=35,62 см²; i_x=10,63 см, i_y=2,63 см.

Проверяем новое сечение:

$$\lambda_y = l_{ef} / i_y = 280/2{,}63 = 106{,}5$$

$$\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{\frac{R_y}{E}} = 106{,}5\sqrt{\frac{240}{2{,}06 * 10^5}} = 3{,}64 \approx 3{,}6$$

$$\varphi = 0{,}524$$

$$\sigma = \frac{N * \gamma_n}{\varphi * A} = \frac{400 * 0{,}95}{0{,}524 * 35{,}62} = 20{,}36 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 * 0{,}95 = 22{,}8 \text{ кН/см}^2$$

Общая устойчивость обеспечена.

Проверяем гибкость. Для основных колонн предельная гибкость определяется как $\lambda_{пред}$=180-60α (см.табл. П.2.5 Приложение 2), где

$$\alpha = \frac{N * \gamma_n}{\varphi * A * R_y * \gamma_c} = \frac{400 * 0{,}95}{0{,}524 * 35{,}62 * 24 * 0{,}95} = 0{,}893 > 0{,}5$$

$$\lambda_{пред} = 180 - 60\alpha = 180 - 60*0{,}893 = 126{,}4$$

$$\lambda_y = 106{,}5 < \lambda_{пред} = 126{,}4$$

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 кН; γ_n=0,95. Сталь С245, γ_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/см^2.

3. Определяем размер площади опорной плиты колонны:

$A_{пл}$ =N* γ_n / $R_{b,loc}$ = 400*0,95/0,85 = 447 см^2

Принимаем плиту квадратной с размерами сторон $a = b = \sqrt{447}$ = 21,1 см, окончательно назначаем размеры опорной плиты с учетом размеров стержня колонны и способа ее крепления к фундаменту: a = b = 300 x 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 $\sigma_ф$

$$\sigma_ф = N * \gamma_н / (a * b) = 400 * \frac{0,95}{30 * 30} = 0,42 \text{ кН/см}^2$$

Принимаем длину консоли равной расстоянию от стенки стержня колонны до свободной грани опорной плиты $l_k \approx 15$ см (рис. 2.28)

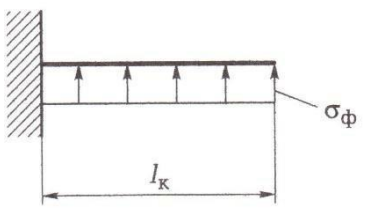


рис. 2.28 Расчетная схема консольной части опорной плиты.

Максимальный изгибающий момент в плите M = $\sigma_ф * l_к^2/2$ = 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 $W_{пл} = l * t_{пл}^2$ /6, подставляя значение момента сопротивления в уравнение M/W = R_y*γ_c. Получаем (учитывая расчетное сопротивление стали R_y = 23 кН/см^2)

$$t_{пл} = \sqrt{\frac{6 * M}{R_y * \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 * 48,4}{23 * 0,95}} = 3,65 \text{ см}$$

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 надѐжности по ответственности γ_n = 1. Сталь С345, коэффициент условия работы γ_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).

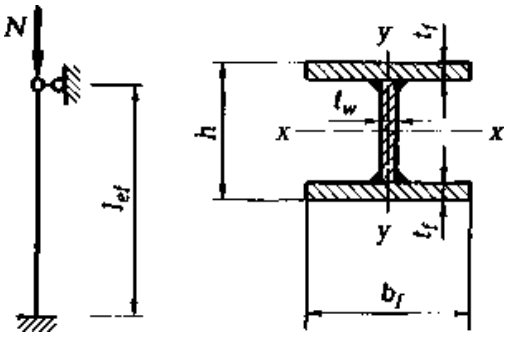


Рис. 3. Расчетная схема колонны

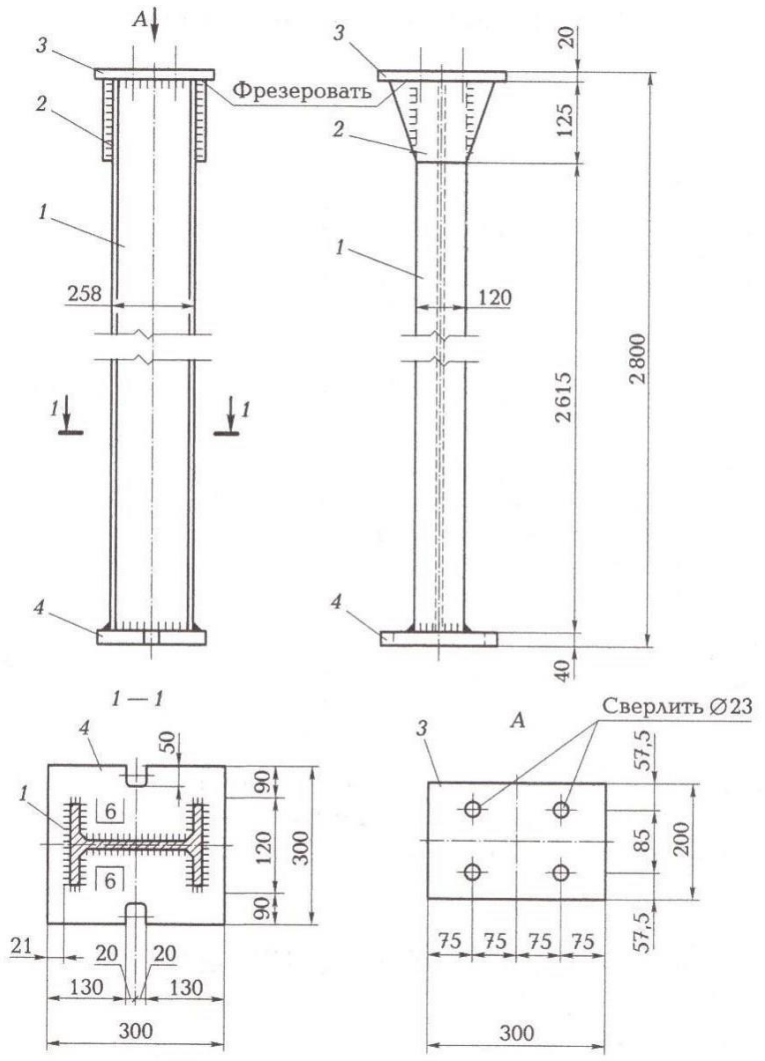
2. Рассчитать базу колонны без траверс (опорных ребер жесткости) по данным п.1 задачи, нагрузка, действующая на базу колонны: N, кН- по данным п.1, γ_n = 0,95. Сталь С345, γ_c = 1,0. Бетон фундамента В25, Rb= 14,5 МПа.

Выполнить чертѐж 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. Свпрочная проволока Св-08А, электроды Э42А						1,2		

Буква Н в Спецификации означает –зеркальное изображение (наоборот)



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 колонну,. N, кН	250	300	500	270	250	300	500	270	250	300	500	270
Длина колонны *l*, м	4200	6000	4800	3600	5000	4800	3600	4200	4800	5000	4200	6000
способ закрепления колонны см. ниже 1.Схемы закрепления	г)	а)	в)	б)	г)	а)	б)	в)	г)	а)	б)	в)

Схемы изгиба стержней при различных способах закрепления

Схемы закрепления концов стержней		а)	б)	в)	г)	д)
Коэффициент μ	Стальные конструкции	μ = 1,0	μ = 0,7	μ = 0,5	μ = 2,0	μ – зависит от степени подвижности опоры
	Деревянные конструкции	μ = 1,0	μ = 0,8	μ = 0,65	μ = 2,2	

Вопросы для защиты практической работы:

1. Охарактеризуйте составные конструктивные части колонны.
2. Охарактеризуйте типы сечения колонн.
3. Охарактеризуйте причины по которым может быть исчерпана несущая способность колонн.
4. Охарактеризуйте общий порядок подбора сечения стержня колонны

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6 РАСЧЕТ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

Цель: освоить методику расчѐта 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.

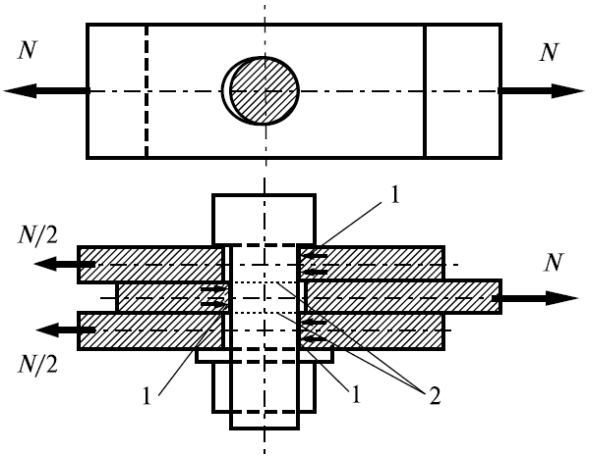


Рис. 8.10. Работа болтового соединения на сдвиг:

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).

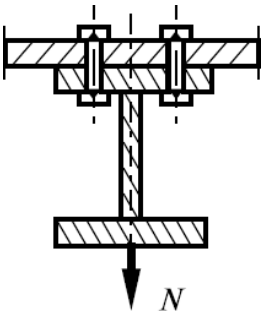


Рис. 8.11. Работа болтового соединения на растяжение

Расчетное усилие N_b, которое может быть воспринято одним болтом, следует определять по формулам при работе:

- на срез — $N_{bs} = R_{bs}\,\gamma_b\,A_b\,ns$; (8.7)
- на смятие — $N_{bp} = R_{bp}\,\gamma_b\,bd_b\,\Sigma t$; (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	1,0
классов точности В	
высокопрочных с нерегулируемым натяжением	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	0,8
свыше 285 до 375	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

$$n \geq \frac{N}{\gamma_c N_{b,\min}}, \qquad (8.10)$$

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, силы трения, возникающие при действии сдвигающих сил на соединение, не учитываются.

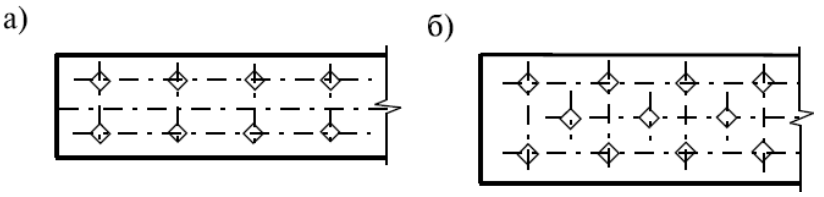


Рис. 8.12. Расстановка болтов:

а) рядами; б) в шахматном порядке

<u>Расстояние между центрами болтов в любом направлении:</u>

• минимальное — 2,5d (для соединяемых элементов из стали с пределом текучести свыше 375 МПа — 3d);

• максимальное — 8d или 12t.

<u>Расстояние от центра болта до края элемента:</u>

• 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 накладки (рис. 8.15).

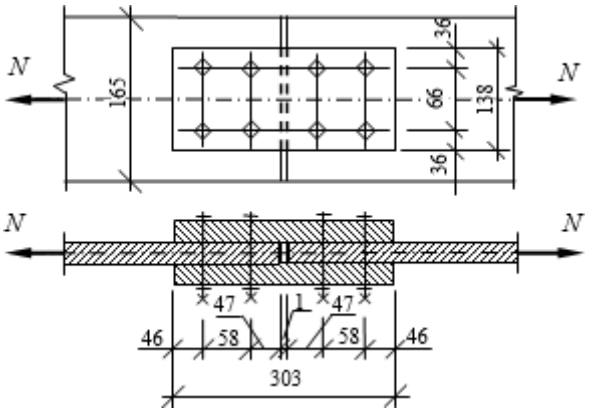


Рис.8.15. Болтовое соединение.

Листы и накладки выполнены из стали С245. Толщина: листов $t^{л}$ = 14 мм, накладок $t^{н}$ = 6 мм. Усилие, приходящееся на соединение N = 370 кН, γ_n = 1,0; γ_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/см^2; R_{bp} = 450 МПа = 45,0 кН/см^2 (см. табл. 58*, 59* СНиП II-23-81*).

2. Определяем коэффициент γ_b, для многоболтового соединения и класса точности В, γ_b = 0,9 (табл. 35* СНиП II-23-81*).

3. Площадь сечения болта A_b = 3,14 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 $\sum t = t^{л}$ = 14 мм; толщина накладок $\sum t = 2t^{н}$ = 2·6 = 12 мм. Принимаем в расчет меньшее значение $\sum t$ = 12 мм.

4. Количество плоскостей среза болта n_s = 2.

5. Находим несущую способность одного болта по формулам (2.4, 2.5):

на срез $N_b = R_{bs}\gamma_b A_b n_s$ = 20·0,9·3,14·2 = 113,0 кН;

на смятие $N_b = R_{bp}\gamma_b d_b \sum t$ = 45,0·0,9·2,0·1,2 = 97,2 кН.

6. Определяем количество болтов, необходимых для обеспечения прочности соединения (по каждую сторону от стыка) по формуле (2.7)

$$n = \frac{N\gamma_n}{\gamma_c N_{b\,\min}} = \frac{370 \cdot 1{,}0}{1{,}0 \cdot 97{,}2} = 3{,}8 \text{ болта,}$$ принимаем 4 болта.

7. Устанавливаем минимальные расстояния:

- между центрами отверстий, a = 2,5d = 2,5·23 = 57,5 мм; (d – диаметр отверстия);
- от края элемента до центра отверстия: вдоль усилия b1 = 2d = 2·23 = 46 мм; поперек усилия (при обрезанных кромках листов) b2 = 1,5d = 1,5·23 = 34,5 мм.

Требуемая длина накладки с учетом зазора в 1 мм между соединяемыми листами lн = 2·57,5 + 4·46 + 1 = 300 мм, принимаем lн = 303 мм.

Ширина накладки из учета расстановки болтов на минимальном расстоянии

bн = 57,5 + 2·34,5 = 126,5 мм

8. Определяем:

- максимальные допустимые расстояния между осями болтов:

a = 8d = 8·23 = 184 мм, или 12 tн = 12·6 = 72 мм;

- максимальное расстояние от центра болта до кромки элемента:

b = 4d = 4·23 = 92 мм, или 8tн = 8·6 = 48 мм, (при проектировании соединения учитывают меньшее значение).

9. Определяем размеры сечения соединяемых листов. С учетом наличия ослаблений требуемая площадь сечения нетто An = Nγn/(Ryγc) = 400·1,0/24·1,0 = 16,7 см2. Требуемая площадь сечения листов (накладок) брутто

A = An + Aослабл = 16,7 + 2·2,3·1,4 = 23,1 см2 (учтено, что в сечение попадает два отверстия под болты диаметром 2,3 см). Определяем требуемую ширину соединяемых листов bлиста = A/tл = 23,1/1,4 = 16,5 см ≈ 166 мм. Требуемая ширина накладок из их прочности bн = A/(2tн) = 16,5/(2·0,6)

= 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 lн = 303 мм, ширина bн = 138 мм.

После усвоения теоретического материала и рассмотрения приведѐнного примера расчѐта 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 2∟ (рис. 8.17).

Материал элементов -сталь. Нагрузка -*N* , кН, γ_n = 1,0. Болты класса 5.6, диаметром, d мм, γ_b = 0,75. Класс точности соединения В. Коэффициент γ_c = 1,0.

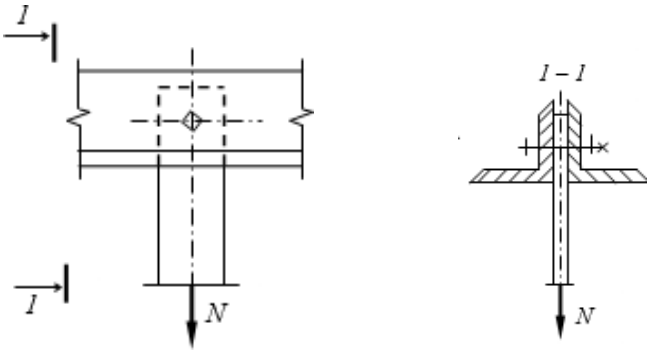


Рис.8.17. Болтовое соединение.

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 *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?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНОЙ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ.

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 а', Ь', с', 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;

6) 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. Первьгм 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 смотрении 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 с 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:

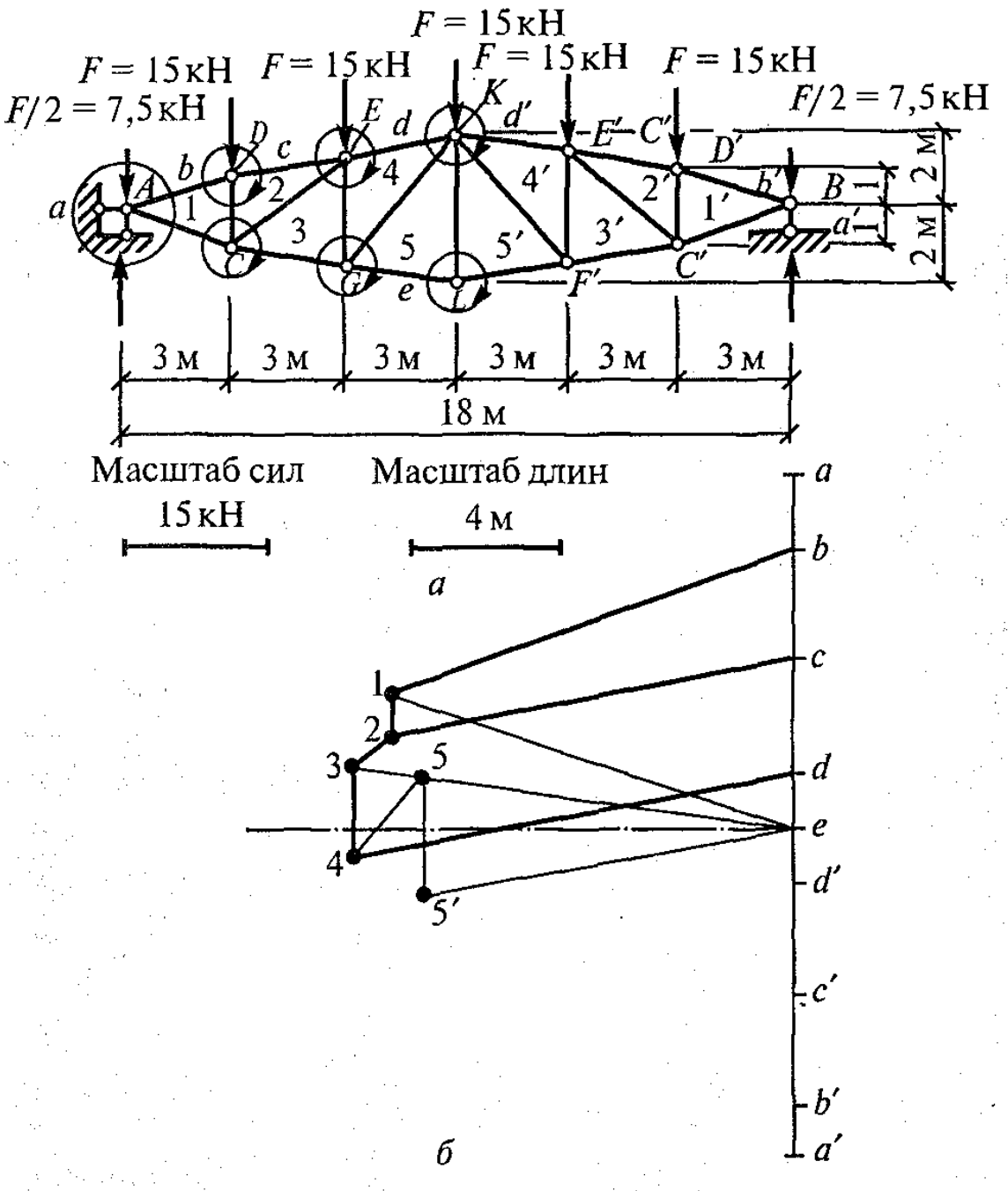


Рис.1

Определить усилия в стержнях фермы, показаной на рис. 1, *а,* путем построения диаграммы Максвела-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, Ь, с, d, d' , с', Ь', 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' -Ь'-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 *е,* которой обозначено поле, расположенное между опорными реакциями. Отрезок *a'-е,* измеренный в масштабе сил, представляет собой правую опорную реакцию. На схеме фермы правая опорная реакция лежит между полями *a'* и *е* и обозначается *a'-е.* Отрезок

силовой линии *е-а* представляет собой левую опорную реакцию. Длины отрезков *a'-е* и *е-а* равны 3 см, поэтому каждая опорная реакция равна 3 ·15 = 45 кН.

4. Строим диаграмму усилий:

а) мысленно вырезаем узел *А*, в котором сходятся два стержня, которые назовем Ь-1 и 1-е. На силовой линии уже есть точки *Ь*

Проведем через точку *Ь* линию, параллельную стержню Ь-1, а через точку *е* - линию, параллельную стержню 1-е. Точку их пересечения обозначим цифрой 1. Длина линии *Ь -1* равна 3,8 см. В принятом масштабе **1** см = 15 кН, получим усилие в стержне *Ь -1,* равное 3,8 ·15 = 57 **кН.** Длина линии *1-е* также равна 3,8 см, т. е. усилие *1 -е* тоже равно 57 кН.

Определим знак усилия *Ь -1:* на схеме фермы (см. рис. 1, а) стержень верхнего пояса читается *Ь -1;* на диаграмме усилий рис. 1, б) движение от точки *Ь* к точке 1 направлено справа лево. Перенесем это направление движения (справа налево) стержень *Ь -1* (см. рис. 1, а) - оно направлено к узлу, т. е. стержень сжат. Усилие *Ь -1* обозначено жирной линией. Определим знак усилия 1-*е:* на схеме фермы стержень читается 1-*е;* на диаграмме усилий движение от точки **1** к точке *е* направлено слева направо. Перенесем это направление движения на стержень фермы - оно направлено от узла, т. е. стержень растянут. Усилие 1-*е* на диаграмме обозначено тонкой линией;

6) вырезаем узел D. В нем сходятся три стержня: 1 -Ь, С-2 и 2-1 . Усилие в стержне 1 -b найдено из рассмотрения узла А, а усилия в стержнях с-2 и 2.- 1 неизвестны. На диаграмме усилий уже есть точки С и 1. Проведем через точку С линию, параллель ю стержню С-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 С-2 равен 3,65 см, следовательно, усилие в нем равно 3,65 · 15 = 54,8 кН. Отрезок 2-1 равен 0,4 см, усилие в нем равно 0,4 ·15 = 6 кН.

Определим знак усилия в стержне С-2: на схеме фермы стержень читается С-2; на диаграмме усилий движение от точки С к точке 2 направлено справа налево; перенесем это направление движения на стержень С-2 - оно направлено к узлу D, т. е. стержень сжат (на диаграмме усилие 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

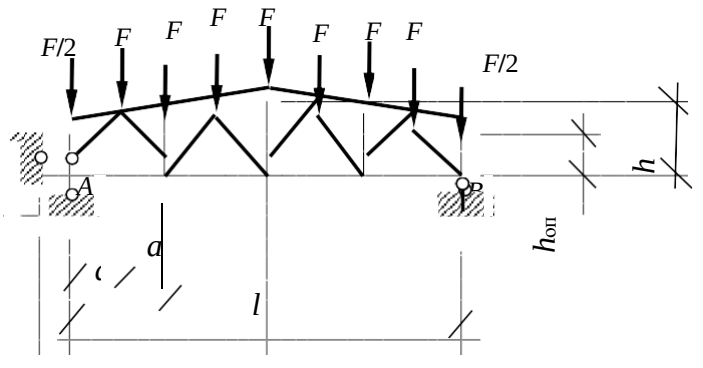
элемент	№ стержней	Величины усилий, кН	Знак усилия		Расчетные (наибольшие) усилия, кН	
			растяжение	сжатие		
Верхний пояс	b-1	57,0		–	–59,25	
	c-2	54,8		–		
	d-4	59,25		–		
Нижний пояс	1-е	57	+		+59,25	
	3-е	59,25	+			
	5-е	50,25	+			
Решетка	1-2	6,0		–	Сжатые стержни	растянутые стержни
	2-3	6,75		–	–11,0	+16,02
	3-4	11,0		–		
	4-5	13,5	+			
	5-5'	16,02	+			

Задания для практического занятия

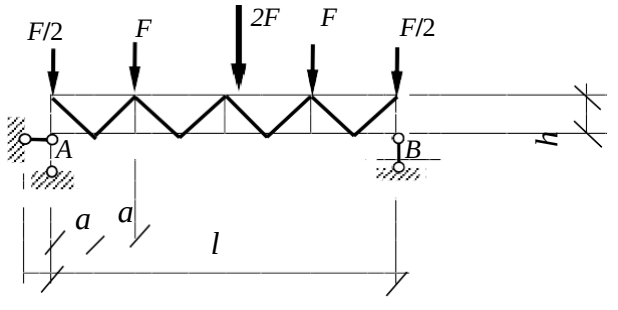
Определить усилия в стержнях фермы, показанной на схеме в соответствии с заданием„ путем построения диаграммы Максвела- Кремоны.

Рисунок 2. Схемы стропильных ферм

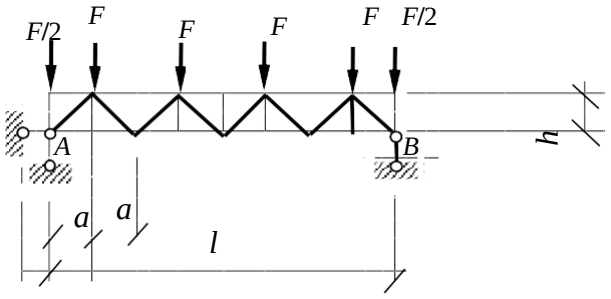
1.



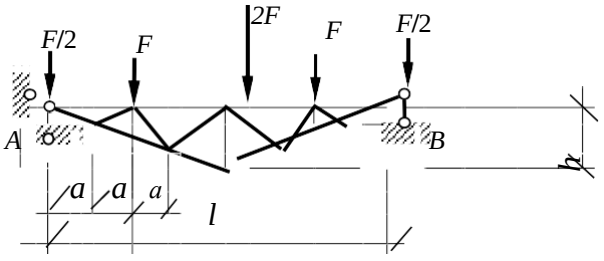
2.



3.



4.



5.

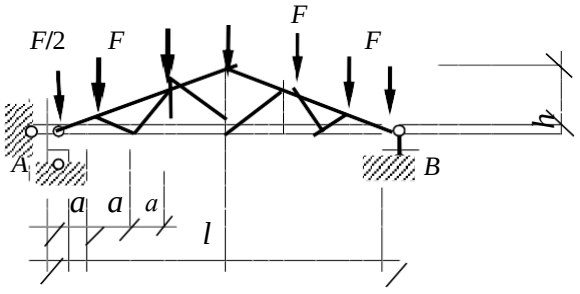


Таблица к схемам стропильных ферм

Вариант	Схема	*F*, *кН*	$h_{оп}$, *м*	*h*, *м*	*a*, *м*	*l*, *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

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8. РАСЧЁТ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО СУММИРОВАНИЯ

Цель: закрепить знание методики расчѐта 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 расчѐта 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.

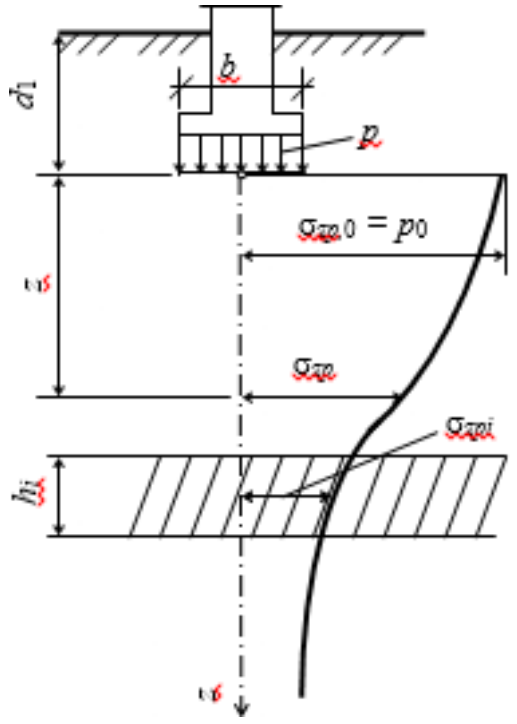


Рис.9.1. Схема распределения вертикальных напряжений в грунте:

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 ан 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

$$s = \beta \sum_{=}^{n} \frac{\sigma_{zpi} h_i}{E},$$

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	Предельные деформации основания		
	относительная разность осадок $(\Delta s / L)_u$	крен	Средняя (в скобках максимальная $s_{max,u}$) осадка, см
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом:			
железобетонным	0,002	-	(8)
стальным	0,004	-	(12)

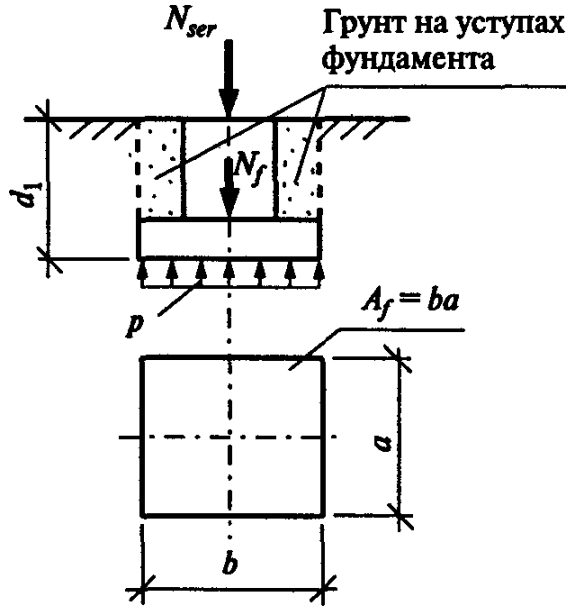
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	0,006	-	(15)
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:			
крупных панелей	0,0016	0,005	10
крупных блоков или кирпичной кладки без армирования	0,0020	0,005	10
то же, с армированием, в том числе 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 Н, м:			
100	-	0,005	40
$100 < H \leq 200$	-	1/(2)	30
$200 < H \leq 300$	-	1/(2)	20
300	-	1/(2)	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 $0,5(\Delta s / L)_u$.

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_1 = 1,35 м. Площадь фундамента A_f= 1,69 м^2. 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/м^3***• 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 df по формуле

df= kh* dfn,

dfn-нормативная глубина промерзания, kh- коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания (см. п.2.28 СНиП 2.02.01-83*);

2. Глубину заложения фундамента d_1 > df, принимаем с округлением с учетом модуля М100=100 мм.

3. Определяем нормативную нагрузку с учетом веса фундамента и грунта на его уступах (см. рис. 12.3 и формулу 12.2):

Nser-сервисная нагрузка принимается равной нормативному значению нагрузки *Nser=Nn*=446,27кН, допускается значение сервисной нагрузки определять

как *Nser=N/1,2*

$\Sigma Nn = Nser + \gamma_m d_1$= 446,27 + 20 ·1,35 = 473,27 КН.

2. Находим среднее давление под подошвой фундамента:

$p = \Sigma Nn / A_f$ = 473,27/1,69 = 280,04 кПа.

3. Определяем дополнительное вертикальное давление на основание $p_0 = p$ -бzg.o, где бzg.o - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента:

бzg.o= $\gamma d1$ = 18,23 · 1,35 = 24,61 кПа;

$p0$ = 280,04 -24,61 = 255,43 кПа.

4. Разбиваем сжимаемую толщу грунта на элементарные слои. Ширина подошвы фундамента b = 1,3м, принимаем толщину элементарных слоев $h = 0{,}4b$ = 0,4 ·1,3 = 0,52 м.

5. Определяем ординаты эпюры дополнительных напряжений на границах элементарных слоев бzp = a p_0, где коэффициент a определяется по табл. 1Приложения 2 СНиП 2.02.01-83* в зависимости от отношения сторон фундамента η и коэффициента ξ= $2h/b$ (соответственно на глубинах от подошвы фундамента: $z= 0$; $z= h= 0{,}52$ м; $z= 2h$= 2·0,52 = 1,04м; $z= 3h$= 3·0,52 = 1,56 м; z= 4h = 4·0,52 = 2,08 м; $z= 5h$= 5·0,52 = 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 бzg = γz + бzg.o, для удобства данные вычислений заносим в таблицу, при этом граница сжимаемой толщи принимается на глубине, где выполняется условие бzg = 0,2 бzg (с учетом этого условия высота последнего элементарного слоя принята $0{,}2b$ = 0,26 м).

z_j	ξ = 2z/b	α	бzp,(кПа)	бzg, (кПа)	0,2 бzg (кПа)	E (кПа)
o 0,52	o 0,8	1,000 0,800	255,43 204,34	24,61 34,09		15500000
1,04 2,08 2,6 3,12 3,38	1,4,6 3,2 **4,0** **4,8** 5,2	0,449 0,257 0,160 0,108 0,077 0,067	114,69 65,65 40,87 27,59 19,67 17,24	43,57 53,05 62,53 72,01 81,49 86,23	Расчет не проводится 16,3 17,24	15000 15000 15000 15000 15000

7. Определяем осадку фундамента по уравнению (11.18)

$$s = \beta\Sigma\, бzpi*hi/Ei=\{\frac{(255{,}43+204{,}34)}{2} * 0{,}52+ \frac{(204{,}34 + 114{,}69)}{2} * 0{,}52 + \frac{(114{,}69+ 65{,}65)}{2} *0{,}52 + \frac{(65{,}65 + 40{,}87)}{2} *0{,}52+ \frac{(40{,}87 + 27{,}59)}{2} *0{,}52+ \frac{(27{,}59 +19{,}67)}{2} * 0{,}52 + \frac{19{,}67+14{,}81}{2}*0{,}26\}*0{,}8/15000 =0{,}0166 \text{ м} = 1{,}66 \text{ см.}$$

Вывод. Осадка фундамента s= 1,66 см < su= 10 см (предельная осадка фундамента su 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, еѐ расчѐтное значение с учетом коэффициента надежности по ответственности N, kH. Размеры подошвы фундамента: ах*Ь* , м; удельный вес грунта $\gamma = \gamma_{II} = \gamma_{II}^{1}$; тип грунта, город строительства; глубина сезонного промерзания грунта d_{fn}, *м,* модуль деформации Е , МПа- указаны в задании.

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**
Тип здания или сооружения	Гражданское многоэтажное, крупно панельное		Гражданское многоэтажное, кирпичное с 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, kH	230	400	370	290	520	1000	700	180	200	300	670	350
Размеры подошвы фундамента: ах*Ь* , 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 (Е, 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/м³	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/м^2 (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 ?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТОЛБЧАТОГО ФУНДАМЕНТА.

Цель: научиться применять методики: расчѐта прочности нормальных сечений фундаментов, расчѐта 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/м^2), под действием которого фундамент изгибается. В результате, фундамент работает как изгибаемый элемент.

Расчет прочности нормальных сечений фундаментов

Рассчитывают сечения фундамента, проходящие по краям колонны и в местах изменения высоты фундамента, ленточные фундаменты по краям фундаментных блоков.

Часть фундамента (отделенную сечением) рассматривают как консоль, равномерно загруженную снизу реакцией грунта - p.

Требуемую площадь арматуры определяют по формуле

$$A_s = \frac{M}{\eta h_0 R_s},$$

где коэффициент η принимается равным 0,9

$$A_s = \frac{M}{0{,}9 h_0 R_s}.$$

Расчет отдельно стоящих фундаментов на продавливание

Разрушение отдельно стоящего фундамента может происходить от продавливания его колонной.

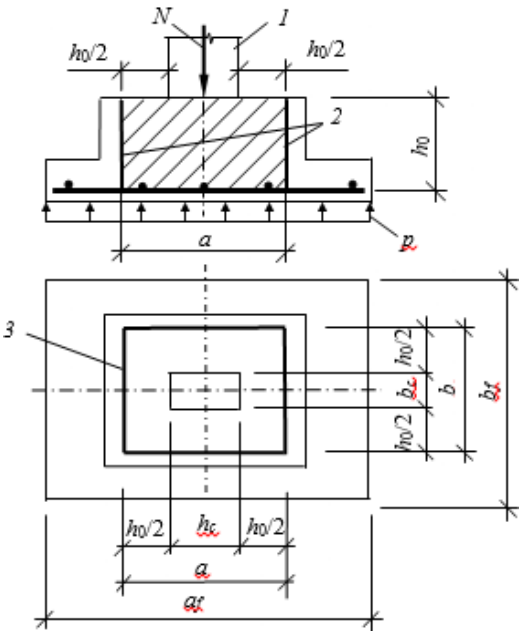


Рис.10.1. Расчѐтная схема продавливания фундамента колонной:

1 – колонна; 2 – расчѐтные поперечные сечения; 3 – контур расчѐтных 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

$$F \le F_{b,ult}, \qquad (6.9)$$

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;

$$F_{b,ult} = R_{bt} A_b , \qquad (6.10)$$

где R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению;

A_b − площадь боковых поверхностей расчетного поперечного сечения;

$$A_b = uh_0 , \qquad (6.11)$$

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

$$Q_1 \le Q_{b1} + Q_{sw,1},$$

принимая $Q_{b1} = 0{,}5R_{bt}bh_0$, 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 $h_c \times b_c$ = 300×300 мм. Глубина стакана 650 мм (рис 10.2).

Решение.

1. Определяем давление под подошвой фундамента

$$p = N\gamma_n/A_f = 630 \cdot 0{,}95/1{,}69 = 354{,}1 \text{ кПа}.$$

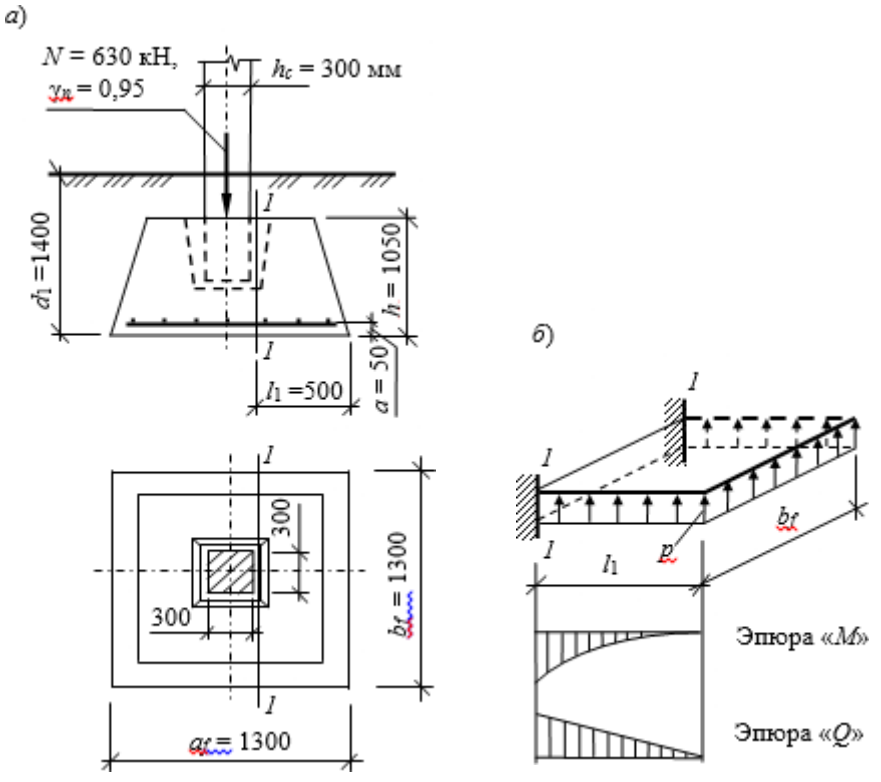


Рис. 10.2 Фундамент под колонну.

а – конструкция фундамента; б – расчѐтная схема и эпюры моментов и поперечных сил

2. Назначаем расчетное сечение по грани колонны. Рассматриваем отсеченную часть фундамента как консоль, длинной $l_1 = (a_f - h_c)/2$, шириной b_f, загруженную снизу реакцией грунта. Определяем изгибающий момент и поперечную силу со всей ширины фундамента (рис. 10.2, *б*):

$$l_1 = (a_f - h_c)/2 = (1{,}3 - 0{,}3)/2 = 0{,}5 \text{ м};$$

$$M = pl_1^2b_f/2 = 354{,}1 \cdot 0{,}5^2 \cdot 1{,}3/2 = 57{,}54 \text{ кН м} = 5754 \text{ кН см};$$

$$Q = pl_1b_f = 354{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}3 = 230{,}2 \text{ кН}.$$

3. Принимаем материалы фундамента: бетон класса В15, арматура класса А400. Определяем расчетные сопротивления (табл. 3.2, 3.3 Приложение 3)

R_b = 8,5 МПа = 0,85 кН/см²; R_{bt} = 0,75 МПа = 0,075 кН/см²;

R_s = 355 МПа = 33,5 кН/см².

4. Для арматуры фундаментов требуется повышенное значение защитного слоя бетона (табл. 3.4 Приложение 3), назначаем расстояние от низа фундамента до центра тяжести арматуры а = 50 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

$$A_s = \frac{M}{0{,}9\,h_0\,R_s} = \frac{5754}{0{,}9 \cdot 100 \cdot 35{,}5} = 1{,}8\text{см}^2 .$$

Диаметры рабочей арматуры назначаются не менее 10 мм, с шагом $s \le 200$ мм. Принимаем шаг арматуры s = 200 мм, расчетное сечение пересекает n_s стержней арматуры окончательно принимаем

$$n_s = \frac{b_f - 100}{s} + 1 = \frac{1300 - 100}{200} + 1 = 7{,}0 \text{ шт},$$

стержней диаметром 10 мм, с площадью сечения больше требуемой, A_s = 6,28 см² (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 см, что равно длине и ширине фундамента $a_f = b_f$ = 130 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 $Q_{b1} = 0{,}5R_{bt}bh_0$ = 0,5·0,075·130·100 = 487,5 кН.

Q = 230,2 кН < Q_{b1} = 487,5 кН, прочность обеспечена.

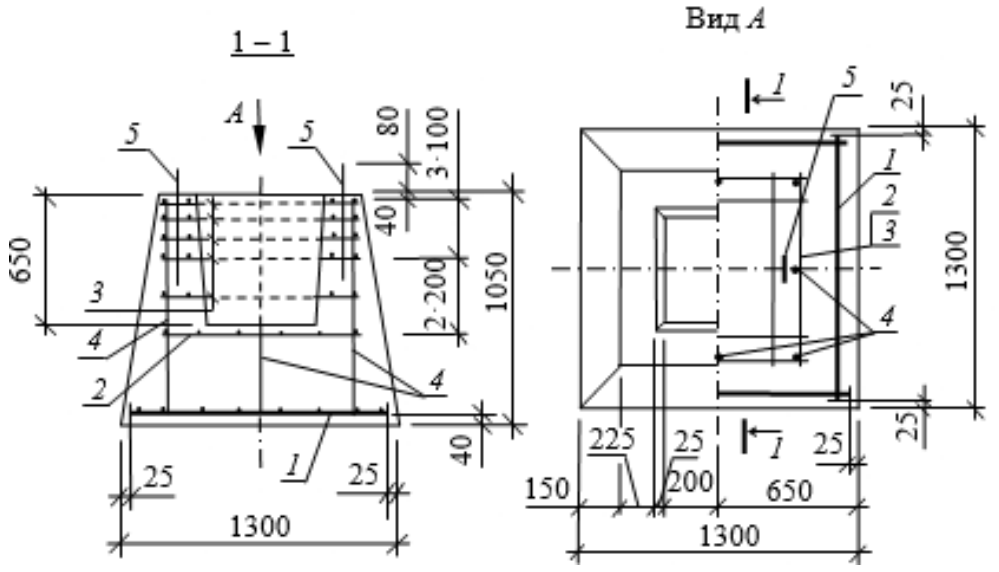


Рис.10.3. Чертеж фундамента (спецификацию см. в табл.6.2).

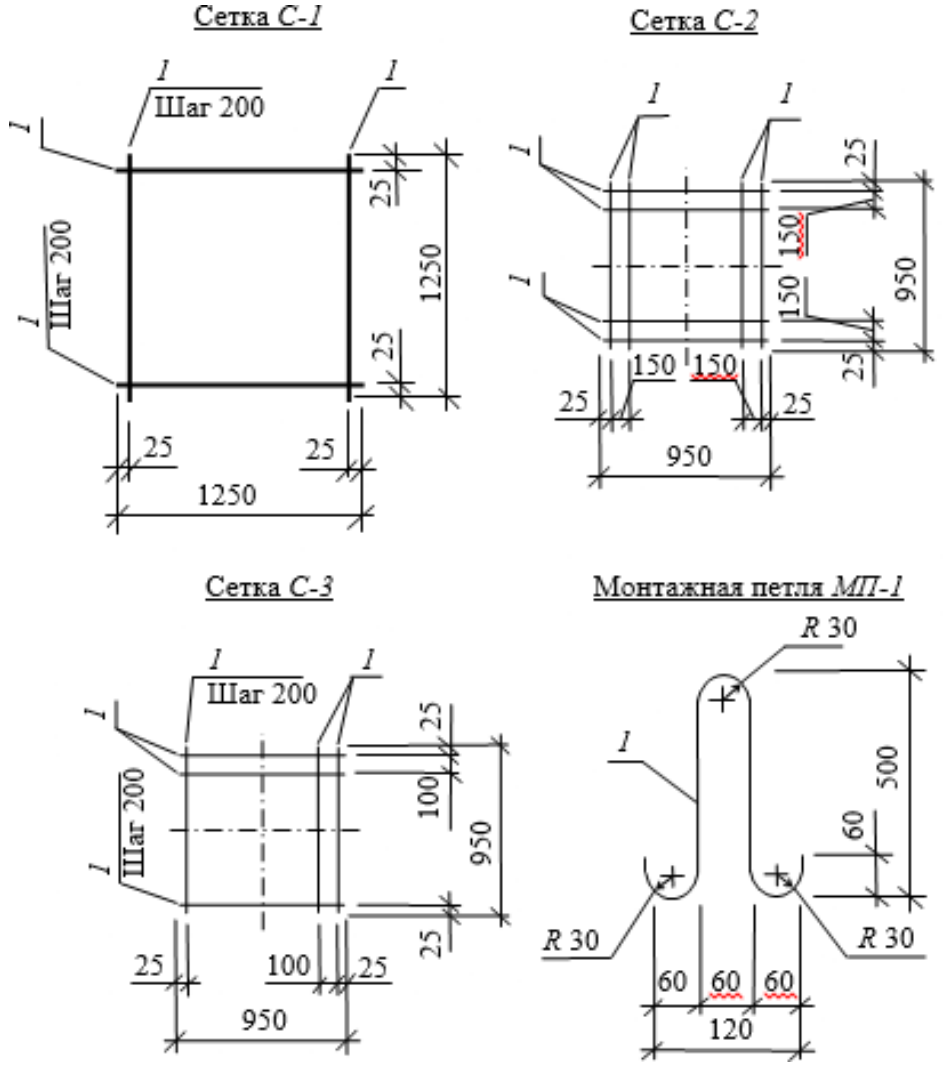


Рис.10.4. Чертѐж арматурных изделий фундамента. К примеру 6.6:

а – сетка С-1: 1 – арматура А400, Ø 10 мм, *l=1250 мм;* б – сетка С-2: 1 – арматура В500, Ø3 мм, *l=950 мм;* в – сетка С-3: 1 – арматура В500, Ø3 мм, *l=950 мм;* г – монтажная петля МП-1: 1 – арматура А240, Ø6 мм, *l=10125 мм*

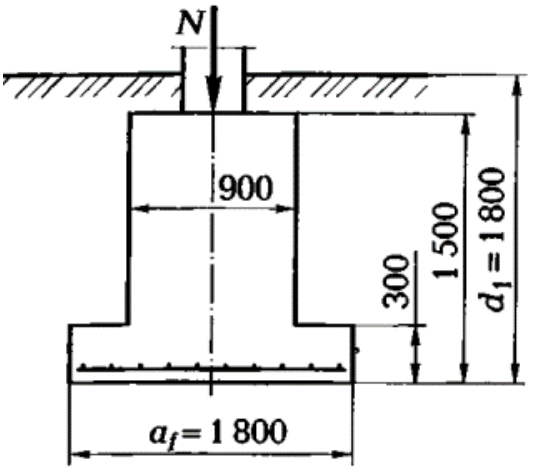
8. Конструируем фундамент. В фундаменте, кроме нижней арматурной сетки устанавливаем: арматурные сетки для армирования стенок стакана, под стаканом устанавливаем арматурную сетку препятствующую продавливанию нижней части фундамента, в случае некачественной заделки колонны в стакане, для монтажа фундамента 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.	Сборочные единицы		
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
		Материалы 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; γ_n = 1,0.



Сечение колонны $b_c x h_c$ = 400x400 мм, колонна и фундамент монолитные; размеры сечения подколонника 900 x 900 мм; размеры подошвы фундамента a_f x b_f, мм –в соответствии с заданием. Бетон класса – по заданию. Арматурная сетка выполнена из арматуры класса А400.

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**
Расчётное значение продольной силы N, kH	230	400	370	290	520	1000	700	180	200	300	670	350
Размеры подошвы фундамента: ахЬ , 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	В15	В20	В25	В30	В15	В20	В25	В30	В15	В20	В25	В30

1 МПа= 1000 кН/м^2 (1000 кПа)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10. РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Цель: проявить знание методик расчѐта свайных фундаментов свай стоек и висячих свай по несущей способности грунта и по прочности материала и выполнить практическое задание с решением задач.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом учебник «Строительные конструкции» В.И. Сетков, Е.П.Сербин, раздел 12.2;
2. Разобрать представленный по теме пример;
3. Выполнить практическое задание.

Пояснения к работе:

Свайные фундаменты состоят из свай и ростверков. Расчет свайных фундаментов и их оснований проводится по двум группам предельных состояний.

Сваи, по характеру работы различают на сваи стойки и висячие сваи. Сваи стойки опираются на скальные или практически не сжимаемые грунты. Висячие сваи опираются на сжимаемые грунты. Сваи также классифицируются по способу их погружения в грунт. В настоящем Практикуме рассматриваются только забивные сваи.

Сваи, опирающиеся на крупнообломочные, гравелистые, песчаные грунты средней крупности, пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0{,}1$, заглубляются в

них не менее 0,5 м, а в прочие грунты, которые являются не такими прочными как в первом случае, не менее 1,0 м.

Расчет свай стоек

Несущую способность забивной сваи F_d, опирающейся на скальный или малосжимаемый грунт, следует определять по формуле

$$F_d = \gamma_c R A, \qquad (6.13)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый $\gamma_c = 1$;

A – площадь опирания на грунт сваи, принимаемая для свай сплошного сечения равной площади поперечного сечения сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи-стойки. Для всех видов забивных свай, опирающихся на скальные и малосжимаемые грунты R = 20 000 кПа.

Расчет висячих свай

Несущую способность F_d висячей забивной сваи следует определять как сумму сил от расчетных сопротивлений грунтов основания: под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности, по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \qquad (6.14)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый $\gamma_c = 1{,}0$;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, принимаемое по таблице 6.7 Приложения 6; u − наружный периметр поперечного сечения сваи; f_i − расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, принимаемое по таблице 6.8 Приложения 6; h_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи; γ_{cR}, γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта, соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетное сопротивление грунта и принимаемые для забивных свай:

$$\gamma_{cR} = 1{,}0, \qquad \gamma_{cf} = 1{,}0.$$

Свайные ростверки

При устройстве ростверка под стены, сваи располагаются рядами (обычно в один или два ряда), либо рядами в шахматном порядке. Ростверки под колонны гражданских, промышленных зданий и сооружений, опираются на кусты свай, сваи в кустах располагаются рядами или в шахматном порядке.

Расстояние между осями забивных висячих свай должно быть не менее $3d$ (где d – или диаметр круглого или сторона квадратного, или большая сторона прямоугольного поперечного сечения ствола сваи). Для свай стоек, расстояние между осями свай принимается не менее $1{,}5d$.

Чаще всего ростверки выполняют монолитными, из тяжелого бетона класса не менее В15. Сваи заделывают в ростверк на 50–100 мм, при этом заделка считается шарнирная. При заделке головы сваи в ростверк не менее чем на 300 мм заделка считается жесткая.

Ширина ростверков под стены принимается не менее 400 мм, высота не менее 300 мм. Конструкция ростверков под колонны зависит от конструкции колонн.

Расчет свай по несущей способности грунта

Одиночную сваю по несущей способности грунтов основания следует рассчитывать исходя из условия

$$N \le F_d / \gamma_k = P_{гр}, \qquad (6.15)$$

где N – расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (определяется с учетом нагрузки от собственного веса ростверка); F_d – несущая способность сваи;

$P_{гр}$ – расчетная нагрузка, допускаемая на сваю по несущей способности грунта; γ_k – коэффициент надежности принимается равным 1,4 (если несущая способность сваи определена расчетом).

Понятие о расчете свай по прочности материала

Для железобетонных свай несущая способность по материалу определяется по формуле прочности для сжатых железобетонных элементов со случайным эксцентриситетом $P_м = \varphi (R_b A + R_{sc} A_{s,tot})$

где $P_м$ – несущая способность сваи по материалу; φ – коэффициент продольного изгиба ствола сваи. В случае если свая погружена в грунт $\varphi = 1$.

Количество свай в ростверке

Количество свай в ростверке при центральном сжатии n, можно определить по формуле

$$n \geq N_d / P_{\min}, \qquad (6.16)$$

где N_d – расчетная нагрузка приходящаяся на свайный фундамент, с учетом веса ростверка; $P_{\min}$ – минимальная расчетная нагрузка которую способна выдерживать свая (по грунту $P_{гр}$, или по материалу $P_м$).

Для ленточных ростверков, нагрузка на свайный фундамент N_d определяется на один погонный метр свайного фундамента, и вместо количества свай определяют требуемый шаг свай a по формуле

$$a \leq P_{\min}\, k / N_d, \qquad (6.17)$$

где k – число рядов свай.

Пример расчета.

Определить шаг свай в ростверке. Конструкция фундамента и грунтовые условия (рис. 6.16).

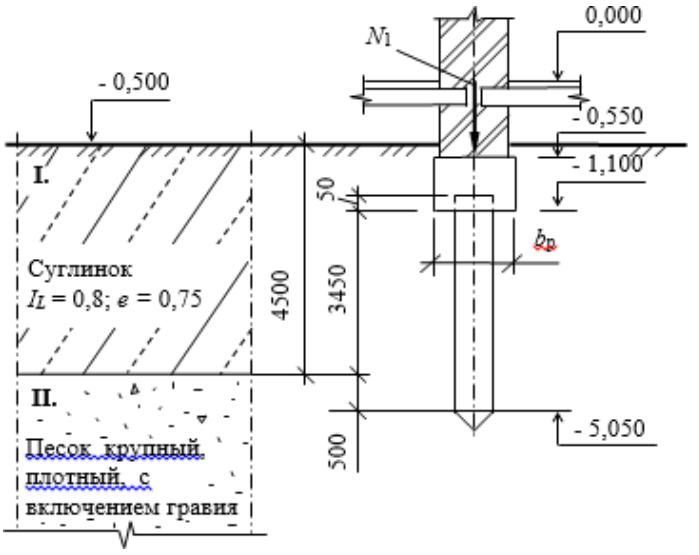


Рис.6.16. Свайный фундамент и грунтовые условия к примеру

Нагрузка, действующая на один погонный метр ростверка N_1 = 350 кН/м, γ_n = 1,1. Сваи забивные, железобетонные, сечением 300×300 мм с центральным армированием, бетон сваи В25, арматура – один стержень (Ø12 мм, А500).

Решение.

1. Назначаем в качестве несущего слоя малосжимаемый грунт – песок плотный с включением гравия. Заглубление нижнего конца сваи в такие грунты принимается не менее 0,5 м. Сваи работают как сваи стойки. Длину свай принимаем $l_{св}$ = 4,0 м.

2. Определяем нагрузку на ростверк с учетом веса ростверка. Вес погонного метра ростверка $N_р = b_р h_р \gamma_{жб} \gamma_f$ = 0,6·0,55·25·1,1 = 9,1 кН/м. Итого, нагрузка на сваи $N_d = N_1 + N_р$ = 350+9,1= 359,1 кН/м. С учетом коэффициента надежности по ответственности γ_n = 1,1, нагрузка на сваи N_d = 359,1·1,1 = 395 кН/м.

3. Для свай стоек расчетное сопротивление грунта, R = 20000 кПа; Несущая способность сваи F_d, по формуле (6.13) $F_d = \gamma_c RA$ = 1,0·20000·0,09 = 1800 кН.

4. С учетом коэффициента надежности, свая способна выдерживать нагрузку $P = F_d / \gamma_k$ = 1800/ 1,4 = 1285,7 кН.

5. Несущая способность сваи по материалу по формуле (3.1)

$P_м = \varphi(R_b A + R_{sc} A_{s,tot})$ = 1(1,45·900 + 1,31·435) = 1874,8 кН,

несущая способность по грунту меньше несущей способности сваи по материалу, ее и принимаем для определения требуемого шага свай.

6. Определяем требуемый шаг свай $a \leq P_{min} k / N_d$ = 1285,7·1/395 = 3,25 м, что больше минимального шага свай (для свай стоек $a_{min} \geq 1{,}5d$ = 1,5·0,3 = 0,45 м). При окончательном назначении шага свай необходимо учитывать конструкцию здания, его размеры, материал стен. Окончательно принятый шаг свай может быть меньше требуемого.

Задание на практическое занятие.

Назначить длину сваи и определить шаг свай под ленточный ростверк жилого дома. Нагрузка на ростверк N , кН/м- по заданию, γ_n = 1,0. Размеры сечения ростверка b_p х h_p, мм- по заданию, глубина заложения ростверка 2,0 м. Грунт –в соответствии с заданием, распространен на глубину 15 м. Размер сечения сваи 350 х 350 мм, свая забивная.

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**
Расчётное значение продольной силы N, кН/м	230	400	370	290	520	1000	700	180	200	300	670	350
Размеры сечения ростверка b_p х h_p, мм	1,2х 0,4	1,2х 0,4	1,0х 0,4	1,2х 0,5	2,0х 0,5	1,8х 0,6	1,8 х0, 6	1,2х 0,4	1,2х 0,4	1,8х 0,4	1,5х 0,5	1,2х 0,4
Грунт (Е, 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, глина с показателем	Суглинки, 35, МПа	Супесь, 7 МПа

										теку чест и I_L = 0,628, МПа		
удельный вес грунта γ = γ_{II}= γ_{II}^1, кН/м³	17,5	19	16	20	16	18	18	16	17	21	21	12

1 МПа= 1000 кН/м² (1000 кПа)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11.
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННОЙ СТОЙКИ, ЛОБОВОЙ ВРУБКИ.

Цель: научиться определять напряжѐнно-деформационное состояние деревянных строительных конструкций, испытывающих центральное сжатие, уметь заменять их расчѐтными схемами, производить расчѐт 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 расчѐта

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

$N \leq \varphi F_{расч} R^{p}(Rc)$,

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	$0{,}289b$	$0{,}289b$	$0{,}25D$	$0{,}25\sqrt{D^2-d^2}$

$F_{расч}$ — расчетная площадь, определяется в зависимости от вида ослаблений:

• если ослабления отсутствуют, принимают $F_{расч} = F$;

• если ослабления выходят на кромки элемента (рис. 5.15, *б*), $F_{расч} = F_{нт}$;

• если ослабления не выходят на кромки элемента (рис. 5.15, *а*): площадь ослабления превышает 25% от площади брутто — $F_{расч} = 4/3F_{нт}$;

площадь ослабления не превышает 25% от площади брутто — $F_{расч} = F_{бр}$;

R^p *(Rc)*— 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 $m_п$ (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 $\lambda_{пред}$ = 120).

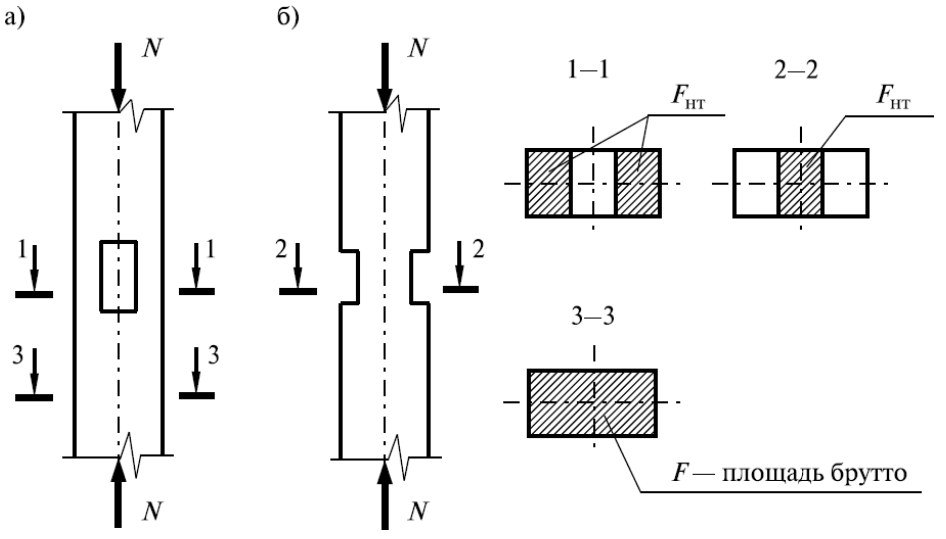


Рис. 5.15. Центрально-сжатые деревянные элементы:

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

$$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} \leq R_c, \qquad (5.1, б)$$

где Fнт — 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 Rc:

а) для сосны и ели расчетное сопротивление сжатию определяют по формуле ;

$$R^p = Rc^A\, m_{дл} \cdot \Pi m_i\,,$$

mдл - коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности загружения (таблица 4 СП64.13330.2017);

Пm_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:

$\lambda = l_0/r \leq \lambda_{пред}$,

где $\lambda_{пред} = 120$ 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 $F_{расч}$ и коэффициента продольного изгиба φ. Коэффициент продольного изгиба определяется по формулам (5.8), (5.9):

$$\frac{N}{\varphi F_{расч}} \leq R_c.$$

Если условие устойчивости удовлетворено и сечение не имеет ослаблений, расчет заканчивается; если есть ослабления, переходим к п. 11.

11. Проверяют прочность деревянной стойки:

$$\frac{N}{F_{нт}} \leq R_c,$$

где $F_{нт}$ — 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 Ь x h = 100 x 150 мм, древесина сосна, сорт 2 . На стойку действует продольная сжимающая сила N = 40 кН, γn= 1,0. Длина стойки 1 = 3,0 м. Закрепление концов стойки шарнирное. Условие эксплуатации конструкции 2 -внутри неотапливаемых помещений (на чердаке) в нормальной влажностной зоне.

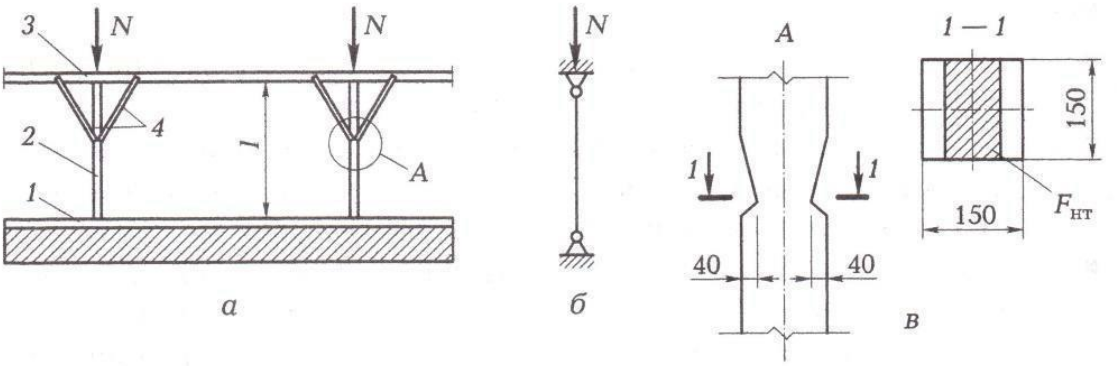


Рис. 4.3. Стойка, поддерживающая прогон. К примеру 4.4:
а — сопряжение конструктивных элементов: *1* — лежень; *2* — стойка; *3* — прогон; *4* — подкосы; *б* — расчетная схема стойки; *в* — узел выполнения подрезки в стойке

Решение.

1. Устанавливаем расчетное сопротивление сжатию

древесины вдоль волокон Rc = 21 МПа = 2,1 кН/см2 (табл. 3 СП 64.13330.2017), mдл=0,66 (табл. 4 СП 64.13330.2017). Коэффициенты условий работы:

таблица 1 СП 64.13330.2017 - 2(нормальный)

mт=1(п.6.9 б) СП 64.13330.2017);

mв=0,9 (табл.9 СП 64.13330.2017);

2. Элемент имеет симметричные ослабления, выходящие на кромки. Определяем площадь ослабления: Росл = 2 · 4 · 10 = 80 см2 . Площадь брутто: Рбр = 10 · 15 = 150 см2 Расчетная площадь: Ррасч = Рнт = Рбр - Росл= 10 · 15 - 2 · 4 · 10 = 70 см2 .

3. Определяем радиусы инерции сечения:

ix = O,29h = 0,29 · 15 == 4,35 см;

iy = 0,29b = 0,29 · 10 = 2,9 см.

4. Расчетная длина стойки $l_0=\mu l$=1,0x300=300 см
5. Наибольшая гибкость элемента по формуле:

λx= 300/4,35=69; λy= 300/2,9= 103< λmax=120,

максимальная гибкость λy>70, следовательно коэффициент продольного изгиба, определяется по формуле

$\varphi = 3000/\lambda y^2 = 3000/103^2 = 0{,}283$

6. Проверяем прочность по формуле

$$\sigma = N\gamma_n / F_{нт}$$

б=40x1/70=0,57кН/см2< *Rc*=2,1 кН/см2 - прочность обеспечена.

7. Проверяем устойчивость по формуле

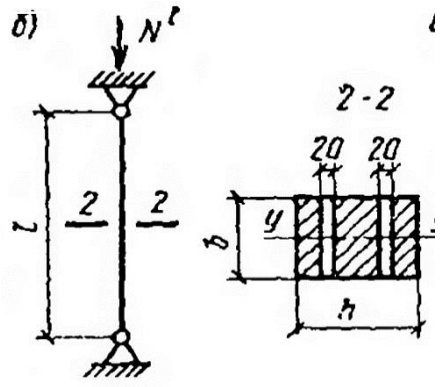
б= Nγn/Fрасч=40x1/0.283x70=2,02кН/см2<2,1 кН/см2 -устойчивость обеспечена.

Принятое сечение стойки подходит.

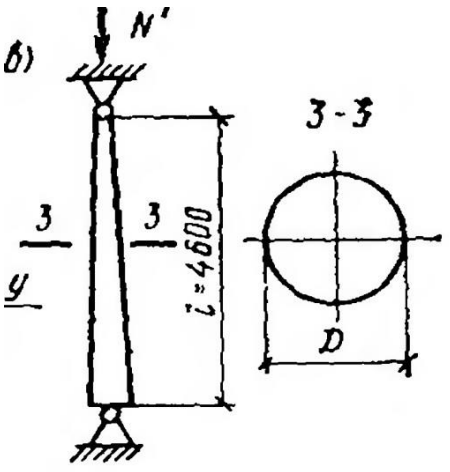
Задания для практической работы

Варианты заданий

1.Проверить прочность и устойчивость центрально-сжатой стойки из древесины сосны, сорт 3. Закрепление концов стойки шарнирное, длина стойки 1, м- в соответствии с заданием. Стойка ослаблена посередине длины двумя отверстиями для болтов d=20 мм. Сечение стержня стойки bxh , мм и расчетная сила, N, кН- в соответствии с заданием. Коэффициент надежности по назначению (ответственности) γn= 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 1, 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) γn= 1,0. Условие эксплуатации конструкции 3 -внутри отапливаемых помещений во влажной зоне.



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

№ схемы	Схема 1						Схема 2					
Нагрузка, действующая на стойку, N, кН	50	32	30	47	54	40	50	30	25	32	45	39
сечение bxh, мм /Диаметр D мм	100x150	100x130	180x75	100x75	100x100	100x50	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

Таблица 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	—	—	—	—	—	—	×

Примечания: 1. Максимальная длина пиломатериалов 6,5 м.
2. Значком «×» 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?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12 ПОДБОР СЕЧЕНИЯ, ПРОВЕРКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОББНОСТИ КИРПИЧНОГО СТОЛБА С СЕТЧАТЫМ АРМИРОВАНИЕМ.

Цель: научиться определять напряжѐнно-деформационное состояние кирпичных столбов, испытывающих сжатие, уметь заменять их расчѐтными схемами, производить расчѐт 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

$$N \leq m_g \phi RA, \qquad (5.14)$$

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;

$$m_g = 1 - \eta N_g/N, \qquad (5.15)$$

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

$$\lambda_h = l_0/h, \qquad (5.16)$$

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);

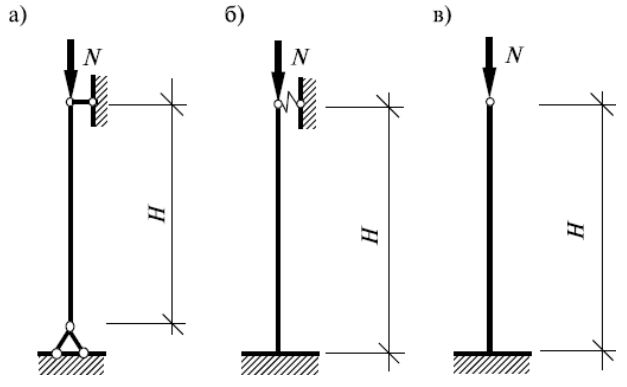


Рис. 5.28. Расчетные схемы элементов:

а) шарнирно опертых на неподвижные опоры; б) защемленных внизу

и имеющих верхнюю упругую опору; в) свободно стоящих

г) для конструкций с частично защемленными опорными сечениями — с учетом фактической степени защемления, 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 размеров сечения столба (тип 1) и проверка несущей способности (тип 2).

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

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 ϕ = 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)

$$A \geq \frac{N}{m_g \varphi R}.$$

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_h	λ_i		α=1500	α=1000	α=750	α=500	α=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):

$$N \le m_g \phi RA.$$

Если условие удовлетворено, то расчет закончен, если нет, то изменяют марки кирпича, раствора или увеличивают размеры колонны тс 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.

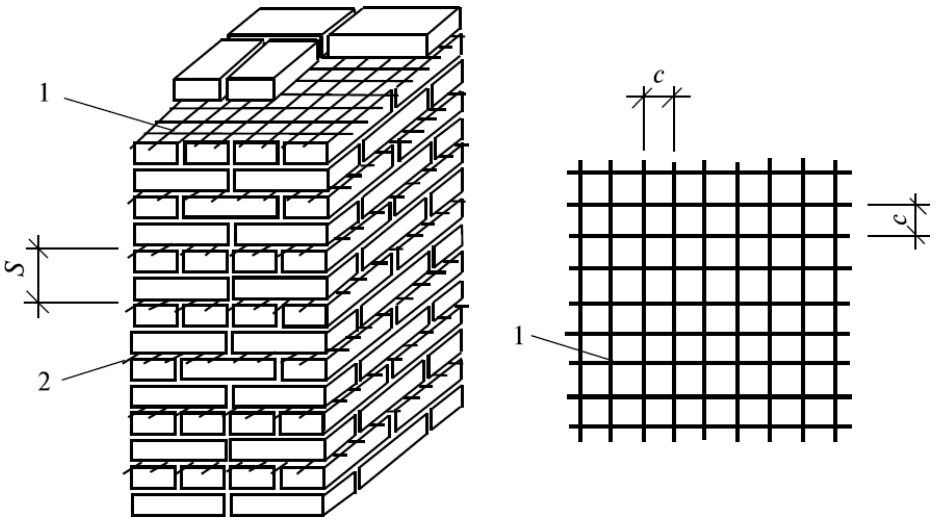


Рис. 5.29. Поперечное (сетчатое) армирование каменных конструкций:

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

$$N \leq m_g \phi R_{sk} A, \qquad (5.17)$$

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:

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100}, \qquad (5.18)$$

$$R_{sk} \leq 2R,$$

где R — расчетное сопротивление сжатию неармированной кладки;

Rs — расчетное сопротивление арматуры, для арматуры класса В500 принимается с коэффициентом условий работы γ_{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 с при расстоянии между сетками по высоте S определяется по формуле

$$\mu = \frac{2A_{st}}{cS} \cdot 100. \qquad (5.19)$$

Процент армирования кладки с сетчатой арматурой при центральном сжатии не должен превышать определенного по формуле

$$\mu = 50\frac{R}{R_s} \geq 0{,}1\%; \qquad (5.20)$$

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

$$\alpha_{sk} = \alpha\frac{R_u}{R_{sku}}, \qquad (5.21)$$

где R_u — временное сопротивление (средний предел прочности) сжатию кладки, определяемое по формуле

$$R_u = kR, \qquad (5.22)$$

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

$$R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100}, \qquad (5.23)$$

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 $F = m_g \phi RA$ 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 γ_{cs}. Принимают арматуру класса В500 диаметром 3, 4, 5 мм с расчетным сопротивлением R_s = 415 МПа и нормативным сопротивлением Rsn = 500 МПа (табл. 2.9); коэффициент условия работы γ_{cs} = 0,6.

2. Находят отношение α = 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

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100} = Ra;$$

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 Ast, из которой сделаны сетки: Ø3 − Ast = 0,071 см2; Ø4 − Ast = 0,126 см2; Ø5 − Ast = 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 с 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: $\mu_{max} = 50R/R_s$; μ_{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 510х 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 MlOO. Столб армирован сетками, поставленными через два ряда кирпичной кладки (S = 15,4 см}, размер ячеек сетки с= 50 х 50 мм, арматура сеток В500, Ø3 мм.

Решение. 1. Определяем расчетную длину столба: 1_0 = O, 9 (Нэт - t) = O, 9(4,75 - 0,22) = 4, 1 м (см. табл. П.5.5 Приложения 5).

2. Определяем гибкость: $\lambda h = 1_0/h$ = 410/51 = 8,04≈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 Ycs = 0,6): Rsn = 500 · 0,6 = 300 МПа; расчетное сопротивление

арматуры (с коэффициентом условия работы Ycs = 0,6, табл.14 СП15.13330.2012): Rs = 415 · 0,6 = 249 МПа (см. табл. П.3.3 Приложения 3).

4. Определяем упругую характеристику кирпичной кладки а = = 1 ООО (см. табл. П.5.2 Приложения 5).

5. Находим площадь сечения столба: А= bh = 51 · 64 = 3 264 см2 = = 0,3264 м2 > 0,3 м2 , следовательно, γс= 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):

$$R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100} = 2 \cdot 2{,}2 + \frac{2 \cdot 300 \cdot 0{,}1844}{100} = 5{,}506 \text{ МПа};$$

$$R_u = kR = 2 \cdot 2{,}2 = 4{,}4 \text{ МПа};$$

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} = 1\,000 \cdot \frac{4{,}4}{5{,}506} = 799 \approx 800.$$

8. По табл. П.5.3 Приложения 5 устанавливаем значение коэф фициента продольного изгиба (с интерполяцией) φ = 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):

Nсеч = mg<pRskYcA = 1 · 0,904 · 0,312 · 1,0 · 3 264 = 920,6 кН.

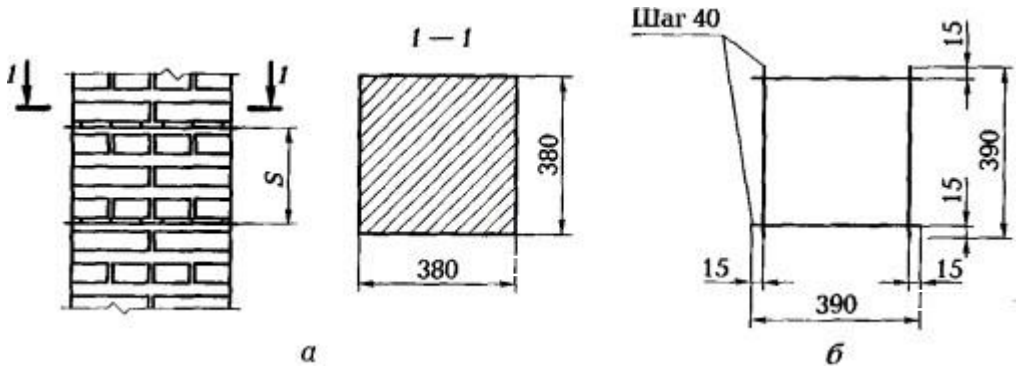
Несущую способность кирпичного столба сравниваем с нагрузкой, действующей на столб.

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 Нэт м- в соответствии с заданием. Сечение столба, мм- в соответствии с заданием. Кирпич глиняный пластического прессования,

раствор цементно-известковый. Шаг арматурных сеток 5 = 23,1 см (через 3 ряда кладки), размер ячеек сетки с = 40 х 40 мм, диаметр арматуры 4 мм (Asf= 0,126 см2), 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	М150	М75	М125	М100	М150	М75	М125	М100	М150	М75	М125	М100
Марка раствора	М75	М50	М75	М75	М100	М75	М50	М75	М100	М50	М75	М25
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 х 380	250х 250	380 х 380	510х 510	380 х 380	510х 510	510х 510	250х 250	380 х 380	510х 510	250х 250	510х 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.