ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ «ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИМ. М.И. ЩАДОВА»

РАССМОТРЕНО
на заседании ЦК
«Общеобразовательных и
строительных дисциплин»
Протокол №5
«09» января 2024г.
Председатель: Е.В. Моисеенко

Утверждаю:
Зам. директора по УР
О.В. Папанова
«22» февраля 2024г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по практическим занятиям

по профессиональному модулю

ПМ.01 Участие в проектировании зданий и сооружений

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Разработал:
Е.В. Моисеенко

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
2024 г

Сертификат: 54CE6FF6F2E941EC6571CFEA2EAFB5E4
Владелец: Сычев Сергей Николаевич
Действителен: с 23.08.2024 до 16.11.2025

СОДЕРЖАНИЕ

		СТР.
1.	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2.	ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4
3.	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	7
4.	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	185
	ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	187
	ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЁННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	

1.ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по практическим занятиям ПМ.01 «**Участие в проектировании зданий и сооружений»** составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программы дисциплины по специальности ***08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений***

Цель проведения практических занятий: формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

Методические указания практических занятий являются частью учебно-методического комплекса по учебной дисциплине и содержат:

- тему занятия (согласно тематическому плану учебной дисциплины);
- цель;
- оборудование (материалы, программное обеспечение, оснащение, раздаточный материал и др.);
- методические указания (изучить краткий теоретический материал по теме практического занятия);
- ход выполнения;
- форму отчета.

В результате выполнения полного объема заданий практических занятий студент должен **уметь:**

- читать проектно-технологическую документацию;
-пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения;
- определять глубину заложения фундамента;
-выполнять теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
-подбирать строительные конструкции для разработки архитектурно- строительных чертежей;
- выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции;
- строить расчетную схему конструкции по конструктивной схеме;
- выполнять статический расчет;
- проверять несущую способность конструкций;
- подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок;
- выполнять расчеты соединений элементов конструкции;
- читать проектно-технологическую документацию;
-пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения;
-определять номенклатуру и осуществлять расчет объемов (количества) и графика поставки строительных материалов, конструкций, изделий, оборудования и других видов материально-технических ресурсов в соответствии с производственными заданиями и календарными планами производства строительных работ на объекте капитального строительства;
-разрабатывать графики эксплуатации (движения) строительной техники, машин и механизмов в соответствии с производственными заданиями и календарными планами производства строительных работ на объекте капитального строительства;

-определять состав и расчёт показателей использования трудовых и материально-технических ресурсов;
- заполнять унифицированные формы плановой документации распределения ресурсов при производстве строительных работ; - определять перечень необходимого обеспечения работников бытовыми и санитарно-гигиеническими помещениями;
- по конструктивной схеме построить расчетную схему конструкции;
- читать строительные и рабочие чертежи;
- читать и применять типовые узлы при разработке рабочих чертежей;
- выполнять чертежи планов, фасадов, разрезов, схем;
- читать генеральные планы участков, отводимых для строительных объектов;
- выполнять транспортную инфраструктуру и благоустройство прилегающей территории;
- подбирать комплекты строительных машин и средств малой механизации для выполнения работ;
- разрабатывать документы, входящие в проект производства работ;
- оформлять чертежи технологического проектирования с применением информационных технологий; использовать в организации

При проведении практических работ применяются следующие технологии и методы обучения: чтение с маркировкой, «фишбон», информационные технологии, ментальные карты и т.д.

Оценка выполнения практических занятий

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

В соответствии с учебным планом и рабочей программы ПМ.01 «**Участие в проектировании зданий и сооружений»** на практические занятия отводится **176 часов.**

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1. Лабораторные занятия по МДК 01.01 Проектирование зданий и сооружений

№ п/п	Тема лабораторных занятий	Количество часов
1	Определение гранулометрического состава песка	2
2	Определение водопотребности и сроков схватывания цементного теста	2

3	Приготовление бетонной смеси и проверка свойств бетонной смеси	2
4	Испытания арматуры для железобетонных конструкций	2
Итого		**8**

2.2. Практические занятия по МДК 01.01 Проектирование зданий и сооружений

№ п/п	Тема практических занятий	Количество часов
1	Определение диагностических признаков минералов.	2
2	Определение магматических, осадочных, метаморфических горных пород по образцам	2
3	Построение геоморфологического и геологического разрезов	2
4	Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки	2
5	Ознакомление со структурой и пороками древесины.	2
6	Ознакомление со строительными смесями и листовыми материалами на основе гипсовых вяжущих	2
7	Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками кровельных гидроизоляционных материалов	2
8	Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками теплоизоляционных материалов	2
9	Вычерчивание конструктивной системы гражданского здания	2
10	Определение глубины заложения фундамента	2
11	Вычерчивание схемы расположения фундаментов	2
12	Выполнение теплотехнического расчёта ограждающих конструкций	2
13	Вычерчивание схемы расположения плит перекрытия	2
14	Определение количества и характера работы перемычек. Вычерчивание перемычек над оконным или дверным проемом	2
15	Конструирование и расчёт лестницы, лестничной клетки	2
16	Вычерчивание схемы расположения столбчатого фундамента	2
17	Построение плана промышленного здания с проработкой конструктивных элементов и соответствующей привязкой их к разбивочным осям	2
18	Выполнение теплотехнического расчёта ограждающих конструкций промышленного здания	2
19	Конструирование основных узлов сопряжения элементов железобетонного и стального каркасов промышленного здания	2
20	Разработка схемы планировочной организации земельного участка	2
21	Расчет технико-экономических показателей СПОЗУ	2
22	Технические характеристики строительных материалов конструкций: нормативные, расчётные	2
23	Сбор нагрузок на конструкции зданий: плит покрытия и перекрытия, фундамент	2
24	Сбор нагрузок на конструкции зданий: плит покрытия и перекрытия, фундамент	2
25	Расчёт и конструирование центрально – сжатой стальной колонны	2
26	Конструирование узлов соединения	2
27	Расчёт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки	2
28	Расчёт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки	2
29	Расчёт и конструирование центрально – сжатой железобетонной колонны	2
30	Конструирование узлов соединения	2
31	Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций	2

32	Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций	2
33	Расчет стальной балки	2
34	Расчет стальной балки	2
35	Расчет деревянной балки	2
36	Расчет деревянной балки	2
37	Расчет железобетонной балки	2
38	Расчет железобетонной балки	2
39	Расчёт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия	2
40	Расчёт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия	2
41	Расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения	2
42	Расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения	2
43	Расчет и армирование безбалочного перекрытия	2
44	Расчет и армирование безбалочного перекрытия	2
45	Расчёт осадки оснований	2
46	Расчет и конструирование ленточного фундамента	2
47	Расчет и конструирование столбчатого фундамента	2
48	Расчет и конструирование свайных фундаментов.	2
49	Расчет и конструирование свайных фундаментов	2
50	Расчет сварного шва	2
51	Расчет гвоздевого соединения	2
52	Расчет железобетонного соединения	2
53	Расчёт и конструирование элементов стальной стропильной фермы	2
54	Расчёт и конструирование элементов стальной стропильной фермы	2
55	Конструирование узлов	2
56	Расчёт и конструирование элементов деревянных фермы. Конструирование узлов	2
57	Расчёт и конструирование элементов деревянных фермы. Конструирование узлов	2
58	Расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы. Конструирование узлов	2
59	Расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы. Конструирование узлов	2
Итого		**118**

2.3. Практические занятия по МДК 01.02 Проект производства работ

№ п/п	Тема практических занятий	Количество часов
1	Выбор башенного крана	2
2	Решение производственных ситуаций по распределению строительных машин и по типам, назначению и видам выполняемых работ	2
3	Распределение средств малой механизации по типам, назначению, видам выполняемых работ	2
4	Организация строительного производства поточным методом (поточно-расчлененным, поточно-комплексным). Расчет параметров потока. Построение графиков потока и графиков ресурсов	2

5	Организация строительного производства поточным методом (поточно-расчлененным, поточно-комплексным). Расчет параметров потока. Построение графиков потока и графиков ресурсов	2
6	Определение объемов работ и потребности в материально-технических ресурсах	2
7	Составление номенклатуры работ календарного плана на строительство объекта. Расчет календарного плана	2
8	Расчет календарного плана	2
9	Составление календарного графика на общестроительные работы	2
10	Составление графика движения рабочих. Взаимоувязка общестроительных и специальных работ	2
11	Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов	2
12	Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов (поступление на объект материальных ресурсов)	2
13	Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов. Поступление на объект и распределение материальных ресурсов	2
14	Разработка графика движения строительных машин и механизмов. Расчет транспортных средств для доставки строительных грузов	2
15	Определение технико-экономических показателей ППР	2
16	Построение модели сетевого графика на заданный цикл работ	2
17	Расчет сетевого графика типа «вершины-работы»	2
18	Построение сетевого графика в масштабе времени. Оптимизация сетевого графика	2
19	Корректировка сетевых графиков	2
20	Разработка стройгенлана	2
21	Определение перечня и расчет площадей временных бытовых и санитарно-гигиенических помещений для работников	2
22	Выбор и привязка монтажных кранов	2
23	Определение опасных зон на стройгенплане	2
24	Разработка элементов технологических карт	2
25	Разработка элементов технологических карт	2
Итого		**50**

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3.1. Лабораторные занятия по МДК 01.01 Проектирование зданий и сооружений

Лабораторное занятие № 1.

Тема: Определение гранулометрического состава песка

Цель: научиться определять гранулометрический состав песка.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Из воздушно-сухого грунта отбирают среднюю пробу, величина которой зависит от однородности состава грунта. Чем менее однороден грунт, тем больше должна быть средняя проба.

Средняя проба берется следующим образом: на листе бумаги весь образец грунта тщательно перемешивают, разравнивают ножом или линейкой и разделяют на части. Две части, лежащие накрест, отбрасывают, а две другие соединяют, перемешивают, разравнивают, разделяют на четыре части и т. д. Эту операцию продолжают до тех пор, пока объем оставшегося грунта не будет примерно равен величине средней пробы (величина средней пробы в данном случае берется равной

100 г). Объем средней пробы для крупнообломочных грунтов составляет 600-3000 см3, для песчаных − 200-600 см3.

2. Пробу грунта взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г.

3. Взвешенный грунт помещают в колонку сит и встряхивают до тех пор, пока не будет достигнута полная отсортировка частиц грунта на ситах.

4. Фракции, оставшиеся после просеивания на ситах и в поддоне, взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Суммарная масса всех фракций не должна отличаться более чем на 0,5 % от массы средней пробы, взятой для анализа.

5. Из суммарной массы навески вычисляют процентное содержание каждой фракции по формуле

$$X = \frac{A100\%}{B},$$

где X − процентное содержание фракции в грунте;

A − масса фракций;

B − масса средней пробы.

Для большей наглядности и удобства сравнения различных грунтов между собой гранулометрический состав обычно изображают графически, чаще в виде суммарной кривой гранулометрического состава или методом треугольных координат. Кривая гранулометрического состава строится в системе прямоугольных координат в полулогарифмическом масштабе. Для построения графика последовательно суммируют содержание фракций, начиная с наиболее мелкой или крупной. Расчет результатов анализа по совокупности фракций приводится в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Результаты гранулометрического анализа по совокупности фракций

Диаметр частиц каждой фракции, мм	Содержание каждой фракции в грунте, %	Диаметр частиц по совокупности фракций, мм	Содержание по совокупности фракций, %
10,0 – 5,0	0,0	Менее 5	100
5,0 – 2,0	2,4	2	97,6
2,0 – 1,0	8,2	1	89,4
1,0 – 0,5	32,4	0,5	57,0
0,5 – 0,1	48,5	0,1	8,5
0,1 и меньше	8,5		

Т а б л и ц а 2. Классификация (по ГОСТ)

Виды крупнообломочных и песчаных грунтов	Распределение частиц по крупности в % от массы воздушно-сухого грунта
А. Крупнообломочные	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц − глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм составляет более 50 %
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц – щебенистый)	Масса частиц крупнее 10 мм составляет 50%
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 50 %
Б. Песчаные	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 25 %
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм – более 50 %
Песок средний	Масса частиц крупнее 0,25 мм – более 50 %
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм – 75 % и более
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм – менее 75 %

Степень неоднородности гранулометрического состава Cu: однородный Cu < 3; неоднородный Cu > 3.

Грунты	Содержание глинистых частиц диаметром меньше 0,005 мм в % по весу
Глина	Более 30

Суглинок30 – 10
Супесь 10 – 3
Песок Менее 3

После подсчета данных, приведенных в табл. 1, на оси ординат откладывают процентное содержание фракций, на оси абсцисс − логарифмы диаметров частиц.

По кривой гранулометрического состава находят коэффициент неоднородности грунта Cu как отношение диаметра частиц, процентное содержание которых в грунте составляет менее 60 %, к диаметру частиц с процентным содержанием в грунте меньше 10 %

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}.$$

Для грунта, гранулометрический состав которого определен в лабораторной работе, строят кривую гранулометрического состава. Определяют наименование грунта согласно классификации ГОСТ.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Лабораторное занятие № 2.

Тема: Определение водопотребности и сроков схватывания цементного теста

Цель: определение нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста, изучение стандартных методик испытаний вяжущего

Задание 1. Определить водопотребности и сроки схватывания цементного теста

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

I. Определение нормальной густоты цементного теста

Для выполнения работы надо иметь следующие приборы, инструменты и материалы: прибор Вика с пестиком, чашу сферической формы для приготовления цементного теста, металлическую лопатку для перемешивания теста, мерный цилиндр, емкость с водой, технические весы с разновесами, лабораторный нож, секундомер, испытуемый портландцемент, ветошь, машинное масло для смазки оборудования и инструмента.

Прибор Вика состоит из основания, кронштейна (стойки), в верхней части которого имеется отверстие для подвижного штока (массой 300±2 г). В нижнюю часть штока вставляют иглу Вика или пестик Тетмайера. На приборе имеется шкала, позволяющая измерять величину перемещения подвижной части прибора. Стопорное устройство позволяет фиксировать подвижную часть прибора в верхнем положении и быстро освобождать ее при измерениях. Исследуемое цементное тесто загружают в конусное кольцо, установленное на дно, и затем все помещают на основание прибора. Прибор комплектуется пестиком Тетмайера при исследовании нормальной густоты цементного теста и иглой Вика для определения сроков схватывания цементного теста.

Перед началом испытаний проводится подготовка, состоящая из следующих операций:

1) проверить действие прибора Вика. Подвижная часть прибора должна легко перемещаться. При касании пестиком дна конусного кольца показания нити по шкале прибора должны быть на нуле. В случае отклонения от нуля указатель с нитью с помощью винта передвигается и фиксируется на нулевом положении.

Конусное кольцо и его дно перед началом испытаний смазываются тонким слоем машинного масла;

2) сферическую чашу и лопатку для перемешивания цементного теста протереть влажной тканью (ветошью);

3) проверить действие устройства, отмеряющего 5-минутный интервал времени;

4) проверить исправность секундомера;

5) проверить чистоту и действие весов, чистоту совка, смазать машинным маслом нож.

По ГОСТу цементное тесто разрешается приготовлять перемешиванием вручную в сферической чаше или в механической Н шалке. Независимо от способа перемешивания тесто npMixmijflH из порции цемента массой 400± 1 г.

Навеску цемента высыпают в сферическую чашу, предвари, тельно протертую влажной ветошью. Затем в цементе делают углубление, куда в один прием вливают предварительно отмеренную I воду в количестве, необходимом для получения цементного теста нормальной густоты. Для первого пробного затворения цемента необходимо примерно 100-112 см3 воды, т.е. 25-28 % от массы цемента. Для затворения теста берут чистую питьевую воду.

Углубление, в которое влита вода, с помощью стальной лопатки заполняют цементом; в течение 30 с. дают возможность воде впитаться в цемент, затем тесто интенсивно перемешивают лопаткой во взаимно перпендикулярных направлениях. Продолжительность перемешивания и непрерывного растирания с момента затворения цемента водой не должна превышать 5 мин.

Приготовленным цементным тестом в один прием заполняют коническое кольцо (см. рис.1), установленное на пластинке-дне. Для уплотнения теста кольцо встряхивают 5-6 раз, постукивая о стол. Избыток цементного теста срезают вровень с краями кольца ножом, предварительно протертым влажной тканью.

Кольцо с тестом устанавливают в прибор Вика, пестик приводят в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют в таком положении зажимным винтом, фиксируя подвижный стержень. Затем быстро освобождают подвижную часть прибора. Освободившись, стержень вместе с пестиком свободно погружаются в тесто. Через 30 с. с момента освобождения стержня производят отсчет погружения пестика по шкале прибора.

Густота цементного теста считается нормальной, если пестик не доходит до дна на 5-7 мм. Если пестик, погружаясь в цементное тесто, остановится выше, то опыт повторяют с большим количеством воды, а если ниже - с меньшим, добиваясь погружения пестика на глубину, указанную выше.

Количество воды, добавляемой для получения теста нормальной густоты, выраженное в процентах от массы цемента, определяют с точностью до 0,25 %. Этот показатель называют водопотребностью цементного теста.

Результаты эксперимента подвергают контрольной проверке, затворяя порцию цемента количеством воды, которое соответствует водопотребности данного цемента. После перемешивания густота такого теста должна быть нормальной.

Результаты исследований и контрольных проверок:

Номер	Количество	В/Ц	Глубина погружения пестика, мм	Густота теста	Заключение	
цемента	опыта	цемента	воды			
				0,2625		Не хватает воды, опыт необходимо повторить
				0,325		Слишком большое количество воды, опыт необходимо повторить
				0,3		Цементное тесто нормальной густоты, продолжаем опыт

Ход выполнения:

3. Освоение лекционного материала по теме
4. Выполнить задание

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Лабораторное занятие № 3.

Тема: Приготовление бетонной смеси и проверка свойств бетонной смеси

Цель: изучит порядок расчета и состава тяжелого бетона

Задание 1. Содержание работы: расчет номинального состава тяжелого бетона, определение коэффициента выхода бетонной смеси.

Выполнение работы: для расчета состава имеем следующие данные.

Rб – заданная марка бетона

П (Ж) – требуемая удобоукладываемость

Rц – вид и активность цемента бетонной смеси

насыпная плотность цемента, песка, гравия

истинная плотность

V – объем пустот щебня (гравия)

Наибольшая крупность щебня, гравия

бетонной смеси.

Состав бетона на 1 м3 бетонной смеси рассчитывают в следующей последовательности:

Вычисляют В/Ц (водоцементное отношение)

где, А – коэффициент, учитывающий качество материалов

Вычисляют расход воды (водопотребность). Определяют ориентировочно исходным для определения явления заданная удобоукладываемость определяется по таблице.

Расход цемента в кг на 1 м3 т.е. вычисляют по формуле:

Расход щебня в кг на 1 м3:

V – объем межзерновых пустот щебня

где, α – коэффициент раздвижки зерен, щебня, гравия.

Для подвижных смесей с осадкой конуса 4-15 см; α=1,25-1,6.

Для малоподвижных смесей осадка конуса 1-3 см; α=1,5-1,62.

Для жестких смесей α=1,05-1,1

Расход песка в кг на 1 м3 т.е. вычисляют по формуле

Определив расход каждого составляющего бетонной смеси на 1 м3 вычисляем расчетную плотность в кг/м3

У=316,6 кг/м3

В=190 л/м3

Щ (Г)=1447,8 кг/м3

П=454,81 кг/м3

Затем вычисляем коэффициент выхода бетонной смеси

Коэффициент выхода бетонной смеси – это соотношение объема бетонной смеси (1 м3) в уплотненном состоянии на сумму объемов сухих составляющих пошедших на ее приготовление

Задание:

Рассчитать состав бетона для колона.

Марка бетона: М300, марка ПЦ400, подвижность бетонной смеси 4 см осадка конуса.

Характеристики заполнителя:

=1150 кг/м3

=3100кг/м3

=1600 кг/м3

=1500 кг/м3

=2700 кг/м3

=2650 кг/м3

Наибольшая крупность щебня перекрытия 20 мм, влажность согласно ГОСТ. Материалы высококачественные.

Произведем расчет материалов на замес в бетономешалке с объемом 750 мл. произведем расчет материалов на 5 литров замеса в строительной лаборатории.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:
1. Сущность работы: определить подвижность бетонной смеси заданного состава.
2. Аппаратура: форма – конус, металлическая штыковка диаметром 16 мм, металлический лист с размерами 70*70, линейка, кельма, загрузочная воронка, бетонная смесь.
3. Подготовка работы: из материалов, рассчитанных на замес, готовим бетонную смесь, подвижность которой определяется стандартным конусом высотой 300 мм, с диаметром нижнего основания 200 мм, верхнего 100 мм.
4. Проведение работы: форму устанавливаем на ровную горизонтальную поверхность, предварительно протертую изнутри влажной тканью, затем через воронку форму заполняют тремя ровными по высоте слоями бетонной смеси с уплотнение каждого слоя 25-кратным штыкованием металлической штыковкой диаметром 16 мм и длиной 600 мм. после укладки и штыкования избыток бетонной смеси срезают кельмой вровень с краями формы. Затем форму снимают, не разрушая бетонный конус, и ставят рядом со смесью. Освобожденная от формы бетонная смесь под действием собственной массы начинает оседать. На верхнее основание формы конуса укладывают металлическую или деревянную линейку, от нижнего ребра которой другой линейкой измеряют конуса ОК с точностью до 0,5 см.
5. Схемы и формулы:

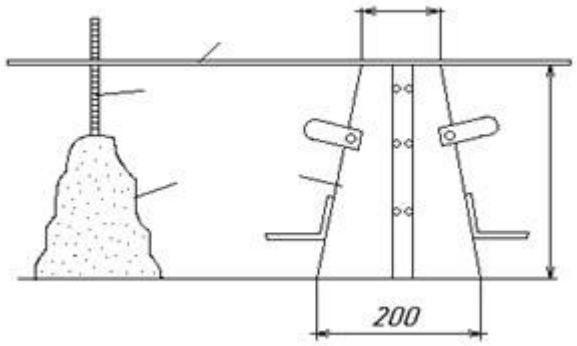


Рисунок 16. определение подвижности бетонной смеси стандартным конусом.
где, 1 – осевший конус бетонной смеси; 2 – линейка с делениями; 3 – металлическая линейка; 4 – форма – конус.
6. Вывод: в результате проведенных испытаний осадка конуса (ОК) равна 0, время вибрирования 8 сек. Марка по удобоукладываемости Ж1
«Определение марки бетона»
Сущность работы: изготавливаем образцы-кубы, по истечении 28 суток твердения в нормальных условиях (Н.У.) образцы осматриваем, измеряем, испытываем на сжатие, определяем средние значения предела прочности при сжатии по ГОСТ 26 633-91.
Аппаратура: формы, виброплощадки, неметаллическая линейка, лопатки, поддон, гидравлический пресс.
Подготовка работы: изготавливаем образцы согласно требованиям ГОСТ 26 633-91 и ГОСТ 10 180-90. замешиваем смесь лабораторного состава. Форму заполняем в два слоя каждый слой штыкуется из расчета: один удар на 1 м3поверхности, уплотнение производим на виброплощадке. Образцы выдерживаем во влажных условиях 1 сутки, затем формы распалубливаем, образцы оставляем для набора прочности.
проведение работы: (смотри лабораторную работу №2)
Схемы и формулы:

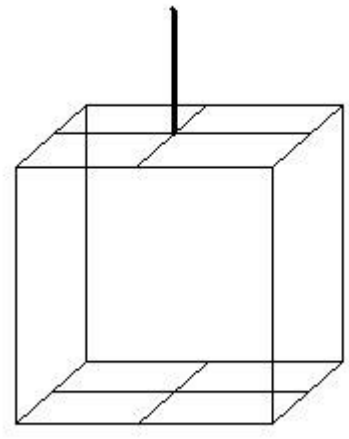


Рисунок 17. Схема испытания
Образец 1
а1=10 см
а2=10 см
в1=9.9 см
в2=10 см
а=
в=
F1=a*b=10см*9.95см=99.5см2
P1=22372.9кгс
Rсж=
Образец 2
а=9.9 см
а=10 см
в=10 см
в=10.1 см
а=
в=
F2=a*b=10.05см*9.95см=99.99см2
P2=27016.9кгс
Rсж
Обработка результатов:
Таблица 16. Результаты испытаний

Размеры, см	F, см	P, кгс	Rсж, кгс/см2	Rсж, кгс/см2	Марка, М
длина	ширина				

Дополнительно: определение класса бетона.
Для определения класса бетона отбираем 50 штук образцов кубов. В течении одного месяца образцы изготавливают, измеряют, испытывают на прочность. Средние значение предела прочности при сжатии (средняя прочность бетона) вычисляют оп ГОСТ 26 633-91
где, В – численное значение класса бетона в МПа;
0,0980665 – переходный коэффициент от МПа к кгс/см2
0,135 – нормальный коэффициент вариации прочности бетона
B=Rсж*0,980665*(1-1,64*0,135)

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона (R),	Ближайшая марка бетона по

	кгс/см2	прочности, М
В 3,5 В 5 В 7,5 В 10 В 12,5 В 80	Сжатие 45,8 65,5 98,2 131,0 163,7 1047,7	М50 М75 М100 М150 М150 М1000

Таблица 17. Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками.

Вывод: в результате проведенных испытаний Rсж=, класс бетона

Ход выполнения:

5. Освоение лекционного материала по теме
6. Выполнить задание

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Лабораторное занятие № 4.

Тема: Испытания арматуры для железобетонных конструкций

Цель: изучение метода определение механических свойств стали

Задание 1. В каждом месте в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Вычисляем площадь поперечного сечения образца. Расчетную длину образца измеряем с точностью до 0.1мм. образцы закрепляем в захватах машины начинаем испытания.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Аппаратура: разрывная машина, штангельциркуль, металлическая линейка, стандартные образцы стали для испытания на растяжение.
2. Подготовка работы: выкачены образцы стали осматриваем, осматриваем разрывную машину, проверяем исправность.
3. Проведение работы: перед испытанием образцы измеряем в трёх местах по длине рабочей части. В каждом месте в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Вычисляем площадь поперечного сечения образца. Расчетную длину образца измеряем с точностью до 0.1мм. образцы закрепляем в захватах машины начинаем испытания.
4. Схемы и формулы:

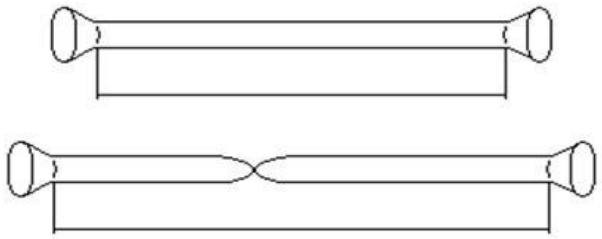


Рисунок 8 – «Определение относительного удлинения образца»

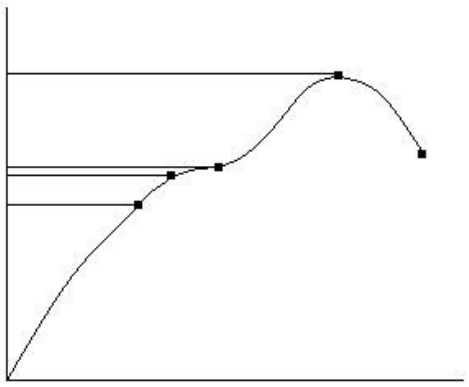


Рисунок 9 – «Диаграмма растяжения стали»

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

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

где $P_п$ – нагрузка при пределе пропорциональности, Н (кгс); F_o – первоначальная площадь поперечного сечения образца, мм^2.

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

Напряжение, при котором течение стали, называется пределом текучести.

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

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

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

На диаграмме точкой 4 зафиксирована максимальная нагрузка, которую выдерживает образец

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

Предел прочности при растяжении:

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

№ исп.	Диаметр образца, d_0, мм	Первоначальные размеры образца		Длина образца после разрыва, L_1, мм	Относительное удлинение Δl_1, %	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа
		длина, l_0, см	Площадь F_0, мм2				
1	9.79	128	75.23	137	7.3	403.7	232.35

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

Значения относительного удлинения:

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

6. Обработка результатов:

Таблица 7 – «Результаты испытаний»

6. Вывод: в результате проведенных испытаний марка стали Ст3сп.

Ход выполнения:

7. Освоение лекционного материала по теме
8. Выполнить задание

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

3.2. МДК 01.01 Проектирование зданий и сооружений.

Практическое занятие № 1.

Тема: Определение диагностических признаков минералов

Цель: сформировать умение определять минералы и горные породы по наиболее ярко выраженным диагностическим признакам; продолжить формирование умения работы с табличными данными, картами атласа и трафаретами

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

ИНСТРУКЦИЯ
по определению характерных диагностических признаков минералов и горных пород

1. **Цвет минерала**

Важный диагностический признак. По зелёному цвету определяют малахит, по красному – киноварь, по жёлтому – пирит и т.д. Характерный серый цвет у магнетита и графита (пишет на бумаге); красный железняк (гематит) имеет красноватое напыление, пачкающее руки.

2. **Цвет черты**

Для определения цвета черты (порошка) проводят черту на шероховатой поверхности фарфоровой пластинки. Цвет черты может отличаться от цвета образца.

3. **Блеск**

Способность минерала отражать свет. Металлический; Стеклянный (неметаллический);
Шелковистый (волокнистые минералы); Жирный блеск и другие виды.

4. Прозрачность

Способность минерала полностью поглощать, отражать или пропускать световые лучи. Виды: прозрачный, полупрозрачный, непрозрачный.

5. Твёрдость

Степень сопротивления минералов царапанью. Для того чтобы определить твёрдость минерала на исследуемом образце проводят царапину ногтем, гвоздем или напильником; или минералом царапают медную монету или стекло. По наличию царапины на минерале или медной монете, стекле определяют балл твердости:

Карандаш – твёрдость 1;
Ноготь – твёрдость 2-2,5;
Медная монета – твёрдость 3;
Гвоздь – твёрдость 4;
Стекло – твёрдость 5-5,5;
Напильник, стальной нож – твёрдость 6.

6. Спайность

Способность минералов раскалываться с образованием ровных и гладких плоскостей.
Совершенная (минералы расщепляются пальцами);
Средняя степень спайности (ступенчатые поверхности);
Несовершенная (изредка видны остатки плоскости);
Весьма несовершенная (спайность нельзя обнаружить).

7. Магнитные свойства

Минералом медленно, круговыми движениями проводят по компасу, и магнитная стрелка реагирует на это.

Ход выполнения:

9. Освоение лекционного материала по теме
10. Выполнить задание

Задание 1. С помощью раздаточного материала, определите названия минералов и горных пород в коллекции. Для этого воспользуйтесь инструкцией. Практическую работу оформите в виде таблицы.

Наиболее распространенные горные породы и минералы

Название	Характерные признаки	Применение в строительной практике

Зарисовать в тетрадь по трафарету контур ХМАО и с использованием условных обозначений, отметить размещение полезных ископаемых на ее территории. Для этого воспользуйтесь картой атласа «Геологическое строение и полезные ископаемые ХМАО».

Письменно ответьте на вопрос: к какой группе горных пород относятся песок, глина, гравий, известняк; природный газ, нефть, торф, бурый уголь?

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 2.

Тема: Определение магматических, осадочных, метаморфических горных пород по образцам

Цель: научиться определять и описывать горные породы разного происхождения; устанавливать связи между происхождением горных пород и их свойствами

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Свойства	**Магматические**	**Метаморфические**	**Осадочные**
Структура (размеры слагающих породу обломков или минеральных зёрен).	Может быть любой: крупнозернистой, среднезернистой, мелкозернистой.	Отдельные зёрна увидеть бывает трудно, но у крупнозернистого мрамора и кварцита можно); чаще – мелкозернистая.	Обломки могут быть любыми, чаще мелкозернистая (частицы не выделяются невооружённым взглядом).
Кристаллическая или землистая?	Кристаллическая (на солнечном свете блестит).	Кристаллическая, (иногда кристаллы в виде пластин, как у слюды или в виде волокон, как у асбеста).	Землистая, не кристаллическая (на солнце не блестит).
Текстура (строение породы) выбери подходящее: массивная; слоистая; волокнистая.	Массивная (равномернозернистая, без особых рисунков).	Встречаются все из перечисленных.	Массивная, слоистая; (у сыпучих - песок, гравий, галька – текстуры нет).
Твёрдость – твёрдая или мягкая?	Твердая.	Твёрдая.	Мягкая.
Особые свойства (наблюдаются ли остатки организмов, плотная или рыхлая горная порода, сыпучая.)	Остатки организмов не наблюдаются, плотная.	Иногда наблюдаются в мраморизованных известняках, плотная.	В органических есть признаки остатков древних организмов (отпечатки, следы движения и др.), плотная; рыхлая; сыпучая.

Структура (от латинского – строение) – совокупность признаков строения горной породы, обусловленных размерами, формой и взаимоотношениями ее составных частей.

Текстура горных пород (от латинского – ткань, сплетение) – строение горных пород, обусловленное ориентировкой и распределением ее составных частей.

Твердость – способность противостоять внешнему механическому воздействию. Твердость определяется по эталонам шкалы Мооса методом царапания: 1 - тальк, 2 - гипс, 3 – кальцит, 4 –

флюорит, 5 – апатит, 6 – ортоклаз, 7 – кварц, 8 – топаз, 9 – корунд, 10 – алмаз. При определении твердости также пользуются ногтем (твердость 2,5), острием ножа (тв. 5,5), металлом (игла) (тв. 5,5), более твердые предметы встречаются редко. Для точного определения твердости используют склерометры и твердометры.

Группа №1: мрамор, базальт, известняк
Группа № 2: кварцит, гранит, известняк
Группа №3: мрамор, гранит, известняк
Группа №4: мрамор, гранит, известняк
Группа №5: мрамор, базальт, известняк

Ход выполнения:

11. Освоение лекционного материала по теме
12. Выполнить задание

Задание 1. Определение горных пород коллекции, включающей 3 образца:

Определитель горных пород

<table>
<tr><td>Пестрые тяжелые породы, состоящие из прилегающих друг к другу кристаллов, хорошо различимых на глаз</td><td>Черные или темно-серые плотные породы; кристаллы на глаз неразличимы</td><td>Пористые породы, состоящие из остатков организмов</td><td>Белые или очень светлые серые (розоватые, голубоватые) породы, состоящие из одного минерала</td><td>Породы, состоящие из сыпучих или скрепленных между собой мелких обломков минералов</td><td>Светлая, на вид землистая порода, растирается пальцами в тонкий порошок</td></tr>
<tr><td>Порода сероватого, красноватого или зеленоватого цвета с вкраплениями кристалликов черного и белого цвета - гранит</td><td>Плотная тяжелая порода, иногда видны мелкие полости и пустоты. Твердая: царапает стеклянную пластинку – базальт.</td><td>Светлая порода, состоящая из скелетов мелких морских организмов. Если капнуть соляной кислотой, «шипит», так как растворяется с выделением углекислого газа - известняк</td><td>Бесцветная прозрачная (или белая, сероватая, буроватая – из-за примесей) порода. Растворяется в воде, имеет соленый вкус – каменная соль.</td><td>Сыпучая порода, состоящая из обломков минералов размером 0,1-2 мм - песок</td><td rowspan="2">Порода легко впитывает воду и становится при этом пластичной. Если скатать смоченный водой образец в жгут (шнур), из него можно сделать кольцо - глина</td></tr>
<tr><td>Порода чаще всего сероватого или розового цвета; наблюдается чередование разноцветных прослоек из разных минералов – гнейс.</td><td>Легкая, мягкая; не царапает стекло; на матовой стороне фарфоровой пластинки оставляет черную или бурую полосу - уголь</td><td>Бурая или черная рыхлая порода, состоящая из неполностью перегнивших остатков растений - торф</td><td>Белая (серая, красноватая) порода, состоящая из мелких зернышек минералов. Если капнуть соляной кислотой, шипит, т.к. растворяется с выделением углекислого газа - мрамор</td><td>Плотная твердая порода, состоящая из скрепленных обломков минералов размером 0,1-2 мм - песчаник</td></tr>
</table>

Задание №2. Описание горных пород:

Исследовать свойства предложенных горных пород используя Приложение №2, результаты исследования записать в таблицу

Структура	Текстура	Твердость	Особые свойства	Название горной породы	Происхождение (осадочная, магматическая, метаморфическая)

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 3.

Тема: Построение геоморфологического и геологического разрезов

Цель: сформировать умение построения комплексного физико-географического профиля на основе изучения карт атласа

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Комплексный физико-географический профиль - графическое изображение ландшафта по заданной линии.

На профиль наносятся по возможности все компоненты природного комплекса.

Оформление графических работ с легендами по каждому компоненту следует выполнять на миллиметровке размером не менее 300 х 400мм.

1. Изучить все рекомендованные для построения профиля карты: физическую (или гипсометрическую), тектоническую, геологическую, карту четвертичных отложений, климатическую, почвенную, растительности, карту природных зон и биологических ресурсов, физико-географического районирования территории, а также материалы буровых скважин.

2. Подбор масштабов. Горизонтальный и вертикальный масштабы профиля подбираются в соответствии с наличием используемых карт, размеров бумаги, а главное - характера рельефа по заданной линии. Необходимо подобрать такое соотношение горизонтального и вертикального масштабов, чтобы линия профиля отразила действительный характер рельефа изображаемой местности и не была бы слишком резкой или слишком ровной. При горизонтальном масштабе профиля 1:5 000 000 (в 1см 50 км) или 1:10 000 000 (в 1см 100 км), вертикальный наиболее удобен - 1:20 000 (в 1 см 200 м). При построении геологии и тектоники (ниже нулевой горизонтали) вертикальный масштаб нужно брать: в 1см 500 м или в 1см 1000 м.

3. Построить орогидрографический профиль по избранному направлению. Профиль должен быть построен в середине листа (место внизу для подробной легенды).

На листе миллиметровой бумаги строятся две взаимно перпендикулярные линии - горизонтальная ось профиля (соответствующая длине заданной линии на «арте в определенном масштабе) и вертикальная. Вертикальная линия проводится вблизи левого края бумаги и на ней наносится шкала высот.

Вначале следует установить по гипсометрической карте направление профиля и определить, какие основные географические объекты пересекает линия профиля, где на линии профиля находится самые большие и самые низкие высоты (возвышенности и низменности), какие речные системы озера и водохранилища он пересекает.

На горизонтальной оси откладываются расстояния между точками, образованными пересечением горизонталей с линией направления профиля. Из отмеченных точек на горизонтальной оси восстанавливаются перпендикуляры до указанной для каждой точки высоты. Полученные точки соединяются линией, изображающей рельеф в вертикальном разрезе.

Над полученной орографической линией надписываются все крупные возвышенности, низменности, реки, озера. Надписи орографических элементов наносят над линией профиля (на расстояния 4-5см) в горизонтальном направлении. В вертикальном направлении над профилем (на расстоянии 2-3см) наносят надписи рек, озер, вершин, проставляют отметки абсолютных высот.

Все надписи на профиле делать аккуратно и с таким расчетом, чтобы они не мешали остальной части профиля, так как ниже полученной линии рельефа заполняется геологическая часть профиля, а выше - наносятся почвы, растительный покров, животный мир и климатические данные.

4. Нанести на орогидрографический профиль тектонические структуры и дочетвертичные породы.

Данные о докембрийском рельефе необходимо взять с тектонической карты (изолинии глубин залегания фундамента). В нескольких пунктах в горизонтальном направлении отметить глубину залегания докембрийского фундамента. На профиле от каждой точки опустить вниз перпендикуляры до соответствующей ему глубины. Концы перпендикуляров соединить плавной кривой (красного цвета). Ниже этой линии разреза фундамента написать названия тектонических элементов (щиты, антиклизы, синеклизы и др.). При работе следует использовать геологические профили и данные буровых скважин по линиям избранных профилей.

Между линиями орографического профиля и докембрийского фундамента наносят осадочные толщи, лежащие на фундаменте. Границы осадочных толщ в пределах каждого тектонического элемента следует брать с геологической карты путем засечек границ распространения тех или иных пород и взятые расстояния показывать в горизонтальном масштабе профиля. Полученные расстояния наносят на горизонтальную ось профиля и обозначают возраст пород индексами геологической карты.

Границы распространения пород различного возраста переносят на линию орографического профиля. Материалы о глубине залегания разновозрастных пород осадочного чехла платформы содержатся на геологических профилях.

После подбора всех данных по осадочному чехлу платформы показывают залегание осадочных пластов в пределах каждой геоструктуры, при этом учитывают направление падения поверхности докембрийского фундамента, возраст пластов и их залегание на поверхности и в пределах буровых скважин. Каждый пласт (по возрасту) закрашивают согласно легенде геологической карты.

В условных знаках профиля поместить «геологию», показав в нем все знаки, связанные с геологическим строением, возраст пород дать в хронологической последовательности.

5. Нанести на профиль полезные ископаемые. Общепринятыми условными знаками полезные ископаемые наносятся в геологическую часть профиля в те слои, в которых они залегают.

6. Нанести на профиль следующие климатические данные: основные типы воздушных масс (схематично); годовое количество осадков и испаряемости; среднеянварские и среднеиюльские температуры; показатели увлажнения (коэффициент увлажнения или индекс сухости, среднюю годовую разность осадков и испаряемости). Климатические данные на профиле показывают различными способами.

Типы воздушных масс можно надписать буквами (например: кВУШ, мАВ и т.д.) или врезками - диаграммами.

Величины годового количества осадков можно изобразить над линией орографического профиля полосой, различно окрашенной соответственно окраске климатической карты, или дать в виде графика, показывающего толщину слоя выпадающих осадков на территории, по которой проходит профиль. Для этого над линией профиля на расстоянии 20-25см проводят горизонтальную и вертикальную (справа) оси. На вертикальную ось вниз наносят шкалу осадков (масштаб в 1см 100мм), а вверх шкалу испаряемости. От горизонтальной оси вниз в избранном масштабе из определенных пунктов откладывают вертикальными линиями сумму годовых осадков. Концы этих перпендикуляров соединяют. Полученная кривая отражает изменение осадков по линии профиля, кроме того, она наглядно показывает годовую сумму осадков в каждом пункте профиля.

Годовые величины испаряемости (в мм) показывают так же, как и осадки, но только выше горизонтальной оси климатического графика. Можно показать величину испаряемости и красной линией на слое, изображающем осадки.

Показатели увлажнения можно надписать цифрами или в виде кривой линии. (Это будет удачно для средней годовой разности осадков и испаряемости, так как она дана в мм). Выделить на

профиле области избыточного, достаточного и недостаточного увлажнения. Их можно показать на профиле бледным цветовым фоном (три цвета) в пределах климатических графиков или надписать.

Температуры воздуха можно изобразить по-разному. С левой стороны от горизонтальной оси климатического профиля на вертикальную ось наносят шкалу температур (в 1см 10°С), Температуры воздуха изображают в виде столбиковой диаграммы в определенных пунктах. Диаграммы должны быть построены в избранном масштабе, различной окраски (положительные температуры - красным цветом, а отрицательные - синим).

Температуры можно показать и графиком, где красной линией обозначить изменение среднеиюльских температур, а синей — среднеянварских. При этом методе изображения отчетливо видны изменения температуры по профилю и амплитуды температур в различных пунктах профиля.

В условных знаках профиля поместить раздел «Климатические показатели».

7. Почвенная часть профиля. На орографическую линию профиля наносятся почвы по соответствующим почвенным картам. Для этого над линией рельефа проводится узкая полоса (3-4мм), точно копирующая все изгибы земной поверхности. На эту полосу в соответствии с особенностями рельефа наносятся основные зональные типы почв, которые раскрашиваются согласно легенде почвенной карты. Кроме цветового изображения почв, можно дать несколько почвенных разрезов зональных типов, поместив эти колонки ниже главной линии или в легенде профиля. В условных знаках в разделе «Почвы» поместите типы почв в зональной последовательности.

8. Провести анализ карт растительности по линии профиля (геоботанической, лесов и ареалов типичных древесных пород: хвойных - ели, сосны, лиственницы, пихты, кедра; широколиственных - дуба, липы, клена, бука, граба и др.). Нанести на профиль границы зональных типов растительности над линией почв. В легенде надписать в пределах каждого типа растительности основные виды, а также виды, внесенные в Красные книги (примеры).

9. На профиле над зональными типами растительности показать основные виды и места расселения редких и ценных животных.

10. Произвести физико-географическое районирование по линии профиля и выделить следующие ступени районирования: отрезки природных зон и подзон, учитывая соотношение тепла и влаги, а также растительность.

Все выделенные единицы надписать согласно легенде карты физико-географического районирования в верхней части профиля.

11. Дайте анализ построенного физико-географического профиля.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Постройте комплексный физико-географический профиль через территорию России или ХМАО по одному из указанных ниже направлений. К профилю приложить краткую пояснительную записку.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 4.

Тема: Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки

Цель: сформировать представления о различных типах подземных вод по условиям их залегания, умения определять физические свойства воды, делать выводы на основе анализа и брать ответственность за принятое решение

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

ИНСТРУКЦИЯ

по определению качества образцов воды на основе физических признаков

Ход выполнения:

1.Освоение лекционного материала по теме

2. Выполнить задание

Задача 1.

Определите прозрачность образцов воды, используя следующую шкалу оценки:

— прозрачная вода;

— слабо опалесцирующая (млечная белизна с радужным отливом);

— слабо мутная;

— мутная;

— очень мутная.

Прозрачность воды обусловливается ее цветом и мутностью, т. е. содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ.

Задача 2.

Определите количество взвешенных веществ в воде.

Воду взболтайте и пропустите через бумажный фильтр. После этого бумажный фильтр анализируйте на количество осевших частиц.

Задача 3.

Определение цвета 3-х образцов воды.

Профильтруйте через бумажный фильтр исследуемый образец воды. Налейте воду в цилиндр (не менее 40 мл) и определите цвет ее над листом чистой белой бумаги.

Задача 4.

Определение характера и интенсивности запаха воды.

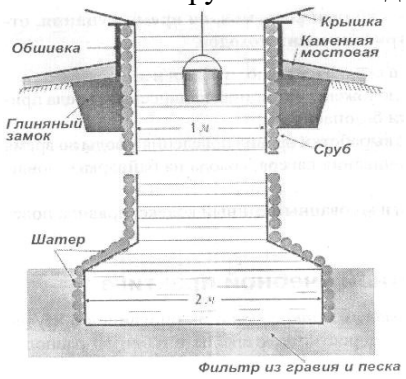
В колбу налейте 100 мл воды. Закройте и нагрейте до 40—50°С. После этого колбу встряхните, производя вращательное движение и определите обонянием характер и интенсивность запаха.

Запах качественно характеризуется как: *болотистый, затхлый, гнилостный, хлорный, землистый, лекарственный и* т. д.

Шкала интенсивности запаха

Интенсивность	Балл	Характеристика запаха
Никакого	0	запах не ощущается
Очень слабый	1	запах обнаруживаем только опытным наблюдателем, а вы его не чувствуете
Слабый	2	запах обнаруживается только тогда, когда на него кто-то обратит ваше внимание
Заметный	3	запах, который вы сразу же замечаете
Отчетливый	4	запах, обращающий на себя внимание, заставляющий отказаться от питья
Очень сильный	5	запах настолько сильный, что вода для питья не пригодна

Задача 5. По приведённому рисунку, объясните назначение каждого элемента конструкции обыкновенного срубового колодца с шатром, имеющего донное питание.



Ход выполнения:

Задание 1. Заполните таблицу на основе решения задач и анализа дополнительного материала.

Типы подземных вод и их характеристика

Название воды	Условия залегания	Прозрач-ность	Кол-во взвешенного вещества	Цвет воды	Интенсив-ность запаха	Использо-вание
Верховодка						
Грунтовые воды						
Межпластовые (артезианские) воды						

Зарисуйте общую схему типов подземных вод. Проанализируйте задачу 5 и оформите выводы в тетрадь. Сделайте общие выводы по работе.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 5.

Тема: Ознакомление со структурой и пороками древесины

Цель: ознакомиться со структурой и пороками древесины

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Наличие пороков в древесине определяет качество, сортность лесоматериалов, поэтому умение быстро распознавать и правильно учитывать различные отклонения от нормального строения натуральной и обработанной древесины имеет большое значение для работников лесного комплекса.

Классификация и методы учета пороков древесины строго регламентируются ГОСТом – одним из важнейших документов, широко используемых в практике. В нем сформулированы требования к качеству сырья и изделий, отраженные в многочисленных стандартах и технических условиях на отдельные виды продукции лесной и деревообрабатывающей промышленности. Важную роль играет стандартизация пороков древесины и в международной торговле лесными товарами, поэтому в действующем с 1988 года ГОСТе 2140-81 «Видимые пороки древесины» были полностью учтены соответствующие стандарты Международной организации по стандартизации (ИСО).

Действующий ГОСТ 2140-88 охватывает широкую номенклатуру пороков, которые разделены на группы и разновидности.

Группы пороков древесины

Пороками древесины называют различные отклонения от нормы (природной или условной), существенно изменяющие качество древесины и ограничивающие ее использование. Учет пороков является основой определения качества древесины, но представляет собой очень трудоемкий процесс. Трудности определения пороков связаны с тем, что их очень много, и что древесина имеет многоцелевое назначение и то, что как продукт биологического происхождения отличается исключительной неоднородностью своих свойств и структуры.

Один и тот же порок в одних случаях недопустим, в других снижает только сортность, а в третьих или совсем не имеет значения, или даже становится желательным: например, свилеватость, наросты. Здоровые сучки в рудничной стойке не учитываются, в деках музыкальных инструментов недопустимы.

Особенно трудно определять скрытые пороки (ядровые гнили, ненормальные окраски, сучки и т. д.) большинство пороков круглого леса являются скрытыми.

Согласно ГОСТа 2140-81 «Видимые пороки древесины» все пороки древесины делятся на 9 групп, в каждую из групп входят несколько видов пороков и их разновидностей. Первая группа пороков: 1 – сучки; 2. – трещины; 3 – пороки формы ствола; 4 – пороки строения древесины; 5 – химические окраски; 6 – грибные поражения; 7 – биологические повреждения; 8 – инородные включения, механические повреждения и пороки обработки; 9 – покоробленность.

Часть пороков присуща только древесине круглых сортиментов и являются их сортообразующими, часть только для пилопродукции, а некоторые встречаются у всех групп сортиментов.
Первая группа пороков – сучки. Сучки представляют собой часть ветви, заключенной в древесине ствола.
Сучки на круглом лесоматериале делятся по степени зарастания на две разновидности: открытые, т. е. выходящие на боковую поверхность сортимента, и заросшие, обнаруживаемые по вздутиям и другим следам зарастания на боковой поверхности. Заросшие сучки образуют скрытую сучковатость ствола, обычно в нижней, комлевой части.
На пилопродукции сучки делятся: по форме разреза на сортименте; по положению в сортименте; по взаимному расположению; по степени срастания с древесиной; по состоянию древесины сучка; по выходу на поверхность.
Влияние пороков на качество древесины. Сучки оказывают отрицательное влияние на качество древесины. Повышенная их плотность в сочетании с вызванным сучками искривлением годичных слоев в присучковой зоне нарушает однородность древесины и ухудшает ее механические свойства. Наличие сучков затрудняет механическую обработку древесины.
Приводят к увеличению расхода древесины в связи с созданием необходимого запаса прочности, а так же уменьшают процент выхода деловых сортиментов.
Влияние сучков на качество древесины и степени понижения ее сортности зависит от назначения и размеров сортимента, вида сучка. Наибольшее отрицательное влияние сучки оказывают на прочность древесины при растяжении вдоль волокон. При статическом изгибе наиболее отрицательное влияние сучки оказывают в растянутой зоне, в сжатой зоне влияние сучков значительно меньше.
При общем ухудшении внешнего вида древесины, в отдельных случаях сучки способствуют повышению качества древесины как отделочного материала. Мутовчатое расположение сучков при умелом подборе позволяет получить особый декоративный эффект при отделке мебели и интерьеров.
Вторая группа пророков – трещины представляют собой разрыв древесины вдоль волокон, которые образуются под действием внутренних напряжений, присущих каждому растущему дереву и в срубленной древесине под влиянием внешней среды, если эти напряжения превышают предел прочности на разрыв поперек волокон.
По типу трещины в круглом лесоматериале делятся на: метиковые, отлупные, морозные, появляющиеся в растущем дереве, и трещины усушки, возникающие в срубленной древесине.
На пилопродукции в зависимости от расположения трещины делятся на торцовые и боковые. Среди боковых трещин в пиленых сортиментах различают пластевые и кромочные.
Влияние трещин на качество древесины. Трещины нарушают целостность материала, снижают прочность древесины и уменьшают процентный выход деловых сортиментов.
Третья группа пороков – пороки формы ствола. К ним относятся: сбежистость, закомелистость, кривизна – простая и сложная, наросты, овальность.
Четвертая группа пороков – пороки строения древесины. К этой группе пороков относятся: наклон волокон, свилеватость, завиток, крень, тяговая древесина, ложное ядро, внутренняя заболонь, пятнистость – тангенциальная, радиальная, прожилки, сердцевина, смещенная сердцевина, двойная сердцевина, пасынок, глазки, сухобокость, прорость, рак, засмолок, кармашек, водослой.
Пятая группа пороков – химические окраски. Равномерное поверхностное (глубиной 1-5 мм) окрашивание свежесрубленной и сплавной древесины. Происходит без участия грибов, причиной их являются химические и биохимические процессы. В большинстве случаев окисление дубильных веществ или их реакции с железом.
К химическим окраскам относится продубина – окраска красновато-коричневая или синевато-бурая, у пород, кора которых богата дубильными веществами.
Желтизна – возникает у хвойных пиломатериалов, выпиленных из сплавной древесины при ее интенсивной сушке в виде сплошной глубиной до 3 мм лимонно-желтой окраски заболони. Бывает светлая и темная.

Не влияет на физико-механические свойства древесины, изменяет цвет, блеск, ухудшает внешний вид.

Шестая группа пороков – грибные поражения. Одним из существенных недостатков древесины является ее подверженность гниению под действием грибов. Грибы относятся к простейшим растительным организмам, в которых нет хлорофилла и которые не могут синтезировать органические вещества, а используют готовые, находящиеся внутри полостей клеток и в клеточных стенках древесины. Грибы размножаются спорами, типа семян микроскопического размера, различных по строению и цвету. Попадая на древесину при благоприятных условиях споры прорастают и образуют тело гриба, состоящие из длинных микроскопических нитей, называемых гифами.

Гифы вырабатывают ферменты, которые превращают целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин в вещества, растворимые в воде и усвояемые грибами.

По характеру воздействия на древесину грибы делятся на деревоокрашивающие и дереворазрушающие.

Деревоокрашивающие (и плесневые) грибы питаются внутренним содержимым полостей клеток, почти не разрушая клеточных стенок. Они вызывают только изменения цвета древесины.

Дереворазрушающие грибы питаются содержимым полостей клеток и веществами стенки клетки, образуют гниль и разрушают клеточные стенки.

Различают три стадии гниения. В начальной или первой стадии изменяется цвет древесины, прочность практически не изменяется.

Во второй стадии наблюдается изменение структуры и снижение прочности. В третьей стадии древесина полностью утрачивает свою структуру, прочность и твердость.

Типы гниения древесины:

- коррозионный – грибы разлагают в большей степени лигнин и в меньшей целлюлозу. В пораженной древесине появляются белые пятна целлюлозы, которые затем превращаются в пустоты в виде ямочек. Образуется пестрая ситовая гниль, характерная для центральной части хвойных и ядровых лиственных пород;
- деструктивный – при этом гниении грибы поражают преимущественно целлюлозу. Клеточные стенки растворяются, в древесине появляются трещины вдоль и поперек волокон. Гниль приобретает бурую окраску становится трухлявой и легко растирается в порошок. В конечной стадии образует бурую трещиноватую гниль, характерную для всех пород;
- коррозионно-деструктивный - встречается в древесине лиственных пород, иногда у хвойных и относится к переходным типам. При этом гниении одновременно разрушается целлюлоза и лигнин. Появляются светлые желтоватые выцветы, с темными линиями, по внешнему виду напоминает мрамор и в конечной стадии образует белую волокнистую гниль.

Седьмая группа пороков – биологические повреждения. Повреждения древесины насекомыми: жуки (усачи, златки, короеды, пилильщики), рогохвостки (древесинные осы), бабочки, термиты и т. д. На поверхности лесоматериалов круглые или овальные отверстия, бороздки или канавки (червоточина).

Повреждения древесины паразитными растениями (омела, ремнецветные) в виде отверстий в результате их жизнедеятельности.

Повреждения птицами – в виде небольших отверстий, которые представляют собой наклевы птиц (дятел) или дупло.

Червоточина, в зависимости от ее размера и количества нарушает целостность древесины и при большом количестве резко снижает ее механические свойства.

Биологические повреждения нарушают целостность древесины, увеличивают количество отходов при распиловке и лущении.

Восьмая группа пороков – инородные включения, механические повреждения и пороки обработки. Это особая группа пороков древесины, возникающая при внедрении в древесину инородного тела (камень, гвоздь, металлический осколок и т. д.).

Механические повреждения – это обугливание древесины, обдир коры, кара, скос пропила и т. д.

Пороки обработки – риски на поверхности древесины, волнистость, ворсистость, мшистость, вырыв, задир, царапины и т. д.

Пороки этой группы возникают при некачественной подготовке режущего инструмента, неправильной работы человека. Эти пороки снижают стойкость заготовленных лесоматериалов к загниванию и растрескиванию (обдир коры), затрудняют использование сортиментов по назначению и увеличивают количество отходов.

Девятая группа пороков – покоробленность. Изменение формы сортимента, возникающего при выпиловке, сушке или хранении.

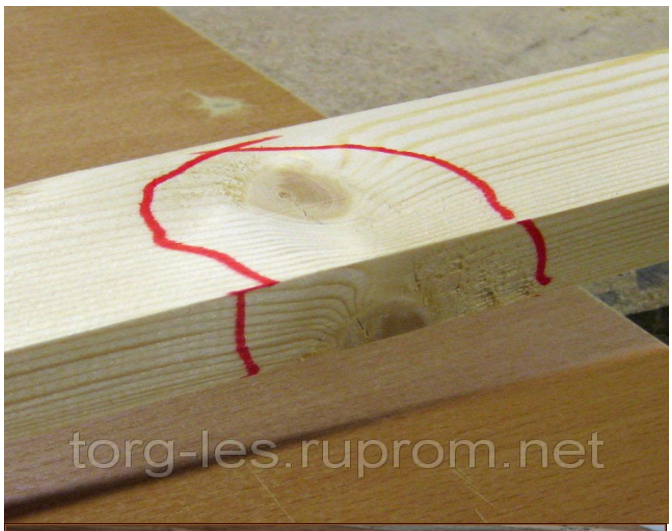
Причиной покоробленности являются внутренние напряжения в растущем дереве, наличие в древесине наклона волокон, креневой и тяговой древесине, а также анизотропия усушки.

Покоробленность затрудняет, а иногда полностью исключает возможность использования сортиментов по назначению.

Разновидности пороков и способы их учета описаны в ГОСТе 2140-81 «Видимые пороки древесины».















Ход выполнения:

3. Освоение лекционного материала по теме
4. Выполнить задание

Задание 1. Изучить лекционный материал
Задание 2. Изучить основные виды и разновидности пороков древесины (ГОСТ 2140-81).
Задание 3. Ознакомиться со способами их измерения (ГОСТ 2140-81).
Задание 4. Осмотреть образцы древесины с наличием пороков древесины (Пиложение1).
Задание 5. Определить виды и разновидности данных пороков.
Задание 6. Измерить пороки на образцах.
Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 6.

Тема: Ознакомление со строительными смесями и листовыми материалами на основе гипсовых вяжущих
Цель: научиться определять различные виды вяжущих по внешним признакам

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Осмотреть образцы коллекции, прочитать надписи на этикетках и по возможности запомнить вещество по внешнему виду, цвету и состоянию.

2. Поместить образцы в чашки. Изучить образцы гипса, извести и цемента.

3. Путем сравнения материалов с образцами коллекции определить вид и наименование вяжущего, запомнить внешние признаки.

4. Изучить образцы материалов по внешним признакам (, обратив внимание на цвет, состояние (твердое, сыпучее, жидкое), тонкость помола (на ощупь), запах и прочее.

4. От каждого вяжущего, подлежащего исследованию взять около 20 г., поместить в чашку и залить водой около 30мл. После вскипания определить, какой из материалов гасится водой.

*5.*Результаты наблюдений записать в таблицу.

Таблица результатов.

Номер образца	Внешние признаки			Взаимодействие с водой		
	Цвет	Запах	Состояние	Тонкость помола (на ощупь)	Гасится или не гасится	Время запустевания или потери пластичности
1						
2						
3						

Ход выполнения:

5. Освоение лекционного материала по теме
6. Выполнить задание

Задание 1. Ответить на вопросы

1.Гипс относится к:

□ Минеральным вяжущим
□ Органическим вяжущим
□ Синтетическим вяжущим

2.Марку портландцемента определяют по пределу прочности на …

□ изгиб
□ растягивание
□ сдвиг
□ сжатие
□ кручение

3.Назовите вяжущие, способные поглощать влагу из воздуха.

□ Глина
□ Портландцемент
□ Известь
□ Гипс

4.Какое вяжущие вещество при твердении увеличивается в объеме?

□ Глина
□ Портландцемент
□ Известь
□ Гипс

5.Назовите вяжущие вещества, которые можно применять без заполнителя?

□ Глина
□ Портландцемент
□ Известь

□ Гипс

1.Назовите недостатки гипсовых вяжущих.

2.На какие виды подразделяется негашеная известь в зависимости от времени её гашения?

3. Назовите основные виды цементов по их прочности при твердении. Укажите марки этих цементов.

4.Как изменяется объем портландцемента при воздушном твердении?

5.Почему известь называют гидравлической?

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 7.

Тема: Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками кровельных гидроизоляционных материалов

Цель: ознакомление с разновидностями современных кровельных и гидроизолирующих материалов

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Качество рулонных кровельных материалов оценивается по ГОСТ 30547-97 “Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия” по следующим показателям.

• разрывная сила при растяжении полоски материалы шириной 5см, Н.

• относительное удлинение при разрыве, %.

• гибкость на брусе R = 25мм – для основных и R=5мм – для безопасных, □.

• теплостойкость, не менее 2ч, □.

• водопоглощаемость через 72ч, %.

• водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течении 1ч.

Методика определения этих показателей проводится по ГОСТ 2678 – 94.

Основным свойством рулонных кровельных материалов является водонепроницаемость, которая обеспечивается только при условии отсутствия трещин и разрывов материала. Поэтому важными показателями будут прочность на разрыв и гибкость.

К основным кровельным и гидроизоляционным рулонным материалам относятся смотри таблицу.

Технические характеристики кровельных рулонных и гидроизоляционных материалов.

Характеристика	Материалы										
	К	Г	Г	Г	Г	К	Г	К	К	Г	Г
	Рубероид	Бикрост	Гидростеклоизол	Изоэласт	Техноэласт	Вестопласт	Фольгизол	Элон	Кровлелон	Изол	Эпикром
Вид вяжущего вещества-.	Битум	Битум	Резинобитумное	Битум+СБС	Битум+СБС	Битум+АПП	Резинобитумное	СКЭПТ	ПВХ	Резинобитумное	СКЭПТ
Армирующая основа.	Картон	Стеклоткань	Стеклоткань	Стеклоткань, полиэфирная основа	Стекло, холст, полиэф. основа	Стеклотка, полиэфирная основа	Алюминиевая фольга	Полиэфирная основа	Полиэфирная основа	Безосновный	Безосновный
Разрывная сила растяж.	220-340	960	750	360-600	670-780	670-780	750	6-8**	12**	…	720
Относительное удлинение при разрыве.	-	10-12	23	2-25	40-50	-	-	250-300	160	60	396
Гибкость на брусе R=25мм.	5	5	0	-25*	-15*	-15*	-20	-55	-50	-20	-65*

Характеристика	Материалы										
	Рубероид	Бикрост	Гидростекло изол	Изоэласт	Техноэласт	Вестопласт	Фольг изол	Элон	Кровле лон	Изол	Эпикром
Теплостойкость, не менее 2ч	80	80	65	90	100	130	80	120-130	120	-	-
Водопоглощаемость через 72ч, %.	2	0,5	0,53	1,5	-	-	0,6	0,1-0,5	1	1	0,15
Водопроницаемость при давлении 0,001 МПа, ч.	72	72	72	-	72	72	-	-	-	-	-
Размеры: длины, ширина, толщина. М.	10-20 1,0-1,05 …	10 1,0 3,5	10 0,85-1,15 4-6	10 1,0 3,0-3,3	3 1,0 5,0-5,5	… … …	10 0,96-1,025	… 1,0-1,6 1,4	… 1,0-1,6 1,4	10-12 0,8-1,0 2	25 1,15-1,3 1,2-1,8
Срок службы, годы.	10	15	15	25	15-30	25	…	28	20	…	20

Ход выполнения:

7. Освоение лекционного материала по теме
8. Выполнить задание

Задание 1. Основные требования к материалам.

Задание 2. Технические характеристики кровельных рулонных и гидроизоляционных материалов.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 8.

Тема: Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками теплоизоляционных материалов

Цель: изучить свойства и методы определения теплоизоляционных материалов

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1.Определение средней плотности.

А) Органические материалы (ДСП, пенопласт)

Б) Неорганические материалы (Мин. Вата, вермикулит)

2. Марка теплоизоляционных материалов.

ДСП – получают прессованием опилок, древесной стружки, щипы.

Пенопласт = из полимер полистирол + пена (конифольное мыло, животный клей)

Мин. Вата = расплавление природных вулканических шлаков при t = 1400 ℃

Вермикулит = нагревание слюды, увеличивается в 15 раз.

2. Определение средней плотности.

Оборудование: весы, линейка, образцы.

Материал	Среднее значение			Объём образца, V, $см^3$	Масса образца, m, г.	Средняя плотность, Ро, $г/см^3$
	Длина, см.	Ширина, см.	Высота, см.			
ДСП						
Пенопласт						
Мин. Вата						
Вермикулит						

ДСП: V = a*b*h

Пенопласт: V = a*b*h

Мин. вата: V = a*b*h

Ро = m/V

2. Марки.

Материал	Средняя плотность,	Марки
ДСП		
Пенопласт		
Мин. вата		
Вермикулит		

3.Технико-экономические показатели.

Показатели	ДСП	Пенопласт	Мин. вата	Вермикулит
Плотность, кг/м³				
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа, не менее				
Предел прочность при изгибе, МПа, не менее				
Теплопроводность в сухом состоянии при 20-30 °С, Вт/мхк, не более				
Время самостоятельного горения плит ПСБ-С, сек, не более				
Влажность плит, отгружаемых потребителю, %, не более				
Водопоглощение за 24 часа, %, по объёму не более				

Ход выполнения:

9. Освоение лекционного материала по теме
10. Выполнить задание

Задание 1. Определение средней плотности.

Задание 2. Марка теплоизоляционных материалов.

Задание 3. Физико-механические свойства материалов.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 9.

Тема: Вычерчивание конструктивной системы гражданского здания

Цель: проектирование конструктивной схемы здания с несущими стенами

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Координационная ось – условная линия в плане, определяющая местоположение вертикальных элементов. Координационные оси наносят на изображение здания, сооружения тонкими штрихпунктирными линиями, обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита в кружках Ø7-10 мм (в соответствии с рисунком 1). Последовательность обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.

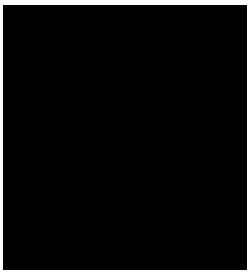


Рисунок 1 - Правила оформления координационных осей

Правила привязки стен

Привязка – это расположение конструктивного элемента относительно координационной оси.

Привязка должна обеспечивать минимальное опирание плиты перекрытия.

Привязка наружных несущих стен:

Внутренняя грань стены смещается с координационной оси на 120 мм (в соответствии с рисунком 2).



Рисунок 2- Привязка наружных несущих стен

Привязка наружных самонесущих стен:

Внутренняя грань стены совпадает с координационной осью («нулевая привязка») (в соответствии с рисунком 3).

Рисунок 3 - Привязка наружных самонесущих стен

Привязка внутренних стен:

Координационная ось совпадает с геометрической осью («осевая привязка») (в соответствии с рисунком 4).



Рисунок 4 - Привязка внутренних стен

Ход выполнения:

11. Освоение лекционного материала по теме
12. Выполнить задание

Задание 1. ***Задание:*** На основании исходных данных вычертить конструктивную схему здания с несущими стенами [redacted], [redacted].

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 10.

Тема: Определение глубины заложения фундамента

Цель: научиться определять глубину заложения фундаментов.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример: Запроктировать ленточный фундамент под наружную стену крупноблочного жилого дома, возводимого в г.Уфе. Здание имеет подвал с отметкой пола подвала 2,5м. Расчетная температура

воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, равна 15^0С. Уровень подземных вод находится на отметке -6,4м. Грунты – суглинок I_L=0,3, e=0,5. Расчетная нагрузка N_{O11}=580 кН/м

Решение:

1.Определим глубину заложения фундамента, учитывая климатические условия на строительной площадке. Для этого по карте СНиП «Строительная климатогоия» находим, что нормативная глубина промерзания для Уфы составляет 180 см. По таблице 1.1. находим значение коэффициента k_h=0,5. Глубина сезонного промерзания по формуле 1.1:

$d_f = k_h d_{fn}$ =0,5x1,8=0,9м.

2. Определим глубину заложения фундаментов отапливаемых сооружений по условиям недопущения морозного пучения грунтов для наружных фундаментов (от уровня планировки). Глубина заложения фундаментов в зависимости от глубины расположения уровня подземных вод d_w, м, по таблице 1.2:

d_w=6,4<d_f+2=2,9м.

Следовательно глубина заложения фундаментов назначается не менее d_f

3.В соответствии с конструктивными требованиями при глубине пола в подвале на отметке 2,5м примем толщину пола в подвале 0,1м, а расстояние от низа конструкции пола в подвале до подошвы фундамента назначим равным 0,4м, имея ввиду, что высота типового блока подушки составит 0,3м, тогда глубина заложения подошвы фундамента от спланированной отметки земли будет равен:

2,5+0,1+0,4=3,0м

4. По таблице СП 50-101-2004 определяем условное расчетное сопротивления грунта R_0=0,28МПа.

5. По формуле 1.3 определяем ориентировочную площадь подошвы фундамента:

$A = \frac{N_{II}}{R_0 - \gamma d}$ =0,58/(0,28-0,02*3)=2,64м^2

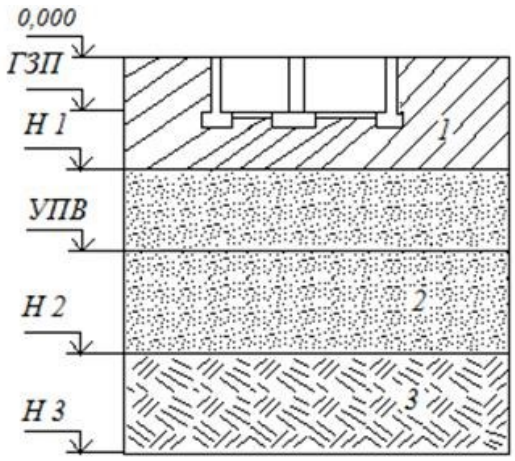
6. Для ленточного фундамента расчет выполняется на 1 п.м. длины фундамента, поэтому ширину подошвы находим по формуле b=A/1=2,64/1=2,64м.

7.Конструкцию фундамента назначаем из монолитной подушки шириной 2,7м толщиной 0,3м и стены из четырех фундаментных блоков шириной 60 см.

Ход выполнения:

13. Освоение лекционного материала по теме
14. Выполнить задание

Задание 1. Предложите конструкцию, глубину заложения и площадь подошвы фундамента для Вашего кирпичного здания размерами в плане 14,7*54,5м, расположенного в столице региона соответствующего номеру Вашего варианта, обоснуйте ее применение.



Вариант	Глубина заложения подвала, м.	Уровень подземных вод, м	Характеристики грунта	Расчетная нагрузка N_{O11}, кН/м
1	1,1	-5,1	Слой1 Н1= -2,7м суглинок I_L=0,3, е=0,5, γ_{II}=0,02МН/м^3, $\varphi=32^0$, c_{11}=8,4КПа, Е=15МПа слой 2 Н2= -7,1м Супесь пластичная I_L=0,57, е=0,63, γ_{II}=0,0196МН/м^3, γ_{sII}=0,0272МН/м^3 $\varphi=24^0$, c_{11}=12КПа, Е= 16МПа Слой 3 Н3=-11,1м глина полутвердая I_L=0,21, е=0,78, γ_{II}=0,02МН/м^3, γ_{sII}=0,0273МН/м^3 $\varphi=16^0$, c_{11}=2,5КПа, Е= 12МПа	
2	1,2	-5,6	Слой1 Н1= -3,7м суглинок I_L=0,31, е=0,45, γ_{II}=0,021МН/м^3, $\varphi=31^0$, c_{11}=8,5КПа, Е=14,5МПа слой 2 Н2= -6,1м Супесь пластичная I_L=0,56, е=0,64, γ_{II}=0,0194МН/м^3, γ_{sII}=0,0271МН/м^3 $\varphi=23^0$, c_{11}=11КПа, Е= 16МПа Слой 3 Н3=-12,1м глина полутвердая I_L=0,20, е=0,79, γ_{II}=0,02МН/м^3, γ_{sII}=0,0275МН/м^3 $\varphi=15^0$, c_{11}=2,6КПа, Е= 13МПа	
3	1,3	-5,8	Слой1 Н1= -1,7м суглинок I_L=0,29, е=0,49, γ_{II}=0,02МН/м^3, $\varphi=30^0$, c_{11}=8,3КПа, Е=15,5МПа слой 2 Н2= -5,1м Супесь пластичная I_L=0,58, е=0,64, γ_{II}=0,0198МН/м^3, γ_{sII}=0,0273МН/м^3 $\varphi=23^0$, c_{11}=12,5КПа, Е= 16,5МПа Слой 3 Н3=-12,9м глина полутвердая I_L=0,20, е=0,79, γ_{II}=0,0199МН/м^3, γ_{sII}=0,027МН/м^3 $\varphi=14^0$, c_{11}=2,7КПа, Е= 14МПа	
4	1,4	-6,5	Слой1 Н1= -2,7м суглинок I_L=0,3, е=0,5, γ_{II}=0,02МН/м^3, $\varphi=32^0$, c_{11}=8,4КПа, Е=15МПа слой 2 Н2= -7,1м Супесь пластичная I_L=0,57, е=0,63, γ_{II}=0,0196МН/м^3, γ_{sII}=0,0272МН/м^3 $\varphi=24^0$, c_{11}=12КПа, Е= 16МПа Слой 3 Н3=-11,9м глина полутвердая I_L=0,21, е=0,78, γ_{II}=0,02МН/м^3, γ_{sII}=0,0273МН/м^3 $\varphi=16^0$, c_{11}=2,5КПа, Е= 12МПа	
5	1,5	-6,8	Слой1 Н1= -3,7м суглинок I_L=0,31, е=0,45, γ_{II}=0,021МН/м^3, $\varphi=31^0$, c_{11}=8,5КПа, Е=14,5МПа слой 2 Н2=- 6,1м Супесь пластичная I_L=0,56, е=0,64, γ_{II}=0,0194МН/м^3, γ_{sII}=0,0271МН/м^3 $\varphi=23^0$, c_{11}=11КПа, Е= 16МПа Слой 3 Н3=-11,9м глина полутвердая I_L=0,20, е=0,79, γ_{II}=0,02МН/м^3, γ_{sII}=0,0275МН/м^3 $\varphi=15^0$, c_{11}=2,6КПа, Е= 13МПа	

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 11.

Тема: Вычерчивание схемы расположения фундаментов

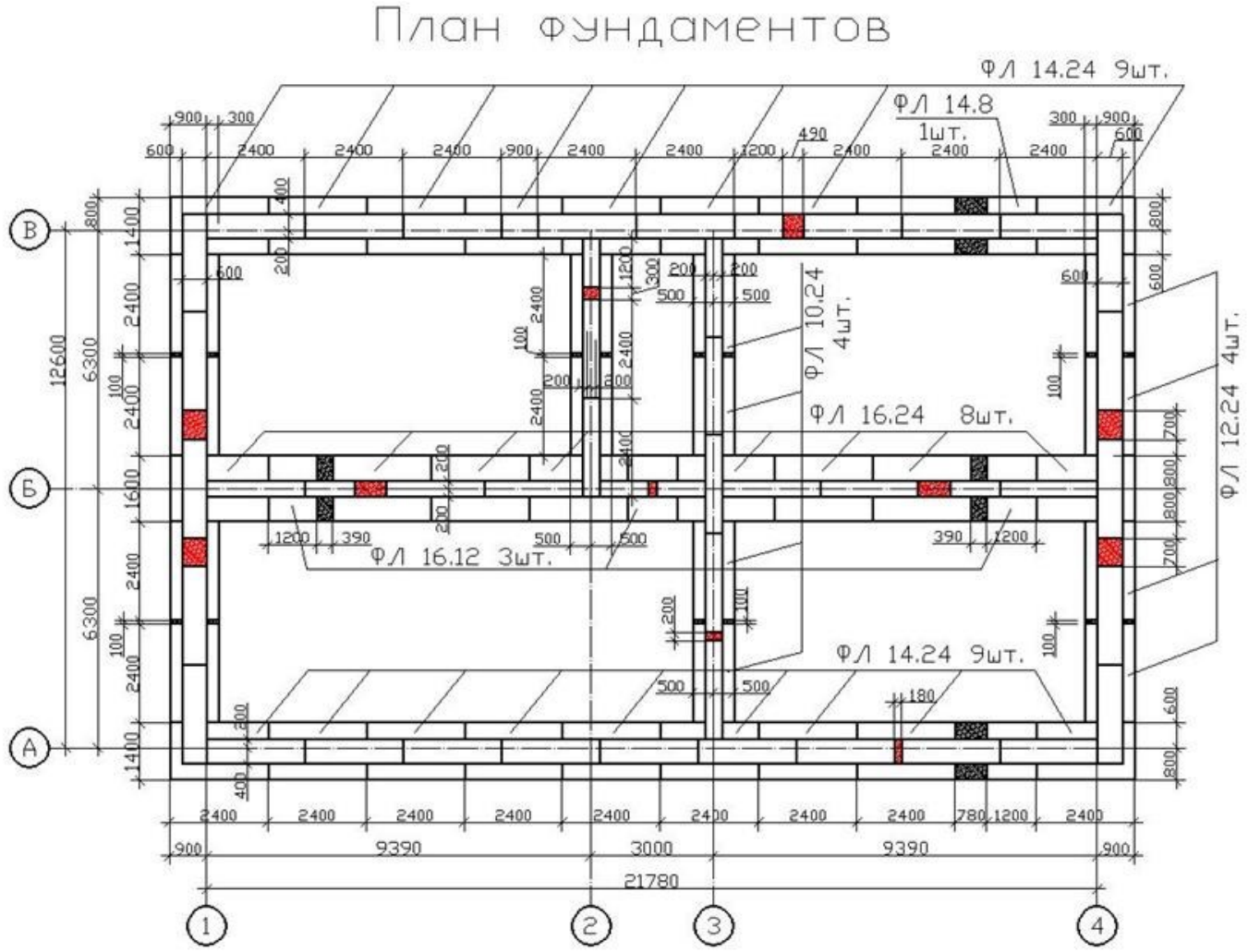
Цель: научиться конструировать схемы расположения фундаментов

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. тонкими штрихпунктирными линиями нанести все координационные оси здания;
2. выполнить маркировку осей в кружках диаметром 8мм и на расстоянии 4мм от размерной линии, слева буквами русского алфавита, снизу - арабскими цифрами;

3. с учетом привязки несущих стен по плану практической работы №3 определить привязку фундаментных плит к координационным осям;
4. тонкими линиями вычертить контуры фундаментных плит, сначала по осям несущих стен, затем по осям самонесущих стен;
5. определить привязку стеновых фундаментных блоков или цокольных панелей (стен подвала) к координационным осям;
6. тонкими линиями вычертить контуры стен подвала;
7. нанести привязки к координационным осям фундаментных плит по каждой координационной оси;
8. нанести позиции и размеры образовавшихся монолитных участков;
9. написать марки фундаментных плит и стен подвала из стеновых фундаментных блоков или цокольных панелей;
10. нанести размеры (длину или ширину фундаментных плит) на расстоянии 14мм от границы изображения, между соседними осями - на расстоянии 7 мм от первой размерной линии и между крайними осями - на расстоянии 7 мм от второй размерной линии.
11. обвести контуры фундаментов толстыми сплошными линиями (0,5-0,7мм);
12. показать условным обозначением место предполагаемого сечения фундаментов;
13. заполнить основную надпись.



Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Определить размеры ленточного фундамента под кирпичную стену и сконструировать сетку по подошве фундамента, используя данные практической работы № 10
Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 12.

Тема: Выполнение теплотехнического расчёта ограждающих конструкций
Цель: научиться выполнять теплотехнический расчёт ограждающих конструкций
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
1. Из СНиПов выписываем следующие данные для расчёта:
Район строительства – г. Новочеркасск;
Зона влажности – сухая;
Назначение здания – жилой дом;
Влажностный режим помещения – нормальный;
Условия эксплуатации – А;

Расчётная зимняя температура, равная температуре наиболее холодной пятидневки $t_н$ = - 22ºС;
Средняя температура отопительного периода-1,1ºС;
Относительная влажность воздуха: 60%;

Коэффициент теплоотдачи для внутренних стен $\alpha_в$ =8,7 Вт/м²×ºС;

Коэффициент теплоотдачи для наружных стен в зимних условиях $\alpha_н$ =8,7 Вт/м²×ºС;
Коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху П=1;
Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающих конструкций $\Delta t_н$ =4 ºС;
2. Согласно заданию стена состоит из керамического пустотелого кирпича плотностью ρ=1400 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе с оштукатуриванием внутренней поверхности известково-песчаным раствором толщиной δ_2 =0,02 м.

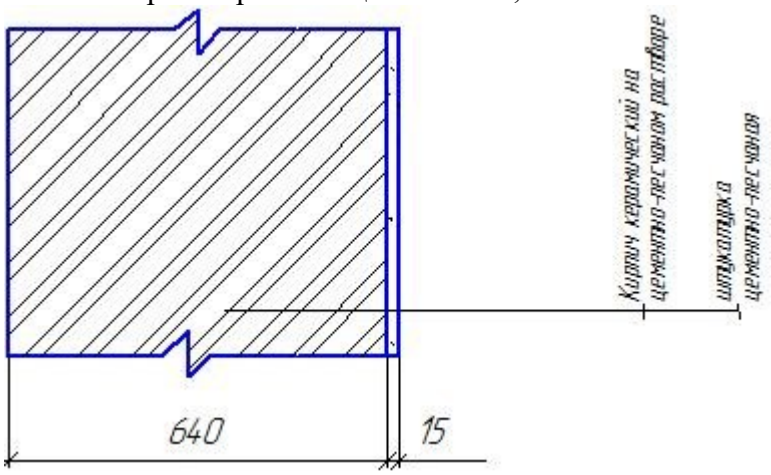


Рис. 1. Схема наружной стены

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче

$$R^{тр}_0 = \frac{(t_в - t_н)n}{\Delta t^н \times \alpha_в} = \frac{18-(-22)\times 1}{4\times 8{,}7} = 1{,}15 \frac{м^2 \times {}^0C}{Вт}$$

3. Определяем минимальную толщину стены δ , исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий, приравнивая фактическое сопротивление теплопередаче всех слоев стены требуемому сопротивлению.

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_н} = R^{тр}{}_o$$

$$\delta_1 = \left[R^{тр}{}_o - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_н} \right] \times \lambda_1 = \left[1{,}15 - \frac{1}{8{,}7} - \frac{0{,}02}{0{,}81} - \frac{1}{2{,}3} \right] \times 0{,}64 = 0{,}61$$

Отсюда м,

где λ_1 и λ_2 - коэффициент теплопроводности соответственно кирпичной кладки стены и штукатурки. Таким образом, из санитарно-гигиенических и комфортных условий толщину стены принимаем 0,64 м (в 2,5 кирпича).

4. Для определения толщины стены из условий энергосбережения подсчитываем градусосутки отопительного периода (ГСОП).

ГСОП= $\left(t_в - t_{от.пер.}\right) \times Z_{от.пер.}$

где Z – продолжительность суток со среднесуточной температурой воздуха меньше или равной +8ºС - 175 сут. (СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»)

ГСОП= $[18 - (-1{,}1)] \times 175 = 3342{,}5$ ºС×сут.

Определяем методом интерполяции из СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника».

ГСОП $R^{тр}{}_{о2}, \frac{м^2 \times^0 C}{Вт}$

2,1 2,8

Сопротивление теплопередаче для ГСОП

2,8-2,1=0,7

4000-2000=2000

0,7:2000=0,00035

ГСОП=3342,5-2000=1342,5

0,00035×1342,5=0,47

$R^{тр}{}_{о2}$ =2,1+0,47=2,57 $\frac{м^2 \times^0 C}{Вт}$

5. Определяем толщину стены по энергосбережению

$$\delta_1 = \left[R^{тр}{}_o - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_н} \right] \times \lambda_1 = \left[2{,}57 - \frac{1}{8{,}7} - \frac{0{,}02}{0{,}81} - \frac{1}{2{,}3} \right] \times 0{,}64 = 1{,}52$$

м

Таким образом, толщина стены по энергосбережению должна быть в 2,4 раза больше рассчитанной из санитарно-гигиенических и комфортных условий, что повлечет за собой увеличение нагрузки на фундаменты в несколько раз.

6. С целью уменьшения толщины стены принимаем взамен сплошной кладки трехслойный вариант с утеплителем (колодцевая кладка). Кладка наружного слоя ведется под расшивку.

Кирпичная кладка из обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе ρ=1800 кг/м³ λ=0,70 Вт/м²×ºС	Утеплитель газобетон ρ=400 кг/м³ λ=0,15 Вт/м²×ºС	Кирпичная кладка из обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе ρ=1800 кг/м³ λ=0,70 Вт/м²×ºС	Известково-песчаный раствор δ=20мм ρ=1700 кг/м³ λ=0,70 Вт/м²×ºС.

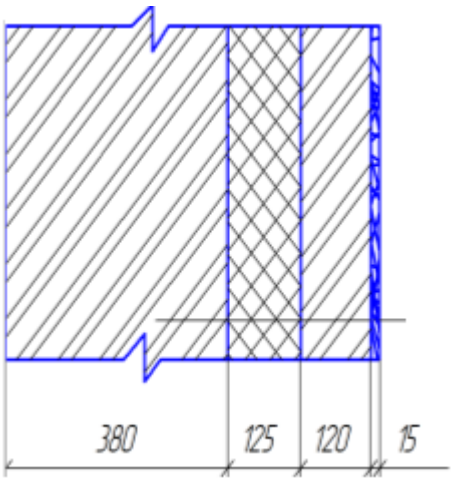


Рис.2. Схема наружной стены неоднородной кладки с утеплителем.

Определяем толщину δ_2 :

$$\delta_2 = \left[R^{mp}{}_o - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta}{\lambda_3} - \frac{\delta}{\lambda_4} - \frac{1}{\lambda_н}\right] \times \lambda_2 = \left[2{,}57 - \frac{1}{8{,}7} - \frac{0{,}12}{0{,}81} - \frac{0{,}12}{0{,}81} - \frac{0{,}02}{0{,}81} - \frac{1}{2{,}3}\right] \times 0{,}15 = 0{,}308м$$

где λ_1 и λ_3 =0,81 Вт/м²×ºС - коэффициенты теплопроводности кирпичной кладки;

λ_4 =0,81 Вт/м²×ºС – коэффициент теплопроводности известково-песчаного раствора.

7. Общая толщина стены без штукатурки составит:

$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$ =0,12+0,31+0,12=0,55 м

8. Полученная толщина стены не кратна стандартной 0,64 м (2,5 кирпича), поэтому принимаем δ =0,64 м и уточняем требуемую толщину утеплителя:

$\delta_2 = \delta - (\delta_1 + \delta_3)$ =0,64-(0,12+0,12)=0,4 м

Окончательно принимаем толщину наружной стены 640 мм (2,5 кирпича).

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Определить толщину ограждающей конструкции кирпичной стены на основании требований строительной теплотехники в городе Черемхово

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 13.

Тема: Вычерчивание схемы расположения плит перекрытия

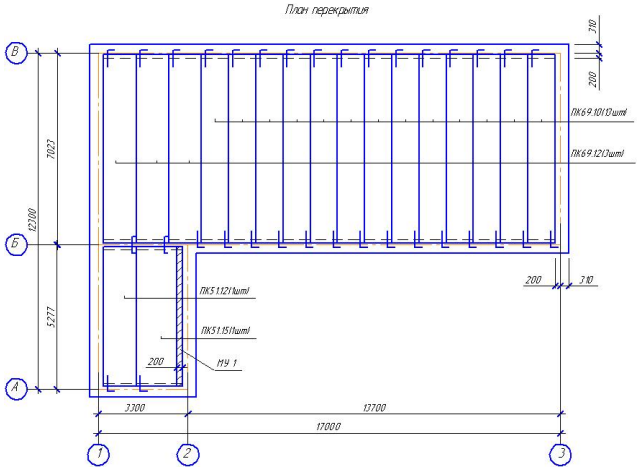
Цель: ознакомление с конструктивными решениями, создающими единый горизонтальный диск перекрытия на примере варианта несущих конструкций перекрытия из железобетонных плит с круглыми пустотами

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Наносят сетку модульных осей. При плитных перекрытиях привязывают внутреннюю грань наружных стен к осям на расстоянии 100-120мм.
2. Раскладку плит перекрытия производят, используя номенклатуру плит: длиной (l) = 2,4-:-7,2 м через 300 мм, шириной (b) = 1,0; 1,2; 1,5; 1,8 м.
3. Следует стремиться к минимизации числа типоразмеров раскладываемых сборных элементов.

4. Нанести размеры образовавшихся монолитных участков с присвоением образовавшейся ширины.
5. Проставить на чертеже наименование, количество плит.
6. Обозначить анкеровку плит.
7. Проставить все размерные линии с нанесением расстояний между координационными осями.
8. Выполнить обводку изображения. Контуры плит перекрытия обвести сплошными, основными линиями (0,5 мм), стены наружные – сплошными, тонкими, внутренние – пунктиром, тонкими.
9. Подписать изображение.



Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить схему расположения плит перекрытия для жилого кирпичного здания в размерах 12х18 м.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 14.

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

Цель: научиться подбирать перемычки в кирпичных стенах, оформлять ведомость и спецификацию перемычек.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

***Пример*:** подобрать перемычки над оконным проемом в наружной несущей стене толщиной 640 мм, ширина проема В = 1800 мм.

Порядок работы:

Определяем количество перемычек

[redacted]

Определяем требуемую длину перемычек. Так как стена несущая, то требуются ненесущие перемычки и одна несущая (усиленная):

[redacted]

Подбираем марку ненесущих перемычек – 2ПБ22-3
(серия 1.038.1-1 вып.1).

[redacted]

Подбираем марку несущих перемычек – 3ПБ25-8
(серия 1.038.1-1 вып.1).

Маркировка перемычек 3ПБ25-8
3 – номер сечения

ПБ – перемычка брусковая
25 – длина, дм

8 – номинальная нагрузка, [redacted]
Заполняем ведомость перемычек (в соответствии с рисунком 14) и спецификацию перемычек (в соответствии с рисунком 15)

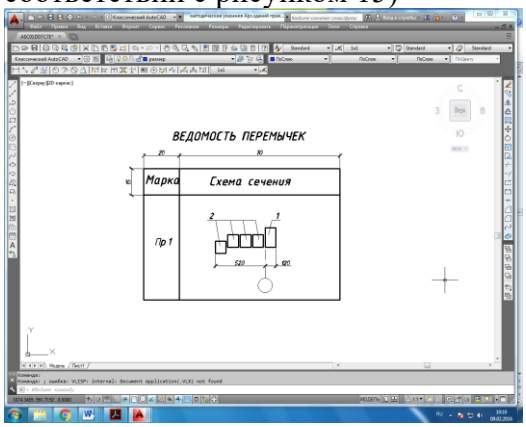


Рисунок 14 – Пример заполнения ведомости перемычек


Рисунок 15 – Пример заполнения спецификация перемычек

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Подобрать перемычки над оконными проемами в наружной несущей стене, толщиной 640мм, в наружной самонесущей стене, толщиной 640 мм, во внутренней несущей стене, толщиной 380мм и перегородке, толщиной 120мм.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 15.

Тема: Конструирование и расчёт лестницы, лестничной клетки

Цель: определение размеров элементов лестницы и габаритов лестничной клетки; научить расчёту выбора количества ступеней в лестничных маршах; объяснить правила построения лестниц.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Определение размеров элементов двухмаршевой лестницы и габаритов лестничной клетки при высоте этажа согласно варианту. Уклон лестничного марша принимаем 1:2 или 1:1,75

2. В соответствии с уклоном марша назначаются размеры ступеней 300-270 мм, а подступенка 140-280 мм. Ширина ступени считается без валика, который служит для удобства постановки ноги, несколько увеличивая ширину ступени сверх расчётной.

3. Высота одного марша $H/2 = \frac{3300}{2} = 1650$ мм

4. Число подступенков. на этаж (n) = $\frac{1650}{150} = 11$

5. Число ступеней в марше на единицу меньше расчетного числа подступенков из-за включения верхней фризовой проступи в плоскость (глубину) лестничной площадкиn - 1 = 11 - 1 = 10.

6. Длина горизонтальной проекции марша (заложение) – (a) = 300(n-1)=3000мм

7. Ширина лестничной клетки (B) = b + S + b = 1050 + 100 + 1050 = =2200мм, где S – зазор между лестничными маршами для пропуска пожарных рукавов,Sпринимается 100-200 мм,b-ширина одного марша.

8. Длина лестничной клетки L = c_1 + a + c_2 = 1300 + 3000 + 1300 = 5600мм, где a – заложение лестницы, c_1и c_2–глубина (ширина) принимается не менее ширины марша и не менее 1,2 м.

9. Графическая разбивка профиля лестницы производится после расчёта. Число делений сетки по вертикали равно числу подъёмов, а по горизонтали – числу проступей.

10. На разрезе лестничной клетке вычерчивают уровень и ширину лестничных площадок (этажных и междуэтажных).

11. На горизонтали между площадками являющейся проекцией лестничного марша откладывают ступени, т.е. ширину проступей.

12. По вертикали отмечают высоту подступенка, вычерчивая прямоугольную сетку.

13. По сетке между лестничными площадками вычерчивают профиль лестничных маршей.

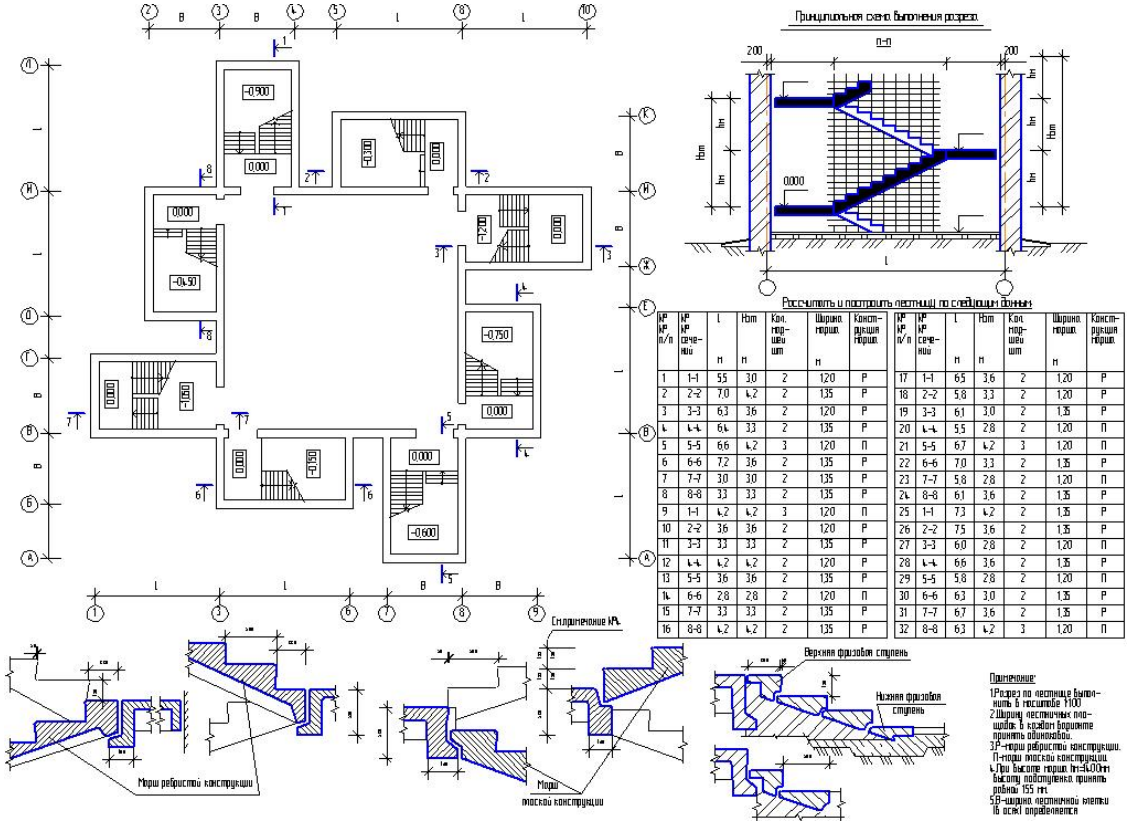
14. Уровень пола первого этажа делают выше пола входной площадке на несколько ступеней с устройством цокольного марша.

15. На плане лестничной клетки наносят её габариты: ширину, равную ширине двух лестничных маршей с зазором; длину, равную ширине двух лестничных площадок и длине горизонтальной проекции марша.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить конструирование и расчет лестницы, лестничной клетке в жилом доме.



Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 16.

Тема: Вычерчивание схемы расположения столбчатого фундамента

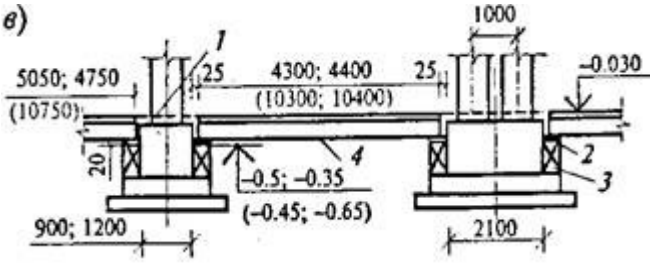
Цель: научиться разрабатывать конструктивное решение фундаментов промышленного здания; подбирать по каталогу сборные железобетонные элементы; выполнять узлы сопряжения фундаментов и фундаментных балок в промышленных зданиях.

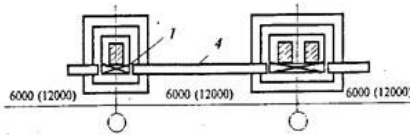
Оборудование: раздаточный материал

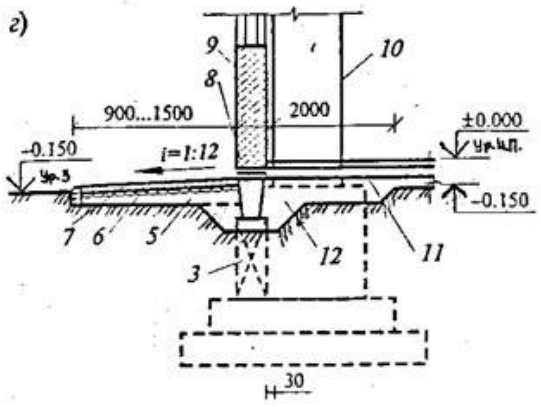
Методические указания:

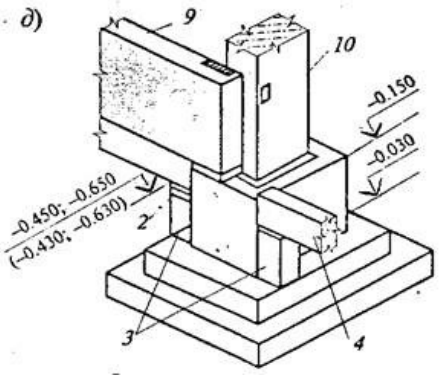
1. По варианту заданий выполнить схему расположения элементов фундаментов в масштабе 1:200.
2. Замаркировать на схеме все элементы.
3. Подобрать по каталогу сборные железобетонные элементы и составить спецификацию.
4. Выполнить узлы привязки фундаментов к координационным осям.
5. Выполнить узлы опирания фундаментной балки на фундамент промышленного здания.

лы привязки фундаментов к координационным осям.









в – то же, при шаге 12 м; *г* – опирание балок; *д* – детали фундамента наружного ряда колонн; *1* – набетонка толщиной 12 см; *2* – слой раствора толщиной 20 мм; *3* – опорный столбик; *4* – фундаментная балка; *5* – песок; *6* – щебеночная подготовка (13–15 см); *7* – асфальт (1,5–2 см); *8* – гидроизоляция; *9* – стеновая панель; *10* – колонна; *11* – подстилающий слой; *12* – шлак

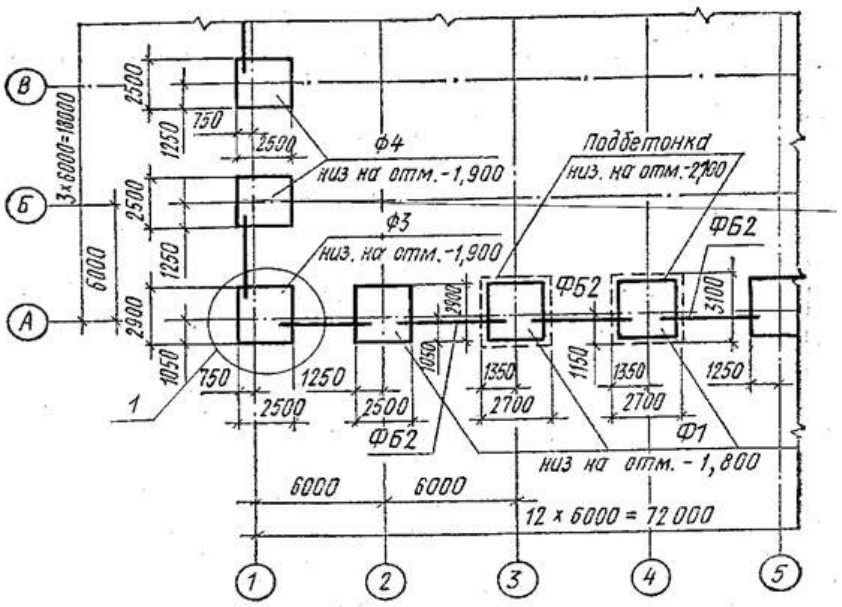
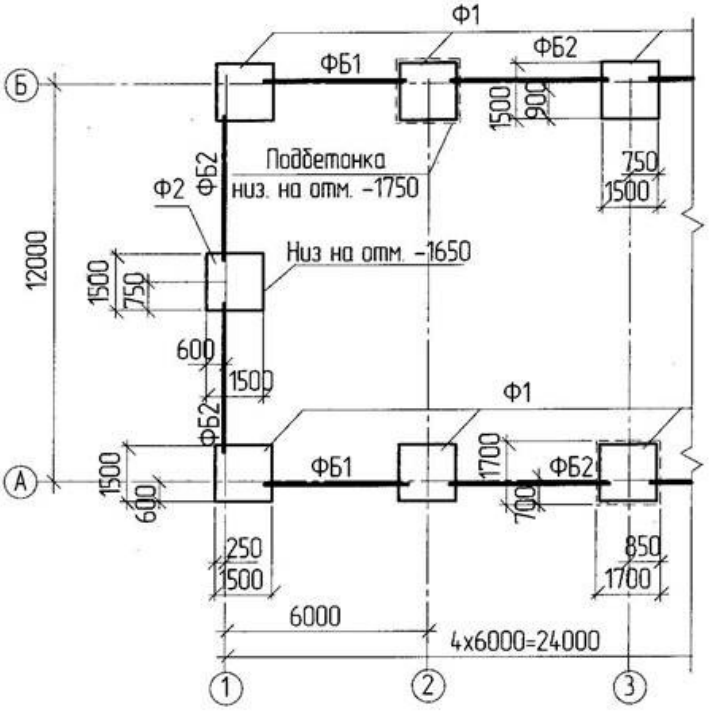
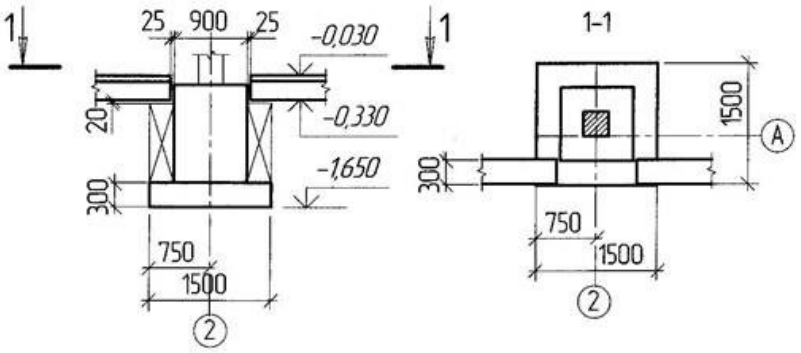


Схема расположения фундамента и фундаментных балок



Узел опирания фундаментной балки на фундамент



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса т.	Прим.
		Фундамент			
Ф1	Серия 1.412.1-6	Ф 1.1.1		4,0	1,6
Ф2	Серия 1.412.1-4	ФФ 1-1		4,0	1,6
		Балки фундаментные			
ФБ1	Серия 1.415.1 -1	2БФ6-15АШВ		0.80	0,32
ФБ2	Серия 1.415.1 -1	2БФ6-12АШВ		0,85	0,34

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По варианту заданий на практическую работу выполнить схему расположения элементов фундаментов и фундаментных балок; составить спецификацию сборных железобетонных элементов; выполнить узлы опирания фундаментных балок на фундаменты.

Вариант №№	Длина цеха L, м	Величина пролёта, м	Количество пролётов	Шаг основн. колонн крайнего ряда	Шаг колонн среднего ряда	Высота цеха	Высота фундамента	Размер подошвы фунд. крайнего ряда	То же среднего ряда	Фахверковые колонны	Стропильная конструкция	Ширина плит покрытия	Размеры проёма ворот
1						13,2	2.4	2.1х2,7	2.4х3.0	1,8х1.8	БДР		3,6х3.6
2	*96*					8,4	1,8	3,8х2,1	2,7х3,3	1,5х1,5	ФБС	1,5	4,2х4,2
3						14,4	2,7	1,8х2,1	2,1х2,7	1,5х1,5	ФС	1,5	4,8х5,4
4					-	16,8	3,0	2,7х3,3	-	1,8х1,8	ФБС	3,0	4,2х4,2
5					-	9,6	2,4	2,7х3,3	-	1,5х1,5	ФС	3,0	3,6х3,6
6						6,6	2,1	1,5х1,8	1,8х2,1	1,8х1,8	БДР	1,5	3,0х3,0
7					-	13,2	2,7	2,1х2,7	-	1,8х1,8	ФБС	1,5	4,8х5,4
8						7,8	1,8	1,8х2,1	2,1х2,7	1,5х1,5	БСД	1,5	3,0х3,0
9					-	13,2	3,0	2,1х2,7	-	1,5х1,5	ФБМ	3,0	3,6х3,6
10						16,8	2,7	2,1х2,7	2,1х2,7	1,8х1,8	ФБМ	3,0	4,2х4,2

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 17.

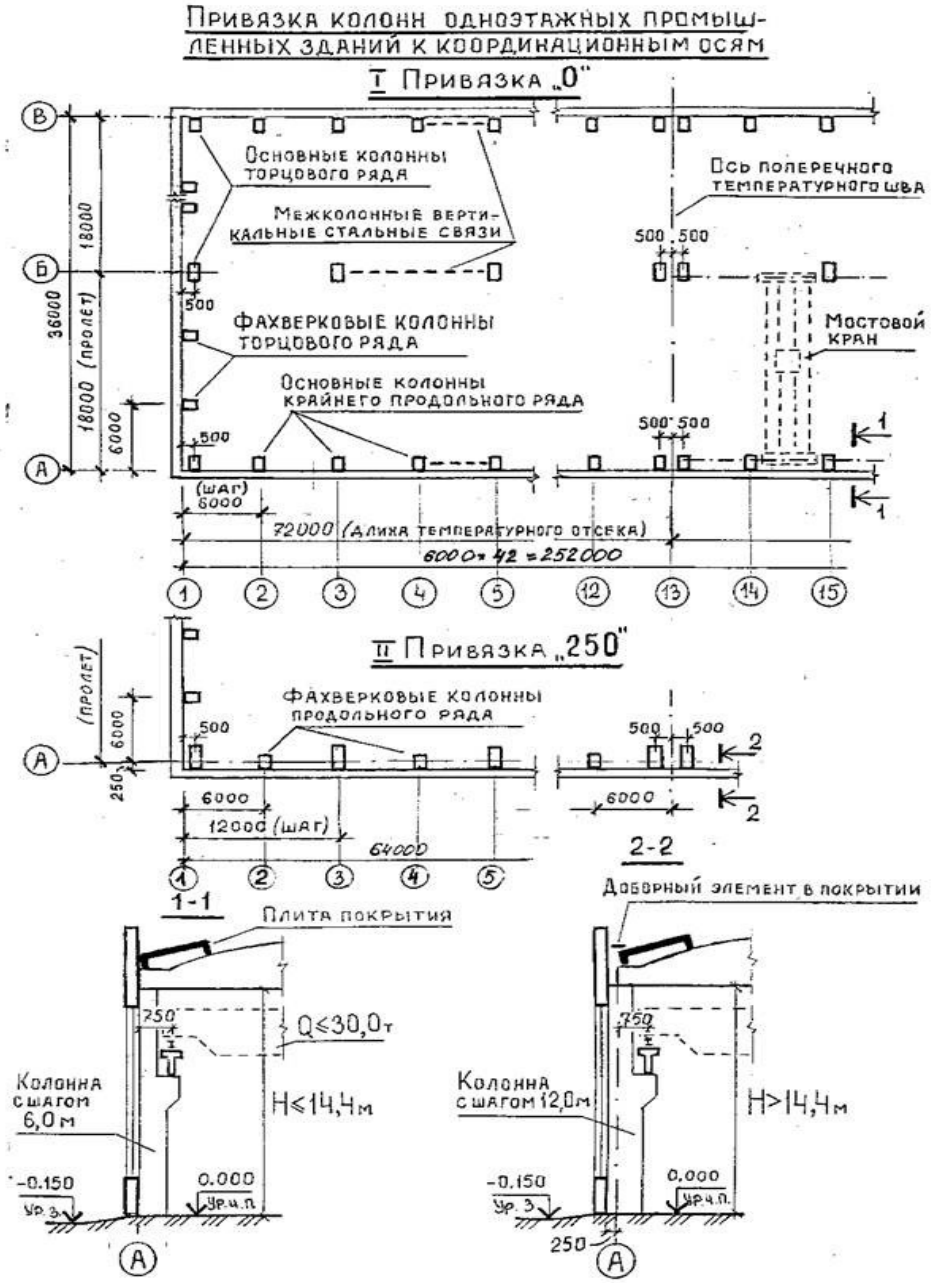
Тема: Построение плана промышленного здания с проработкой конструктивных элементов и соответствующей привязкой их к разбивочным осям

Цель: научиться выполнять фрагменты планов одноэтажного промышленного здания на основе заданных параметров; определять основные конструктивные системы одноэтажных промышленных зданий.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. По варианту заданий выбрать все необходимые данные для выполнения практических работ по промышленным зданиям.
2. Выполнить схему расположения координационных осей промышленного здания согласно варианту заданий в масштабе 1:1 00 или 1:200.
3. Обозначить места расположения колонн главного и вспомогательного каркаса.
4. Указать привязки несущих элементов к координационным осям.



Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По варианту заданий (практическая работа №16) на практическую работу вычертить конструктивную систему одноэтажного промышленного здания. Показать привязки несущих элементов к координационным осям.
Предельная длина температурного блока - 72.0м.
Шаг фахверковых колонн - 6м.
Толщина наружных стеновых панелей - 300мм.
Сечение колонн основных 400х400мм.
Сечение фахверковых колонн 300х300мм.
Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 18.

Тема: Выполнение теплотехнического расчёта ограждающих конструкций промышленного здания
Цель: научиться выполнять теплотехнический расчёт ограждающих конструкций
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Требуется определить толщину стены одноэтажного промышленного здания, возводимого в городе Чумикан. Расчёт произведён в табличной форме.
Таблица 3 – Теплотехнический расчет

$$\delta_2 = \lambda_2 \cdot \left(R_o^{тр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_н} \right) = 0{,}076 \left(1{,}9 - \frac{1}{8{,}7} - \frac{0{,}1}{0{,}29} - \frac{0{,}1}{0{,}29} - \frac{1}{23} \right) = 0{,}060$$

Принимаю δ_2 =0,041, толщина стен 0,25 м.

Наименование показателей, единицы измерения	Значения			
Условные обозна чения	δ_1	δ_2	δ_3	
1 Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_в$			
2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), °С	$t_н$	-35		-35
3 Нормируемый температурный перепад, °С	$\Delta t_н$			
4 Коэффициент теплоотдачи, $Вт/м^{2\circ}С$	$\alpha_в$	8,7	8,7	8,7
5 Коэффициент для зимних условий, $м^{2\circ}С/Вт$	$\alpha_н$			
6 Требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий,	$R_o^{тр}$	0,87	0,87	0,87
7 Градусо-сутки отопительного периода, °С сут. $ГСОП = (t_в - t_{от.пер}) \cdot Z_{от.пер}$	ГСОП			
8 Средняя t отопительного периода, °С	$t_{от.пер}$	-8,8	-8,8	-8,8
9 Продолжительность отопительного периода, сут.	$Z_{от.пер}$			
10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения	$R_o^{тр}$	0.91	0.91	0.91
11 Толщина слоя, м	δ	0,1	х	0,1
12 Расчетный коэффициент теплопроводности материала при условии эксплуатации Б, $Вт/м^{2\circ}С$	λ	1,69	0,091	1,69
13 Толщина утеплителя, м Так как $R_o^{тр} > R_o^{тр}$,то	δ_2	0,060		

$$\delta_2 = \lambda_2 \cdot \left(R_o^{тр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \ldots - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_н} \right)$$

Требуется определить толщину кровли одноэтажного промышленного здания, возводимого в городе Киеве. Конструкция кровли принята в соответствии с рисунком 12. Расчет произведен в табличной форме.

Защитный слой из гравия светлых тонов

Цементно-песчаная стяжка

Утеплитель

Пароизоляция

Ж\б плита

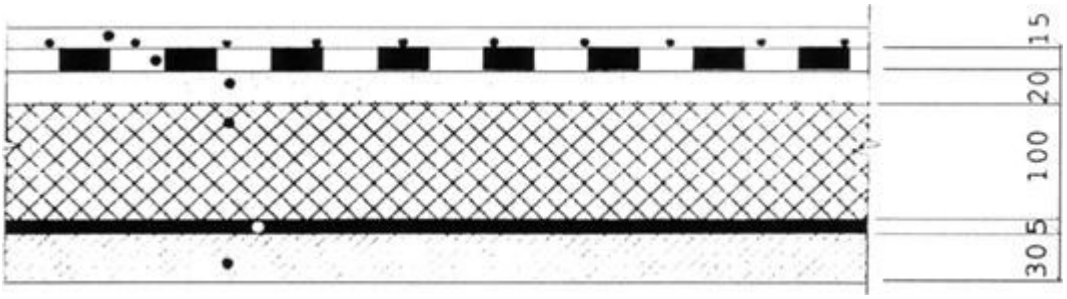


Рисунок 13 – Конструкция кровли

Таблица 4 – Теплотехнический расчет кровли

Наименование показателей, единицы измерения	Значения				
Условные обозначения	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5
1 Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_в$				
2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), °С	$t_н$	-35			
3 Нормируемый температурный перепад, °С	$\Delta t_н$				
4 Коэффициент теплоотдачи, $Вт/м^2 °С$	$\alpha_в$	8.7			
5 Коэффициент для зимних условий, $м^2 °С/Вт$	$\alpha_н$				
6 Требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий,	$R_o^{тр}$	0.87			
7 Градусо-сутки отопительного периода, °С сут. $ГСОП = (t_в - t_{от.пер}) \cdot Z_{от.пер}$	ГСОП				
8 Средняя t отопительного периода, °С	$t_{от.пер}$	-8.8			
9 Продолжительность отопительного периода, сут.	$Z_{от.пер}$				

10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения	$R_o^{тр}$	1.54				
11 Толщина слоя, м	δ	0.021	0.02 х		0.005	0.03
12 Расчетный коэффициент теплопроводности материала при условии эксплуатации Б, $Вт/м^{0}C$	λ	0.27	0.58	0.091	0.17	1.69
13 Толщина утеплителя, м Так как $R_o^{тр} > R_o^{тр}$,то $\delta_3 = \lambda_3 \cdot \left(R_o^{тр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - ... - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - \frac{1}{\alpha_н} \right)$	δ_3	0.114				

$$\delta_3 = \lambda_3 \cdot \left(R_o^{тр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{\delta_5}{\lambda_5} - \frac{1}{\alpha_н} \right) =$$

$$= 0{,}052 \left(2{,}23 - \frac{1}{23} - \frac{1}{8{,}7} - \frac{0{,}03}{1{,}92} - \frac{0{,}005}{0{,}17} - \frac{0{,}02}{0{,}76} - \frac{0{,}021}{0{,}17} \right) = 0{,}114$$

Принимаю δ_3 =0,1

6 Светотехнический расчёт. Фонари.

Площадь светопроемов технического здания определяется с помощью светотехнического расчёта. До начала расчёта необходимо определить максимально допустимые размеры окна.

$$S_{стн} = B \cdot H = 96 \cdot$$

$$S_{ок} = S_{бо} + S_{но};$$

$$S_{бо} = (B - 12) \cdot 1.2 = (96 - 12) \cdot 1.2 = 100{,}8 м^2;$$

$$S_{но} = (B - 12) \cdot x;$$

$$\frac{1}{2} B \cdot H = 1.2 \cdot (B - 12) + x \cdot (B - 12);$$

$$\frac{1}{2} \cdot 72 \cdot 10{,}8 = 1.2 \cdot (72 - 12) + x \cdot (72 - 12)$$

$$388{,}8 = 72 + x \cdot 60$$

$$x = \frac{388{,}8 - 72}{60} = 5{,}28 м$$

$$x = 4.8 м$$

Требуется определить площади, размеры и расположение оконных проёмов в промышленном задании, возводимом в г. Казань

$$S_{◊} = \frac{S_п \cdot e_N \cdot k_з \cdot \eta_б}{100 \cdot \tau_б \cdot r_◊} \cdot k_{зд};$$

где $S_п$ – площадь пола помещения;

$S_◊$ – площадь световых проемов при боковом освещении;

e_N – нормируемый коэффициент естественного освещения

$k_з$ – коэффициент запаса

$\eta_◊$ – световая характеристика окон

$\tau_б$ – общий коэффициент светопропускания

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение коэффициента естественного освещения за счет света отраженного от поверхности помещения

$k_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями =1

$$S_п = B \cdot \frac{c}{2} = 96 \cdot \frac{84}{2} = 4032\,м^2;$$

$$e_N = e_H \cdot m_N;$$

e_H – значение КЕО по табл. 1 и 2 СНиП 23-05-95*
Характеристика зрительной работы – средней точности;

Разряд зрительной работы – IV $\Rightarrow$при боковом освещении $e_H = 1.5;$

m_N – коэффициент светового климата по табл. 4 СНиП 23-05-95*

$\Rightarrow m_N = 1$

$e_N = e_H \cdot m_N = 1.5 \cdot 1 = 1,5$

$k_з$ по таблице 3 принимаем $k_з = 1.3;$

Для определения η_0:
1) находим отношение длины помещения В к его глубине с/2

$$\frac{B}{c/2} = \frac{96}{42} = 2,3;$$

2) находим отношение глубины помещения с/2 к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна х+0.4

$$\frac{c/2}{x+0.4} = \frac{39}{4,8+0.4} = 7,5;$$

Методом интерполяции получаем, что $\eta_0 = 13,84;$

$k_{зд}$ по таблице 27 СНиП II-4-79 принимаем равным 1

$k_{зд} = 1;$

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3;$

τ_1 – коэффициент светопропускания материала, определяемый по таблице 28 СНиП II-4-79: для стекла оконного листового двойного $\tau_1 = 0.8;$

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по таблице 28 СНиП II-4-79: переплеты деревянные двойные раздельные $\tau_2 = 0.6;$

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении $\tau_3 = 1;$

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 = 0.8 \cdot 0.6 \cdot 1 = 0.48;$

r_1 находим по табл. 30 СНиП II-4-79:
1) находим отношение глубины помещения с/2 к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна х+0.4

$$\frac{c/2}{x+0.4} = \frac{39}{4,8+0.4} = 7,5;$$

$\frac{B}{c/2} = \frac{96}{42} = 2,3;$ 2) находим отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения с/2, принимаем равным 1;
3) находим отношение длины помещения В к его глубине с/2
$\Rightarrow r_0 = 3.5;$

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_N \cdot k_з \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_0} \cdot k_{зд} = \frac{4032 \cdot 1,5 \cdot 1.3 \cdot 13,4 \cdot 1}{100 \cdot 0.48 \cdot 3.5} = 627,12$$

$$H_{o2} = \frac{S_0}{B - 12} = \frac{627,12}{84} = 7,46;$$

Высоту окна принимаем 6 м.
Площадь оконных проемов считается достаточной или допустимой, если выполняется следующее условие:
$e_p^\varepsilon \geq e_N;$
где e_p^ε – расчетный коэффициент естественной освещенности

$$e_p^\varepsilon = \frac{\varepsilon_\varepsilon \cdot n_0 \cdot \tau_0 \cdot \beta_0}{k_з}$$

ε_ε – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет неба, определяемый по графикам I и II
$\varepsilon_\varepsilon = 0,01 \cdot n_1 \cdot n_2$

n_1 – количество лучей по графику I
$n_1 = 1;$ номер полуокружности 23;

n_2 – количество лучей по графику II
$n_2 = 72;$
$\varepsilon_\varepsilon = 0,01 \cdot n_1 \cdot n_2 = 0.01 \cdot 1 \cdot 72 = 0.72;$
$r_0 = 3.5;$
$\tau_0 = 0.48;$
β_0 – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба по табл. 35 СНиП II-4-79:
Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью=4^0
β_0
0,46
0,52
$\beta_0 = 0.49;$
$k_з = 1.3;$

$$e_p^\varepsilon = \frac{\varepsilon_\varepsilon \cdot n_0 \cdot \tau_0 \cdot \beta_0}{k_з} = \frac{0.82 \cdot 3.5 \cdot 0.48 \cdot 0.49}{1.3} = 0.52;$$

$e_p^\varepsilon \geq e_N$ – данное условие не выполняется, следовательно, бокового освещения недостаточно.
Принимаем верхнее освещение – фонари.
В связи с тем, что бокового освещения не хватает, принимаем систему верхнего освещения – прямоугольные фонари – надстройки над проёмами в покрытиях для дополнительного освещения. Ширина фонаря при пролетах 12 и 18 м принимается 6 м, а при пролетах 24 и 30 м - ширина фонаря 12 м. Максимальная длина фонаря 84 м.

Наружная отделка: стены окрашены водоэмульсионными красками.
Внутренняя отделка: стены окрашены масляной краской на высоту 1,7м, верх стен – водоэмульсионными красками.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По варианту заданий (практическая работа №16) выполнить теплотехнический расчёт ограждающих конструкций промышленного здания в городе Черемхово.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 19.

Тема: Конструирование основных узлов сопряжения элементов железобетонного и стального каркасов промышленного здания

Цель: научиться выполнять разрез по стене одноэтажного промышленного здания, выполнять узлы крепления конструкций к элементам каркаса.

Оборудование: раздаточный материал

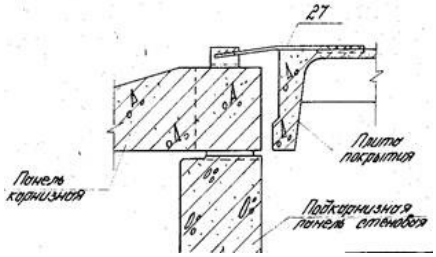
Методические указания:

1. Выполнить разрез по стене одноэтажного промышленного здания в масштабе М1:20илиМ 1:25:

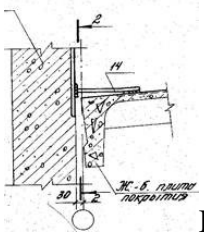
• в соответствии с вариантом выбрать деталь разреза:
Вариант I(чётная цифра по журналу) - парапетный узел
Вариант II(нечетная цифра по журналу) - карнизный узел.

• выполнить раскладку стеновых панелей по высоте фасада

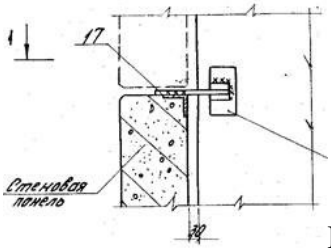
• вычертить узлы крепления элементов.



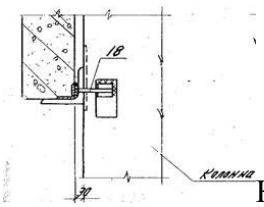
Крепление карнизной панели



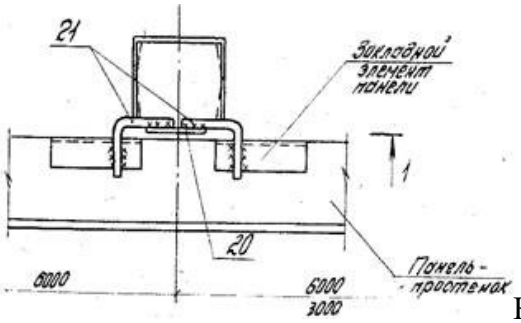
Крепление парапетной панели.



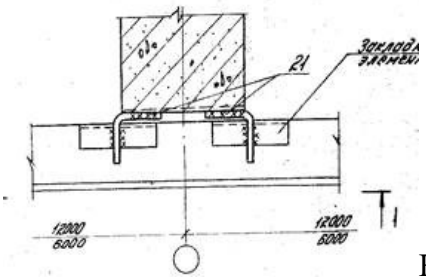
Крепление стеновой панели к железобетонной колонне.



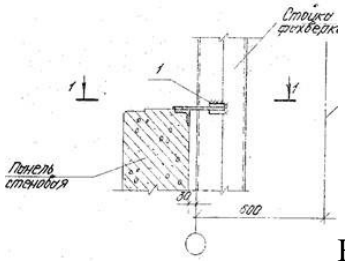
Крепление стеновой панели к железобетонной колонне.



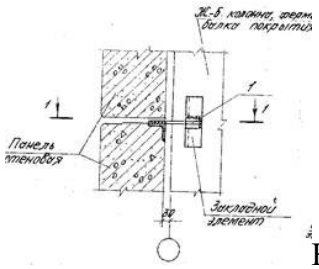
Крепление простеночной панели к стойке фахверка



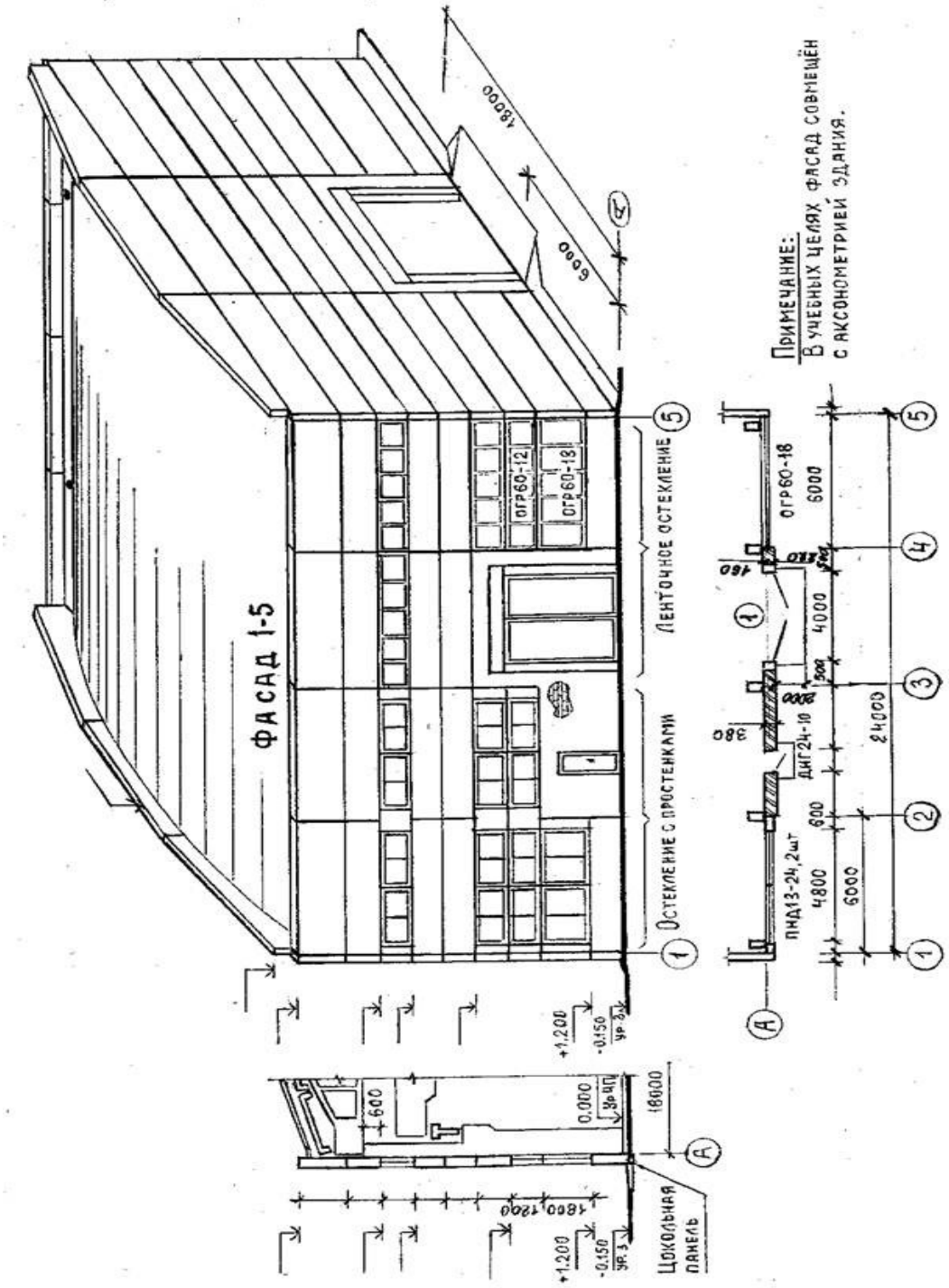
Крепление простеночной панели к железобетонной колонне.



Крепление стеновой панели к стойке фахверка



Крепление стеновой панели к железобетонной колонне, балке покрытия



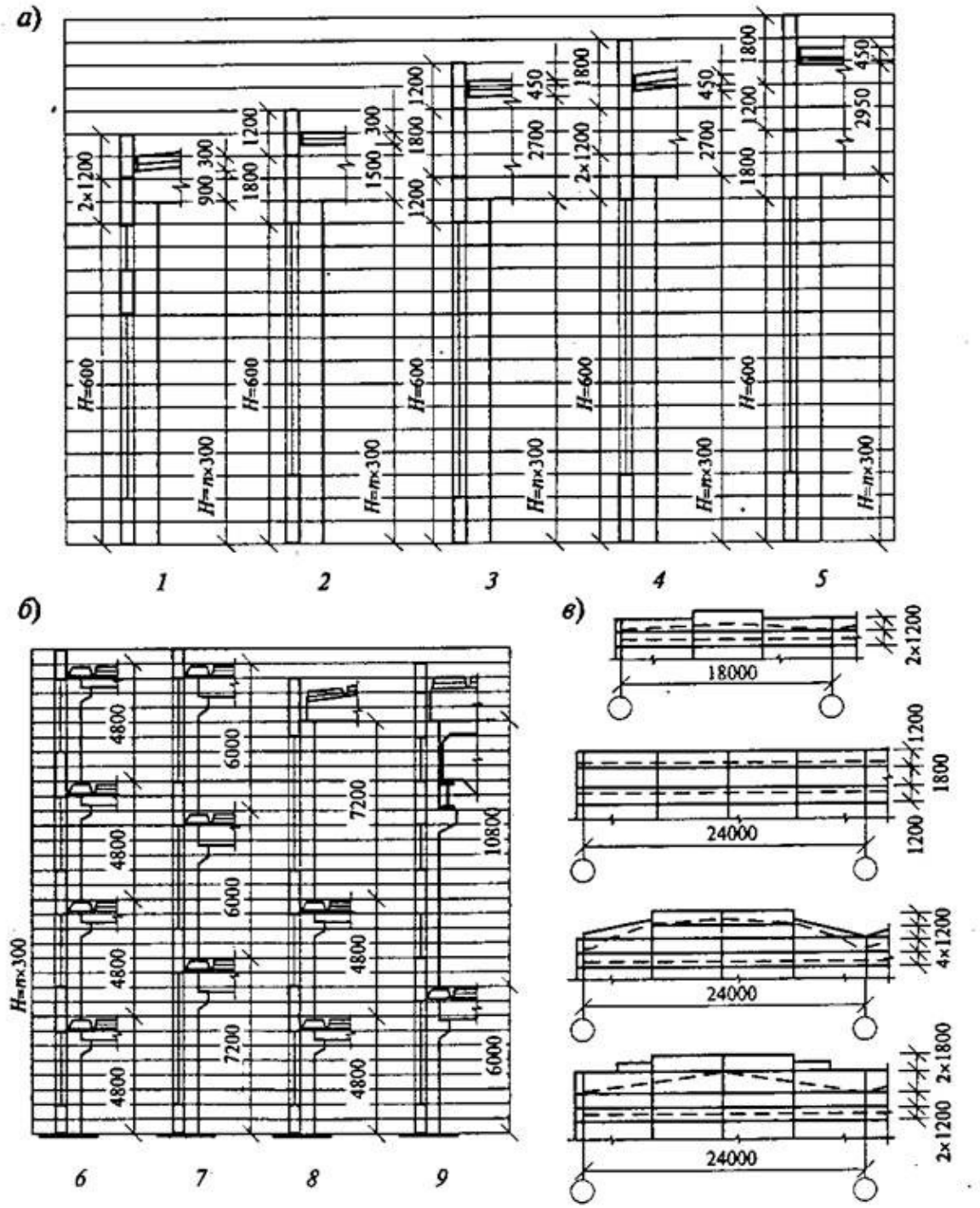


Схема раскладки панелей по условиям унификации:

а – в продольных стенах одноэтажных зданий; *б* – то же, многоэтажных зданий; *в* – в торцевых стенах одноэтажных зданий; *1–3* – при железобетонных балках и фермах покрытия; *4,5* – при стальных фермах покрытия; *6,7* – в многоэтажных зданиях с высотами этажей 4,8 и 6 м; *8* – то же, с увеличенным верхним этажом; *9* – в двухэтажном здании с железобетонным каркасом

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По варианту заданий (практическая работа №16) вычертить разрез по стене промышленного здания, выполнить узлы сопряжения элементов каркаса.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 20.

Тема: Разработка схемы планировочной организации земельного участка

Цель: научиться разрабатывать схемы планировочной организации земельного участка.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

При создании планировочной схемы организации земельного участка для целей получения разрешительных документов на строительство частного дома следует придерживаться следующих рекомендаций:

- чертеж наносится на лист формата А3 или А4 при помощи средств компьютерной техники или от руки;
- пояснения и обозначения в виде текста выполняются печатным шрифтом, буквы читаемыми однозначно;
- исправление и помарки в тексте не допускаются или заверяются должным образом.

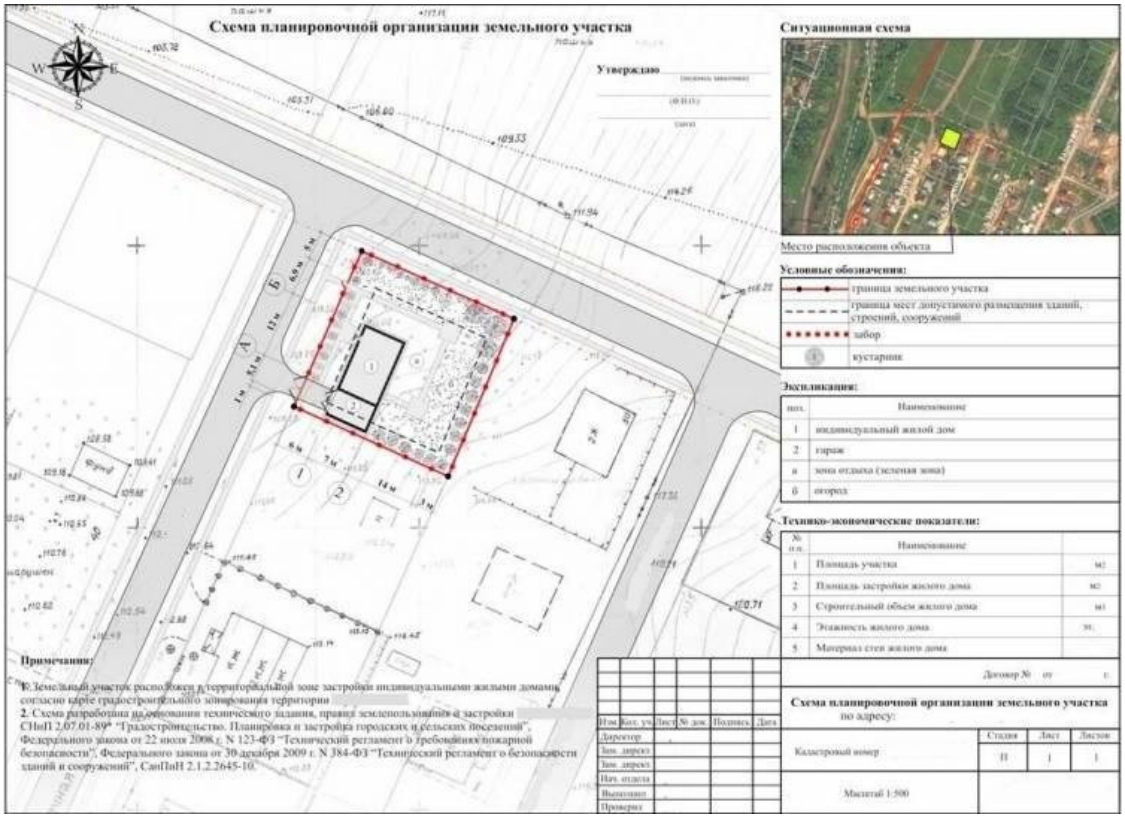
В случае обнаружения ошибочного текста, он зачеркивается, рядом указываются правдивые данные, которые заверяются надписью «Исправленному верить» и подписью исполнителя. Документ состоит из двух частей: схематической и описательной. Рассмотрим каждую более детально.

1. Схематическая (или графическая) часть.

В ней содержатся: границы участка земли, соответствующие межеванию и кадастровому учету; контуры и точные габариты планируемого объекта капитального строительства с точным расположением в границах участка без внутренних обозначений; если на территории надела уже имеются строения, их наносят на схему, сюда же относятся объекты под снос с соответствующими обозначениями; границы охраняемых территорий, водоохранных зон, охранных зон коммуникаций и инженерных сетей и т.д., одним словом, особых зон использования, что соответствует градостроительному плану. Здесь же обозначается территория действия публичного сервитута. схема расположения инженерных сетей с обозначением возможности и мест, где будет осуществляться подключение капитального строения.

2. Текстовая (описательная) часть.

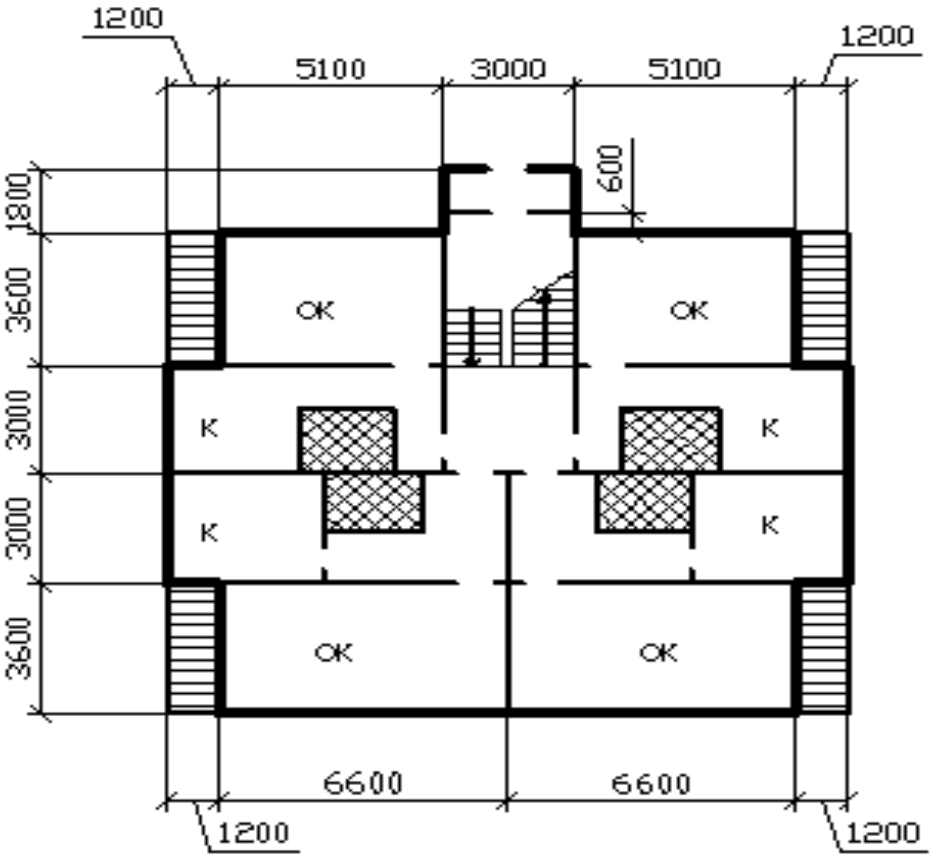
Рекомендовано следующее содержание: характеристики участка земли с полным описанием; технические и экономические данные по организации надела и его застройки с учетом планируемого строительства, сноса имеющихся объектов или их реконструкции; характеристики частного жилого дома по проекту (в соответствии с разрешением на строительство); описание планируемых работ по благоустройству; для производственных зданий – обоснование размещения всех зданий, транспортных схем для осуществления подъезда к помещениям и грузоперевозок. При указании характеристик застройки участка земли и проектируемого ИЖС придерживаются следующих обязательных параметров, которые должны быть отражены: этажность жилого дома с учетом подземной и наземной частей (сюда входят цокольное помещение, если верхнее перекрытие возвышается над уровнем земли на 2 м и более, этажи над землей, мансарда и т.д.); высота дома, которая замеряется от двух точек: отмостки и конька крыши, без учета высоты труб и иных выступающих частей; площадь ИЖС по внешней границе здания с учетом всех выступающих деталей (терраса, крыльцо, гараж и т.д.); коэффициент или процент застройки, который вычисляется путем соотношения площади проектируемого объекта к площади надела; общая площадь частного дома, суммируемая внутренняя площадь помещений с учетом лестничных маршей и площадок, балконов, лоджий, веранд и т.д. Готовая схема утверждается владельцем участка земли или уполномоченным лицом по соответствующей доверенности.



Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Разработать схему планировочной организации земельного участка в городе Чремхово.



Форма отч гурой: титульный лист, исход

Практическое занятие № 21.

Тема: Расчет технико-экономических показателей СПОЗУ

Цель: научиться выполнять расчет технико-экономических показателей СПОЗУ.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Технико-экономические показатели земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства приводятся в форме таблицы.

Таблица (номер таблицы) — Технико-экономические показатели земельного участка для непроизводственных объектов (жилищного строительства)

№п/п	Наименование	Единицы измерения	Количество
1	Площадь земельного участка	га	
2	Площадь застройки	$м^2$	
3	Площадь твердых покрытий		
4	Площадь озелененных территорий *(по СНиП 2.07.01-89*, п.2.11; Постановлению ЗС Краснодарского края от 24.06.2009 N 1381-П (ред. от 18.04.2012), п.2.4.6.)*	$м^2$	

Таблица (номер таблицы) — Технико-экономические показатели земельного участка для непроизводственных объектов (общественные здания и сооружения) и производственных объектов

№п/п	Наименование	Единицы измерения	Количество
1	Площадь земельного участка	га	-
2	Площадь застройки	$м^2$	-
3	Площадь твердых покрытий, в том числе:	$м^2$	
4	Площадь озелененных территорий	$м^2$	
5.	*Коэффициент застройки*		

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По варианту заданий (практическая работа №20) выполнить расчет технико-экономических показателей СПОЗУ.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическая работа № 22.

Тема: Технические характеристики строительных материалов конструкций: нормативные, расчётные

Цель: научиться пользоваться СНиП для определения технических характеристик материалов

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Нормативные, расчетные сопротивления и модули упругости материалов необходимо найти в соответствующих нормативных документах. Для стальных конструкций – СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Для деревянных конструкций - СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. Необходимо обратить внимание на сорт и породу древесины. Для бетона и арматуры - СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01- 2003. Для каменной кладки - СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*. Модуль

упругости кладки находится по формуле E0=α Ru, где α - упругая характеристика каменной кладки;
R = kR–временное сопротивление, R –расчетное сопротивление кладки сжатию.
k – коэффициент, зависящий от вида кладки.

Пример оформления практической работы 22

Задание: по заданным параметрам определить показатели материалов.

1. Определить нормативное и расчетное сопротивление стали по пределу текучести. Наименование стали С345К. Толщина проката - 5мм.

Решение:

Нормативное сопротивление по пределу текучести стали С345К R yn=345МПа, расчетное сопротивление по пределу текучести Ry=335МПа.

2. Определить расчетное сопротивление древесины.

Напряженное состояние – смятие поперек волокон под шайбами при углах смятие от 90 до 600.

Характеристика элемента – без характеристики. Сорт /класс древесины- 3/К16. Порода древесины - вяз.

Решение:

Расчетное сопротивление смятию поперек волокон под шайбами при углах смятие от 90 до 600 для сосны Rсм.90=4МПа. Для вяза необходимо умножить на коэффициент mn=1,6, следовательно, Rсм.90=4*1,6=6,4МПа.

3. Определить нормативное, расчетное сопротивления и модуль упругости бетона. Вид сопротивления - сжатие осевое. етон - тяжелый естественного твердения. Класс бетона – В40.

Решение:

Расчетное сопротивление при осевом сжатии тяжелого бетона В40 Rb=22,0 МПа.
Нормативное сопротивление при осевом сжатии тяжелого бетона В40Rbn=29МПа. Модуль упругости тяжелого бетона класса В40 Eb= 36МПа*10-3.

4. Определить нормативное, расчетное сопротивления и модуль упругости арматуры.

Вид сопротивления – растяжение. Класс арматуры – К1600. Диаметр арматуры- 15мм.

Решение:

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению для класса К1600 диаметром 15мм Rs= 1390 МПа. Нормативное сопротивление продольной арматуры растяжению для класса К1600 диаметром 15мм Rsn=1600МПа. Модуль упругости арматуры класса К1600 Es= 1,95*105МПа.

5. Определить расчетное сопротивление сжатие и модуль упругости каменной кладки. Вид камня – рваный бут. Марка камня -500. Марка раствора – 75.

Решение:

Расчетное сопротивление сжатию бутовой кладки из рваного бута марки 500 и марки раствора R= 1,5МПа. Модуль упругости кладки E0=α Ru=1500*3,0=4500 МПа,
где α =1500- упругая характеристика каменной кладки;
Ru=kR=2*1,5=3,0МПа –временное сопротивление, k=2,0 – коэффициент.

6. Сравнить и оценить расчетные сопротивления указанных материалов, приняв расчетное сопротивление древесины за единицу.

Таблица 7

Сталь	Сталь	Древесина	Бетон	Арматура	Каменная кладка
Величина расчетного сопротивления, МПа	335,0	4	22,0	1390,0	1,5
Соотношение расчетных сопротивлений	83,75	1,0	5,50	347,50	0,38

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме

2. Выполнить задание

Задание: по заданным параметрам таблиц определить показатели материалов.

1. Определить нормативное и расчетное сопротивление стали по пределу текучести согласно данным таблицы 1.

Таблица 1

Номер варианта	Наименование стали	Толщина проката, мм
1	С235	2
2	С235	8
3	С245	4
4	С245	12
5	С245	26
6	С255	4
7	С255	12
8	С255	26
9	С285	4
10	С285	12

2. Определить расчетное сопротивление древесины по данным таблицы 2.

Таблица 2

Номер варианта	Напряженное состояние	Характеристика элемента	Сорт древесины/класс древесины	Порода древесины
1	изгиб	прямоугольное сечение высотой до 50см, шириной до 11см	1/К26	сосна
2	сжатие вдоль волокон	прямоугольное сечение высотой до 50см, шириной до 11 см	2/К24	ель
3	смятие вдоль волокон	прямоугольное сечение высотой до 50см, шириной до 11 см	3/К16	лиственница европейская
4	растяжение поперек волокон	клееная древесина	1/К26	сосна
5	изгиб	прямоугольное сечение высотой свыше 11 до 50см, шириной свыше 11 до 13см	1/К26	лиственница японская
6	сжатие вдоль волокон	прямоугольное сечение высотой свыше 11 до 50см, шириной свыше 11 до 13см	2/К24	лиственница
7	смятие вдоль волокон	прямоугольное сечение высотой свыше 11 до 50см, шириной свыше 11 до 13см	3/К16	кедр сибирский
8	растяжение вдоль волокон	неклееные элементы	1/К26	кедр Красноярского края
9	растяжение вдоль волокон	неклееные элементы	2/К24	сосна веймутова

10	растяжение вдоль волокон	клееные элементы	1/К26	пихта

3. Определить нормативное, расчетное сопротивления и модуль упругости бетона по данным таблицы 3.

Таблица 3

Номер варианта	Вид сопротивления	Бетон	Класс бетона
1	растяжение осевое	мелкозернистый группы В автоклавного твердения	В15
2	сжатие осевое	тяжелый естественного твердения	В3,5
3	растяжение осевое	тяжелый подвергнутый автоклавной обработке	В5
4	растяжение осевое	тяжелый естественного твердения	В3,5
5	сжатие осевое	мелкозернистый группы А естественного твердения	В5
6	растяжение осевое	мелкозернистый группы А естественного твердения	В5
7	сжатие осевое	легкий марки по средней плотности марки D 800	В2,5
8	растяжение осевое	мелкозернистый группы Б естественного твердения	В3,5
9	сжатие осевое	ячеистый автоклавного твердения марки по средней плотности марки D 500	В1,5
10	растяжение осевое	мелкозернистый группы В автоклавного твердения	В15

4. Определить нормативное, расчетное сопротивления и модуль упругости арматуры по данным таблицы 4.

Таблица 4

Номер варианта	Вид сопротивления	Класс арматуры	Диаметр арматуры
1	растяжение	А240	8
2	сжатие	А400	10
3	растяжение	Вр500	3
4	растяжение	Вр500	4
5	растяжение	А1000	12
6	сжатие	В р1400	5
7	растяжение	Вр1400	6
8	растяжение	Вр1300	7
9	сжатие	К1400	15
10	сжатие	А240	6

5. Определить расчетное сопротивление сжатие и модуль упругости каменной кладки по данным таблицы 5.

Таблица 5

Номер варианта	Вид камня	Марка камня	Марка раствора
1	Ячеистобетонные блоки	100	50
2	Ячеистобетонные блоки	125	50
3	Кирпич глиняный пластического прессова	150	50

	ния		
4	Крупные блоки из тяжелого бетона при вы соте кладки 500-1000 мм	200	50
5	Крупные блоки из тяжелого бетона при вы соте кладки 200-300 мм	75	75
6	Кирпич силикатный полнотелый	100	75
7	Бетонные камни с пустотностью до 25% при высоте кладки 200-300мм	50	75
8	Кирпич глиняный полусухого прессования	35	25
9	Бетонные камни с пустотностью до 25% при высоте кладки 200-300мм	150	25
10	Ячеистобетонные блоки	75	25

6. Сравнить и оценить расчетные сопротивления указанных материалов,
приняв расчетное сопротивление древесины за единицу.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 23.

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

Цель: научиться собирать нагрузки на покрытие, перекрытие, внутреннюю опору.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Полная нагрузка разделяется на постоянную и временную нагрузки. К постоянным нагрузкам относятся нагрузка от слоев кровли, от слоев пола, от железобетонных плит, вес колонн. К временным нагрузкам относятся снеговая нагрузка в зависимости от района строительства, временная на перекрытие, в зависимости от здания или помещения. Постоянные нормативные нагрузки, если они не заданы в *н/м2*, получаются путем умножения толщины на объемную массу. Расчетная нагрузка получается путем умножения нормативной на коэффициент надежности по нагрузке. Коэффициент надежности по нагрузке принимается согласно: постоянная нагрузка, временная нагрузка на перекрытие, снеговая.
Нагрузка подсчитывается в табличной форме по форме 1
Форма 1

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка *Н/м2*	Коэффициент надежности по нагрузке, *γf*	Расчетная нагрузка *Н/м2*

Номер варианта	Помещение или здание	Город	Нагрузка от водоизоляционного слоя Н/м2	Толщина стяжки, мм	Плотность материала стяжки кг/м3	Наименование утеплителя	Толщина утеплителя, мм	Плотность утеплителя, кг/м3	Нагрузка от пароизоляции, Н/м2	Состав пола	Сетка опор, м	Сечение колонн, мм	Высота этажа, м
1	Помещение научного персонала	Рязань	93	25	1850	2	30	70	30	4	3*6	400*400	3,0
2	Экспозиционный зал	Кострома	100	10	1850	3	110	600	30	1	6*6	300*300	4,8
3	Помещение ЭВМ	Кемерово	113	35	1950	4	130	500	50	2	6*12	350*350	3,0
4	Спортивный зал	Воронеж	60	20	1950	1	40	400	50	4	3*6	400*400	3,3
5	Палата больницы	Хабаровск	83	20	1800	1	40	400	50	4	3*6	300*300	4,8
6	Классное помещение	Магадан	65	15	1950	2	55	50	40	2	6*6	350*350	4,8
7	Кухня общественного здания	Санкт Петебург	103	30	1900	3	120	1000	40	4	6*6	400*400	3,6
8	Помещение для мелкого скота	Волгоград	73	15	2000	4	110	400	40	3	6*6	300*300	3,6
9	Концертный зал	Владивосток	85	25	1800	4	130	300	30	2	3*6	350*350	3,3
10	Бытовое помещение	Орел	80	30	1800	3	120	700	40	4	6*6	400*400	3,0

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По данным подсчитать полную нагрузку на покрытие, перекрытие и поэтажную нагрузку на колонны пятиэтажного здания.
Варианты утеплителя: 1- ячеистый бетон, 2- плиты пенопластовые, 3 – легкий бетон, 4 – плиты фибролитовые. Плиту покрытия принять по плите перекрытия.
Варианты состава пола:
1- паркет, толщина *20мм*, плотность *800кг/м3*; шлакобетон, толщина *65мм*, плотность 1*600кг/м3*; пенобетонная плита, толщина *60мм*, плотность *500кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *110мм*, плотность *2500кг/м3*
2- паркет, толщина *20мм*, плотность *600кг/м3*;цементная стяжка, толщина *20мм*, плотность *2000кг/м3*; шлакобетон, толщина *50мм*, плотность *1600кг/м3*; шлаковый слой, толщина *30мм*, плотность *1000кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *120мм*, плотность *2500кг/м3*
3- асфальтобетон, толщина *20мм*, плотность *2100кг/м3*; бетон, толщина*120мм*, плотность *2000кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *130мм*, плотность *2500кг/м3*
4- линолеум, нагрузка *2,8кг/м2*; цементная стяжка, толщина *15мм*, плотность *2000кг/м3*; пенобетонная плита, толщина *40мм*, плотность *600кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *110мм*, плотность *2500кг/м3*.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 24.

Тема: Сбор нагрузок на конструкции зданий: плит покрытия и перекрытия, фундамент
Цель: научиться собирать нагрузки на покрытие, перекрытие, внутреннюю опору
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Пример оформления практической работы
Задание: по заданным параметрам подсчитать полную нагрузку на покрытие, перекрытие и поэтажную нагрузку на колонны трехэтажного здания.
Помещение – станция метрополитена. Город- Самара. Нагрузка от водоизоляционного слоя- 75Н/м2. Толщина стяжки -15мм. Плотность материала стяжки 1800кг/м3. Толщина утеплителя - 150мм. Плотность утеплителя- 800 кг/м3.
Нагрузка от пароизоляции- 30Н/м2.
Состав пола:
плиточный пол – толщина 15мм, плотность 2000 кг/м3,
цементная стяжка – толщина 20мм, плотность 2000кг/м3,
шлакобетон – толщина 60мм, плотность 1500кг/м3,
ребристая панель - приведенная толщина 110мм, плотность 2500кг/м3.
Сетка опор - 6*3 м.
Сечение колонн - 400*400мм.
Высота этажа - 4,2 м
Решение
Таблица 9 – Сбор нагрузок на покрытие

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка Н/м2	Коэффициент надежности по нагрузке γf	Расчетная нагрузка Н/м2
Постоянная			
- от водоизоляционного слоя	75	1,2	90
- от стяжки 0,015*1800*10	270	1,3	351
- от утеплителя	1200	1,3	1560

0,15*800*10			
- от пароизоляции	30	1,2	36
- от ребристой панели 0,11*2500*10	2750	1,1	3025
Итого постоянная	4325	5062	
Временная			
Снеговая г. Самара IV снеговой район 0,7*240*10=1680			
длительная 0,7*1680	1176	1,4	1646
кратковременная 0,3*1680	504	1,4	706
Итого временная	1680	2352	
Итого полная	6005	7414	

Таблица 10 – Сбор нагрузок на перекрытие

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка Н/м2	Коэффициент на дежности по на грузке γf	Расчет ная на грузка Н/м2
Постоянная			
- от плиточного пола 0,015*2000*10	300	1,1	330
- цементной стяжки 0,02*2000*10	400	1,3	520
- от шлакобетона 0,06*1500*10	900	1,3	1200
- от ребристой панели 0,11*2500*10	2750	1,1	3025
Итого постоянная	4350	5075	
Временная			
длительная	1400	1,2	1680
кратковременная	2600	1,2	3120
Итого временная	4000	4800	
Итого полная	8350	9875	

Грузовая площадь Агр= 6*3=18м2
Вес колонн третьего и второго этажа G2,3 =0,4*0,4*4,2*25000*1,1=18480Н
Нагрузка на колонну третьего этажа N3 =7414*18+18480=151932Н=151,932кН
Нагрузка на колонну второго этажа N2 =9875*18+18480+151932=348162Н=348,162кН
Длина колонны первого этажа меняется на величину заделки. Следовательно, вес колонны первого этажа будет равен G1 =0,4*0,4* (4,2+0,6)25000*1,1 =21120Н.
Нагрузка на колонну первого этажа. N1 =9875*18+21120+348162=547032Н=547,032Н.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По данным практической работы № 23 подсчитать полную нагрузку на покрытие, перекрытие и поэтажную нагрузку на колонны пятиэтажного здания.
Варианты утеплителя: 1- ячеистый бетон, 2- плиты пенопластовые, 3 – легкий бетон, 4 – плиты фибролитовые. Плиту покрытия принять по плите перекрытия.
Варианты состава пола:
1- паркет, толщина *20мм*, плотность *800кг/м3*; шлакобетон, толщина *65мм*, плотность 1*600кг/м3*;

пенобетонная плита, толщина *60мм*, плотность *500кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *110мм*, плотность *2500кг/м3*
2- паркет, толщина *20мм*, плотность *600кг/м3*;цементная стяжка, толщина *20мм*, плотность *2000кг/м3*; шлакобетон, толщина *50мм*, плотность *1600кг/м3*; шлаковый слой, толщина *30мм*, плотность *1000кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *120мм*, плотность *2500кг/м3*
3- асфальтобетон, толщина *20мм*, плотность *2100кг/м3*; бетон, толщина*120мм*, плотность *2000кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *130мм*, плотность *2500кг/м3*
4- линолеум, нагрузка *2,8кг/м2*; цементная стяжка, толщина *15мм*, плотность *2000кг/м3*; пенобетонная плита, толщина *40мм*, плотность *600кг/м3*; железобетонная плита перекрытия, приведенная толщина *110мм*, плотность *2500кг/м3*.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 25.

Тема: Расчёт и конструирование центрально – сжатой стальной колонны

Цель: научиться производить расчет центрально сжатых стальных колонн

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Металлическая колонна состоит из трех частей: стержня (или ствола), башмака (или базы) и оголовка.

По характеру работы колонны делятся на центрально- и внецентренно сжатые, по конструктивной форме – постоянного, переменного и ступенчатого сечения, по типу сечения – сплошные и сквозные.

Порядок расчета:

1. определяем расчетную длину колонны $lef = \mu l$,

где μ – коэффициент расчетной длины, который принимается в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки;

$\mu=0,5$ $\mu=0,7$ $\mu=1$ $\mu=2$

l – длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа;

2. определяем расчетную продольную силу с учетом собственного веса колонн, принимая массу *500-600Н/м*;
3. задаемся предварительно гибкостью $\lambda=80$;
4. вычисляем коэффициент продольного изгиба φ;
5. производим предварительный подбор сечения по площади A и наименьшему радиусу инерции i

$A= N/ (\varphi Ry\gamma c)$,

где Ry – расчетное сопротивление стали

$i= lef / \lambda$

6. подбираем по сортаменту профиль;
7. определяем фактическую гибкость λ и коэффициент продольного изгиба φ:
8. вычисляем фактическую продольную силу N;
9. проверяем устойчивость колонны

$\sigma= N /(\varphi A)$

если

$\sigma < R$ $y\gamma c$ прочность обеспечена	$\sigma > Ry\gamma c$ прочность не обеспечена принимаем больший профиль

Пример оформления практической работы

Задание: подобрать стержень колонны сплошного сечения из прокатного двутавра.

Коэффициент условия работы γс =0,8. Сталь С345К. Продольная сила 385 кН. Геометрическая длина колонны 5,3м. Крепление колонны: низ и верх закреплен шарнирно.

Решение:
1. определяем расчетную длину колонны lef =μl=1*5,3=5,3м;
2. определяем расчетную продольную силу с учетом собственного веса колонн, принимая массу 550Н/м;
N=385+0,55*5,3=388кН;
3. задаемся предварительно гибкостью λ=80; вычисляем коэффициент продольного изгиба φ, для чего находим расчетное сопротивление стали по пределу текучести Ry=335МПа=33,5кН/см2 [СП 16.13330.2011, таблица В.5], модуль упругости Е= 2,06*105н/мм2[СП 16.13330.2011, таблица Г.10]. Условная гибкость

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 80\sqrt{\frac{33.5}{20600}} = 3,2;$$

Для определения коэффициента продольного изгиба определим тип сечения [СП 16.13330.2011, таблица 7] – двутавр соответствует типу сечения b.
4. Тогда φ=0,602 [СП 16.13330.2011, таблица Д1].
5. производим предварительный подбор сечения по площади А и наименьшему радиусу инерции i

A= N/ (φRyγc)=388 /(0,602*33,5*0,8)=24,05см2,

где Ry – расчетное сопротивление стали
i= lef / λ=530/80=6,63см.
6. подбираем по сортаменту широкополочный двутавр 40Ш1 с А=122,40см2, ix=16,76см,iy=7,18см с массой 1 м – 96,1кг;
7. определяем фактическую гибкость и коэффициент продольного изгиба.
Гибкость стержня относительно оси X λx = lef / ix =530/16,76=32 < λlim=120.
Гибкость стержня относительно оси Y λy = lef / iy =530/7,18=74< λlim=120.

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 74\sqrt{\frac{33.5}{20600}} = 3,0;$$

Условная гибкость тогда φ=0,643 [СП 16.13330.2011, таблица Д1].
8. вычисляем фактическую продольную силу N=385+0,961*5,3=390кН;
9. проверяем устойчивость колонны
σ= N /(φ A)=390/(0,643*122,4)=4,96кН/см2< Ryγc=33,5*0,8=26,8кН/см2.
Прочность обеспечена.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. Подобрать стержень колонны сплошного сечения из двутавра. Коэффициент условия работы γc - четные варианты *0,95*; нечетные варианты *0,9.*
Марка стали: нечетные варианты С*245*, четные варианты С*255.*

№ варианта	Продольная сила, *кН*	Геометрическая длина колонны, *м*	Крепление колонны	
			низ	верх
1	*350*	*3,9*	защемлен	свободен
2	*150*	*2,4*	защемлен	шарнирное
3	*160*	*2,7*	шарнирное	шарнирное
4	*130*	*3,0*	защемлен	свободен
5	*140*	*5,1*	защемлен	защемлен
6	*360*	*5,4*	шарнирное	шарнирное
7	*100*	*6,0*	защемлен	шарнирное
8	*110*	*4,2*	защемлен	защемлен
9	*180*	*4,5*	защемлен	свободен

10	*190*	*4,8*	защемлен	защемлен

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическая работа № 26.

Тема: Конструирование узлов соединения

Цель: научиться конструировать узлы соединения центрально-сжатой стальной колоны.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Конструирование колонн ведут на основании выполненных расчетов. Конструирование заключается в уточнении некоторых размеров, полученных из расчета и проектирования элементов колонны и их соединений, и составлении рабочих чертежей. В стальных колоннах ярко выражены все три элемента: оголовок, стержень и база.

Стержни колонн. Стержни колонн передают нагрузку от оголовка на базу. При проектировании мощных колонн большого сечения необходимо устанавливать поперечные ребра жесткости. Расчет поперечных ребер выходит за рамки нашего курса.

Стержни центрально-сжатых колонн должны проектироваться исходя из принципа равноустойчивости, т.е. их гибкости относительно главных осей сечения должны быть равны. В этом случае получаем наиболее экономичное по расходу материалов сечение. Условию равноустойчивости в полной мере отвечает сечение в виде трубы, но в таких стержнях трудно предохранять внутреннюю поверхность от коррозии. Поэтому стержни из труб следует применять, если предусмотрены меры против попадания в них влаги.

Достаточно часто сечение стержня сплошной колонны проектируют в виде двутавра (прокатного или сварного). Применение обычных прокатных двутавров меньше всего отвечает принципу равноустойчивости, так как они имеют сильно различающиеся радиусы инерции относительно осей *х—х, у—у.* Рациональней использование широкополочных прокатных двутавров, или следует выполнять сечение в виде сварных двутавров.

Сварные двутавры проще всего выполняются с помощью автоматической сварки. Автоматическая сварка обеспечивает дешевый и индустриальный способ изготовления таких колонн. Сварной двутавр с полкой шириной *Ь,* равной высоте *И,* является основным типом сечения сварных колонн.

Выполнение стержня колонны из прокатных широкополочных двутавров или из сварных двутавров не отвечает в полной мере принципу равноустойчивости, но дает вполне пригодное для колонн сечение. Добиться одинаковых гибкостей в сварных двутаврах в принципе возможно за счет увеличения ширины полки, но это резко усложняет технологию сварочных работ при приварке полок к стенкам двутавра.

Оголовки центрально-сжатых колонн. Оголовок является верхней частью колонны, он служит для восприятия нагрузок от вышележащих конструкций и передачи их на стержень. В связи с этим оголовки проектируются с учетом конструкции опирающихся на них балок или ферм (при этом также учитываются особенности их крепления), передачи нагрузок и с учетом сечения стержня колонны.

В оголовках тяжело нагруженных колонн обычно подлежат расчету: толщина опорного листа, длина ребер жесткости и прикрепляющие их угловые сварные швы.

В сплошных колоннах опорный лист оголовка усиливают ребрами жесткости, которые препятствуют изгибу опорного листа и одновременно способствуют включению в работу всего расчетного сечения колонны. Длина ребер жесткости принимается из учета восприятия прикрепляющими их угловыми сварными швами всего приходящегося на колонну усилия. Для центрирования нагрузки к опорному листу могут привариваться опорные (центрирующие) пластинки шириной до 100 мм.

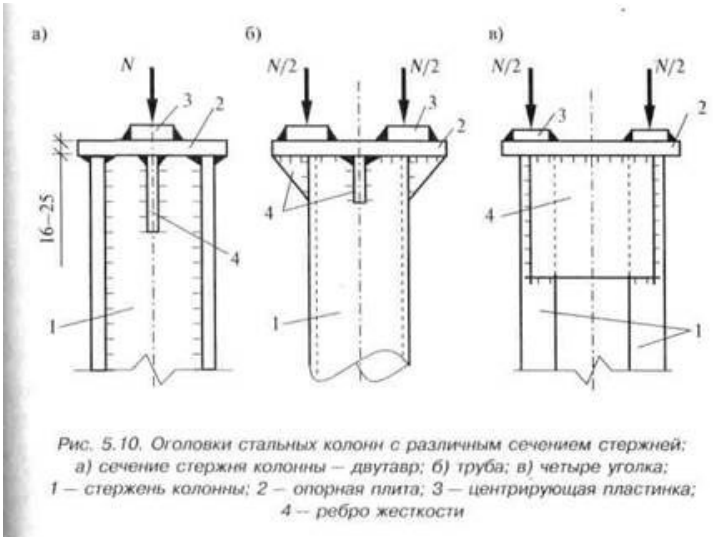


Рис. 5.10. Оголовки стальных колонн с различным сечением стержней: а) сечение стержня колонны – двутавр; б) труба; в) четыре уголка; 1 – стержень колонны; 2 – опорная плита; 3 – центрирующая пластинка; 4 – ребро жесткости

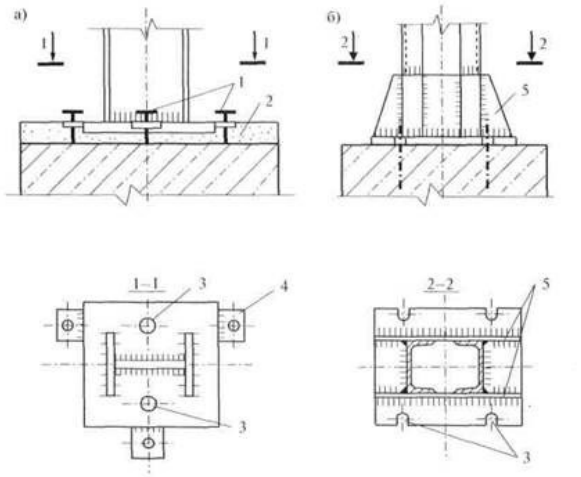


Рис. 5.11. Базы сплошных центрально-сжатых колонн: а) база без траверсы; б) база с траверсой; 1 – установочные болты; 2 – бетон омоноличивания; 3 – отверстия анкерных болтов; 4 – планки, приваренные к плите; 5 – траверса

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По данным практической работы № 25 выполнить конструирование узлов соединения центрально-сжатой стальной колоны.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 27.

Тема: Расчёт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки

Цель: научиться производить расчет деревянных конструкций на сжатие

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Деревянные стойки (колонны) применяются при строительстве деревянных зданий, сельскохозяйственных сооружений, складов, временных зданий, в качестве опор для опалубки при изготовлении монолитных железобетонных конструкций и т.п. деревянные стойки при небольших нагрузках выполняются из цельной древесины и составного сечения – при значительных нагрузках. Наиболее простым и часто встречающимся примером деревянных стоек являются цельные (сплошные) стойки круглого сечения из бревна или квадратного бруса, что отвечает требованиям экономии материалов при центральном сжатии.

Порядок выполнения:

1. задаемся гибкостью $\lambda = 80$;
2. определим коэффициент продольного изгиба $\varphi=A/\lambda 2$, где коэффициент $A=3000$ для древесины;
3. найдем расчетную площадь поперечного сечения $Fрасч=N/(\varphi Rc)$, где N – продольная сила, Rc – расчетное сопротивление древесины сжатию;
4. определим диаметр поперечного сечения $D= 4Fрасч /\pi$;
5. найдем требуемую расчетную площадь поперечного сечения $Fрасч=\pi D2/4$;
6. определим радиус инерции $r=0,25D$ и расчетную длину стойки $l0=\mu l$, где μ – коэффициент значение, которого зависит от способа крепления конструкции, $\mu=0,65$ $\mu=0,8$ $\mu=1$ $\mu=2,2$ l – геометрическая длина стойки;
7. произведем расчет гибкости $\lambda=l0 /r< \lambda пред =120$;

8. если $\lambda < 70$, то $\varphi = 1 - a(\lambda/100)2$, где $a=0,8$ для древесины;
9. если $\lambda > 70$, то $\varphi = A/\lambda 2$;
10. определим напряжения $\sigma c = N/(\varphi F расч)$;
11.если $\sigma c < Rc$ прочность обеспечена;
12.если $\sigma c > Rc$ прочность не обеспечена, увеличиваем диаметр стойки;
13.повторяем пункты 1-12 для второй породы дерева;
14.определяем объем стоек для вариантов и выбираем по меньшему объему.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. подобрать сечение центрально сжатой стойки круглого сечения, рассчитать по двум вариантам пород и выбрать оптимальный вариант

Номер варианта	Крепление стойки		Высота стойки, м	Расчетная сила, кН	Сорт древесины	Порода	
	Низ	Верх				1 вар.	2 вар.
1	Шарн.	Шарн	4,2	730	2/К24	Акация	Листв. япон.
2	Шарн.	Шарн	4,3	300	2/К24	Пихта	Сибир. кедр
3	Защем.	Шарн	3,9	430	3/К16	Липа	Дуб
4	Защем.	Своб.	2,4	600	2/К24	Ель	Акация
5	Защем.	Шарн	4,4	350	3/К16	Сосна	Пихта
6	Зашем.	Своб.	4,5	400	2/К24	Дуб	Сосна
7	Защем.	Защем.	4,6	450	3/К16	Ясень	Береза
8	Шарн.	Шарн	4,7	500	2/К24	Акация	Ясень
9	Защем.	Шарн	4,8	550	3/К16	Акация	Клен
10	Защем.	Защем	2,5	650	3/К16	Береза	Ель

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 28.

Тема: Расчёт и конструирование деревянной стойки, лобовой врубки
Цель: научиться производить расчет деревянных конструкций на сжатие
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: подобрать сечение центрально сжатой стойки круглого сечения, рассчитать по двум вариантам пород и выбрать оптимальный вариант.
Крепление стойки снизу и сверху- шарнирное.
Высота стойки -*5,5м*.
Расчетная сила -*1000 кН*.
Сорт древесины -*2/К24*.
Порода 1 варианта – сосна веймутова.
Порода 2 варианта – лиственница.
Решение:
Расчет для сосны веймутова
1. задаемся гибкостью $\lambda = 80$;
2. определим коэффициент продольного изгиба $\varphi = A/\lambda 2 = 3000/802 = 0,47$,
где коэффициент $A=3000$ для древесины;
3. найдем расчетную площадь поперечного сечения

*Fрасч=N/(φRc)=1000/(0,47*1,04)=2046см2 ,*
где *N* – продольная сила,
*Rcmn=16*0,65 =10,4МПа =1,04кН/см2* – расчетное сопротивление древесины сжатию [СП 64.13330.2011, таблица 3 и 4,с.5 и 6];
4. определим диаметр поперечного сечения
$D = \sqrt{4F_{расч} / \pi} = \sqrt{4 * 2046 / 3,141} = 51,04см$;
Принимаем *52 см.*
5. найдем требуемую расчетную площадь поперечного сечения
*Fрасч=π D2/4=3,141*522/4=2123,32см2*;
6. определим радиус инерции
*r=0,25D=0,25*52=13 см*
расчетную длину стойки *l0=μl=1*550=550см,*
где *μ=1* – коэффициент значение, которого зависит от способа крепления конструкции,
l – геометрическая длина стойки;
7. произведем расчет гибкости *λ=l0 /r=550/13=42,31< λпред* =120;
8. определим коэффициент продольного изгиба
φ=1 –a(λ /100)2=1-0,8(42,31/100)2=0,86;
9. определим напряжения
*σc=N/(φFрасч)=1000/(0,86*2123,32)=0,547кН/см2< Rc=1,04кН/см2*;
Прочность обеспечена.
Расчет для лиственницы
1. задаемся гибкостью *λ = 80*;
2. определим коэффициент продольного изгиба
φ=A/λ2=3000/802=0,47 ,
где коэффициент *A=3000* для древесины;
3. найдем расчетную площадь поперечного сечения
*Fрасч=N/(φRc)=1000/(0,47*1,92)=1108см2 ,*
где *N* – продольная сила,
*Rcmn=16*1,2 =19,2МПа =1,92кН/см2* – расчетное сопротивление древесины сжатию [СП 64.13330.2011, таблица 3 и 4,с.5 и 6];
4. определим диаметр поперечного сечения
$D = \sqrt{4F_{расч} / \pi} = \sqrt{4 * 1108 / 3,141} = 37,56см$;
Принимаем *38 см.*
5. найдем требуемую расчетную площадь поперечного сечения
*Fрасч=π D2/4=3,141*382/4=1133,90см2*;
6. определим радиус инерции
*r=0,25D=0,25*38=9,5 см*
расчетную длину стойки *l0=μl=1*550=550см,*
где *μ=1* – коэффициент значение, которого зависит от способа крепления конструкции,
l – геометрическая длина стойки;
7. произведем расчет гибкости *λ=l0 /r=550/9,5=57,89< λпред* =120;
8. определим коэффициент продольного изгиба
φ=1 –a(λ /100)2=1-0,8(57,89/100)2=0,73;
9. определим напряжения
*σc=N/(φFрасч)=1000/(0,73*1133,90)=1,20кН/см2> Rc=1,92кН/см2*;
Прочность обеспечена.
Определяем объем стоек для вариантов и выбираем по меньшему объему.
*V1=0,2123*5,5=1,17м3*
*V2=0,1134*5,5=0,62м3*
Принимаем для стойки древесину лиственницы.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. подобрать сечение центрально сжатой стойки круглого сечения, рассчитать по двум вариантам пород и выбрать оптимальный вариант

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 29.

Тема: Расчёт и конструирование центрально – сжатой железобетонной колонны

Цель: научиться производить расчет сжатых железобетонных элементов.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Железобетонные элементы могут быть сжаты внешними продольными силами центрально, т.е. по осям поперечного сечения или внецентренно. В реальных условиях из-за несовершенства геометрических форм элементов конструкций, отклонения их реальных размеров от назначаемых по проекту, неоднородности бетона и других причин происходит внецентренное воздействие сил с так называемыми случайными эксцентриситетами. Колонны армируются пространственными каркасами, а поверху и понизу арматурными сетками.

Порядок расчета:

1. определяем грузовую площадь *Агр*, которая равна произведению сетки опор;
2. производим сбор нагрузок, принимая размеры ригеля – высоту *0,1*пролета, ширину *0,4* высоты;
3. вычисляем гибкость колонны $\lambda = l0 / hc$, где *l0* - расчетная высота колонны, принимаемая для первого этажа 0,7 высоты этажа, для последующих равной высоте этажа; *hc* - высота сечения колонны;
4. по таблице принимаем коэффициент φ
5. определим требуемую площадь сечения продольной арматуры

$$A_{s.tot} = \frac{N}{\varphi \gamma_s R_{sc}} - A\frac{R_b \gamma_{b2}}{R_{sc}};$$

где *N* - полная нагрузка на колонну

γs - коэффициент работы арматуры;

A-площадь сечения колонны;

Rsc- расчетное сопротивление арматуры сжатию;

Rb- расчетное сопротивление бетона сжатию;

γb2- коэффициент работы бетона;

6. принимаем диаметр арматуры;
7. проверяем несущую способность колонны

$Nfc = \eta\varphi[A\ Rb\gamma b2 + As.tot\ Rsc],$

где η - коэффициент, учитывающий влияние прогиба;

8. сравниваем *Nfc* с *N*.
9. производим подбор поперечной арматуры, диаметр которой принимаем по таблице 14. Шаг поперечных стержней в каркасе принимаем менее высоты сечения колонны и не более *20d*. Наименьшее допустимое расстояние между осями стержней одного направления принимаем по таблице 14.

Таблица 14

Диаметр стержня одного направления, мм	Наименьший допустимый диаметр стержня другого направления, мм	Наименьшее допустимое расстояние между осями стержней одного направления
10	3	75

12	3	75
14	4	75
16	4	75
18	5	100
20	5	100
22	6	100
25	8	150
28	8	150
32	8	150
36	10	200
40	10	200

Пример оформления практической работы

Задание: рассчитать и выполнить чертежи опалубки, армирования и арматурных изделий сжатой колонны первого этажа. Количество этажей шесть. Нагрузки на перекрытие и покрытие, высоту этажа, сечение колонны взять по данным практической работы 2. Класс арматуры– *А400*. Класс ответственности –I. Класс бетона *В30*.

Решение:

1. определяем грузовую площадь *Агр= 6*3=18м2*;
2. производим сбор нагрузок, принимая размеры ригеля – высоту *h=0,1*600=60см*, ширину *b=0,5 *60=30см*; при этих размерах масса ригеля на *1 м* равна *hbρ=0,6*0,3*2500=450кг,* а на *1м2=450/3=150кг.*

Таблица 14 – Сбор нагрузок

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка Н/м2	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_n	Расчетная нагрузка Н/м2
Покрытие			
Постоянная			
- от водоизоляционного слоя	*75*	*1,2*	*90*
- от стяжки *0,015*1800*10*	*270*	*1,3*	*351*
- от утеплителя *0,15*800*10*	*1200*	*1,3*	*1560*
- от пароизоляции	*30*	*1,2*	*36*
- от ребристой панели *0,11*2500*10*	*2750*	*1,1*	*3025*
- от ригеля	*1500*	*1,1*	*1650*
Итого постоянная	*5825*	*6712*	
Временная			
Снеговая г. Самара IV снеговой район 0,7*240*10=1680			
длительная 0,7*1680	*1176*	*1,4*	*1646*
кратковременная 0,3*1680	*504*	*1,4*	*706*
Итого временная	*1680*	*2352*	
Итого полная	*7505*	*9064*	
Перекрытие			
Постоянная			
- от плиточного пола	*300*	*1,1*	*330*

*0,015*2000*10*			
- цементной стяжки *0,02*2000*10*	*400*	*1,3*	*520*
- от шлакобетона *0,06*1500*10*	*900*	*1,3*	*1200*
-от ребристой панели *0,11*2500*10*	*2750*	*1,1*	*3025*
- от ригеля	*1500*	*1,1*	*1650*
Итого постоянная	*5850*	*6725*	
Временная			
длительная	*1400*	*1,2*	*1680*
кратковременная	*2600*	*1,2*	*3120*
Итого временная	*4000*	*4800*	
Итого полная	*9850*	*11525*	

Собственный расчетный вес колонн со второго по шестой этаж
*G2-6= 0,4*0,4*4,2*25000*1,1=18480Н*
Собственный расчетный вес колонн первого этажа с учетом заделки в фундамент *G1= 0,4*0,4*(4,2+0,6)*25000*1,1=21120Н*
Нагрузку от перекрытия и покрытия на колонну получаем путем умножения на грузовую площадь.
Подсчет нагрузки на колонну

Этаж	Нормативная на грузка от покрытия и пере крытия, *кН*	Собственный вес колонн, *кН*	Расчетная суммарная нагрузка, *кН*
6	*9,064*18=163,152*	*18,48*	*163,152+18,48=181,632*
5	*11,512*18+163,152= 370,368*	*18,48+18,48= 36,96*	*370,368+36,96=407,328*
4	*577,584*	*55,44*	*633,024*
3	*784,800*	*73,92*	*858,72*
2	*992,016*	*92,40*	*1084,416*
1	*1199,232*	*92,40+21,12=113,52*	*1312,752*

Так как класс ответственности здания *I* усилия на колонну первого этажа с учетом $\gamma n=1$, будут равны:
*N=1312,752*1=1313кН*
3. вычисляем гибкость
$\lambda=l0/hc=340/40=8,5;$
l0 = 0,7(4,2+0,6)=3,4м=340см*- расчетная высота колонны,
hc=400мм=40см - высота сечения колонны;
4. принимаем коэффициенты $\varphi=0,911$ [СП 63.13330.2012 таблица 8.1]
5. определим требуемую площадь сечения продольной арматуры

$$A_{s.tot}=\frac{N}{\varphi\gamma_s R_{sc}}-A\frac{R_b\gamma_{b2}}{R_{sc}}=\frac{1313000}{0,911*1*350(100)}-1600\frac{17*0,9}{350}=-28,76см^2;$$

где $\gamma s=1$;
Rsc= 350МПа [СП 63.13330.2012 таблица 6.14];
Rb=17МПа [СП 63.13330.2012 таблица 6.8];
$\gamma b2=0,9$ [СП 63.13330.2012 п.6.1.12б таблица15];
*A=40*40=1600см2*;
6. так как *As.tot< 0* принимаем диаметр арматуры конструктивно *4ϕ16 А400* сΣ *As=8,04 см2* [В.И. Сетков, Е.П.Сербин Строительные конструкции, приложение 3, с.446]

7. проверяем несущую способность колонны *Nfc =ηφ[ARbγb2+(As+As/)Rsc]= =1*0,911[1600*17(100)0,9+8,04*350(100)]=2486483Н=2487кН*

где *η=1* - коэффициент, учитывающий влияние прогиба;

8. *Nfc=2487кН > N=1313кН,* следовательно несущая способность сечения достаточна.

9. Поперечная арматура в соответствии с данными таблицы принята *4В500* с шагом *300мм< 20d=20*16=320мм* и меньше высоты сечения колонны *400мм*

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. рассчитать и выполнить чертежи опалубки, армирования и арматурных изделий сжатой колонны. Количество этажей шесть. Нагрузки на перекрытие и покрытие, высоту этажа, сечение колонны взять по данным практической работы 2. Класс арматуры четный вариант – *А400* , нечетный вариант – *А500*.Класс ответственности четный вариант – *II* , нечетный вариант – *III*.

Номер варианта	Класс бетона	Номер варианта	Класс бетона
1	В30	14	В15
2	В15	15	В20
3	В20	16	В25
4	В25	17	В30
5	В30	18	В15
6	В15	19	В20
7	В20	20	В25
8	В25	21	В30
9	В30	22	В15
10	В15	23	В20

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 30.

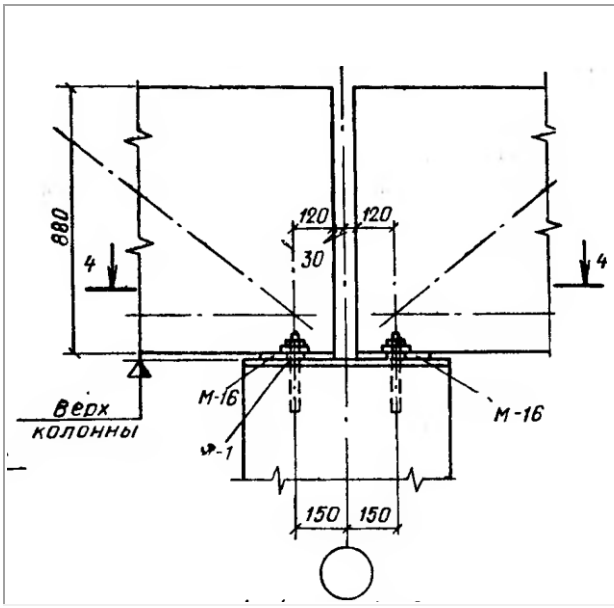
Тема: Конструирование узлов соединения

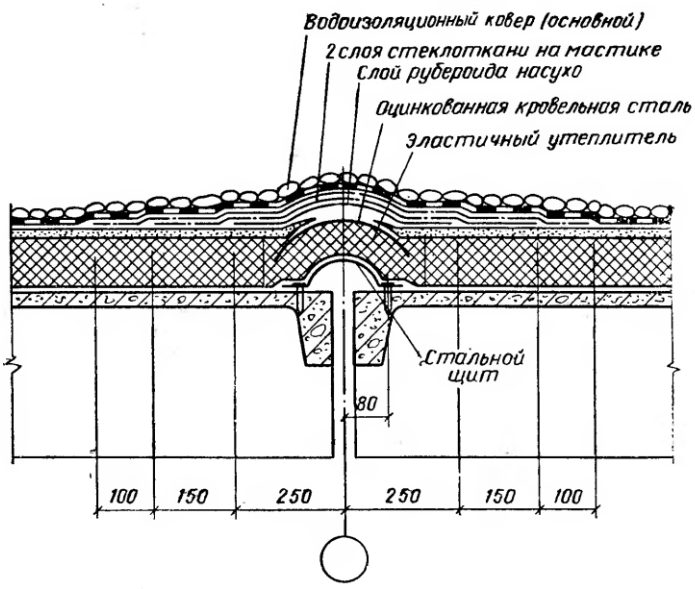
Цель: научиться конструировать узлы соединения центрально-сжатой железобетонной колоны.

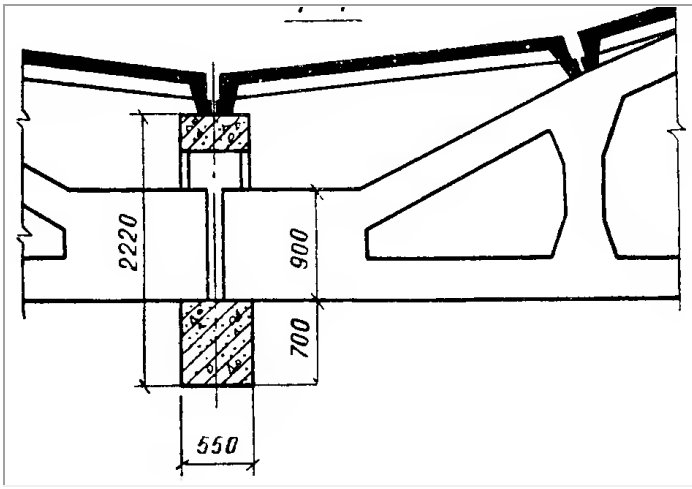
Оборудование: раздаточный материал

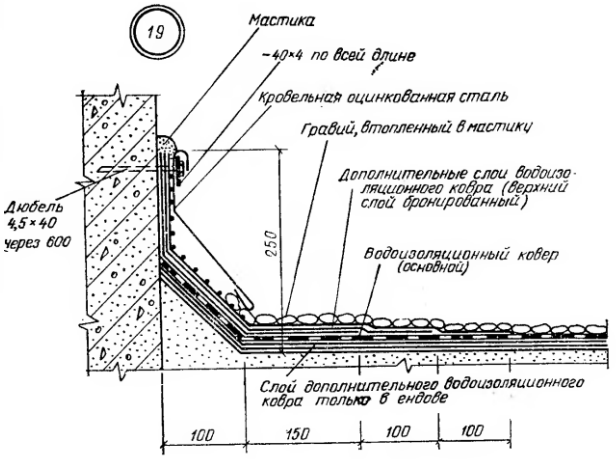
Методические указания:

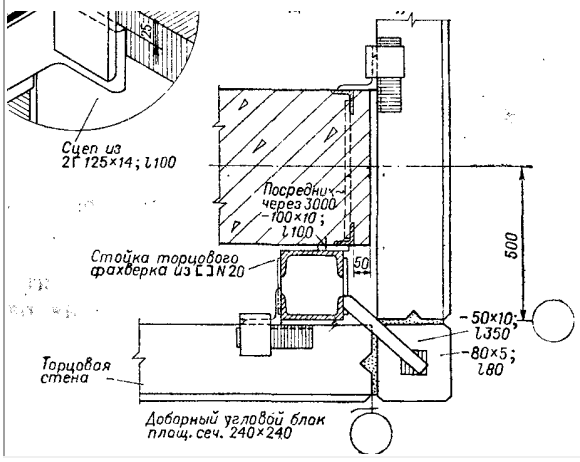
1. В соответствии с вариантом, определить сопряжение каких элементов и какого каркаса изображено на узле.
2. Вычертить узлы
3. Указать элементы и недостающие размеры.

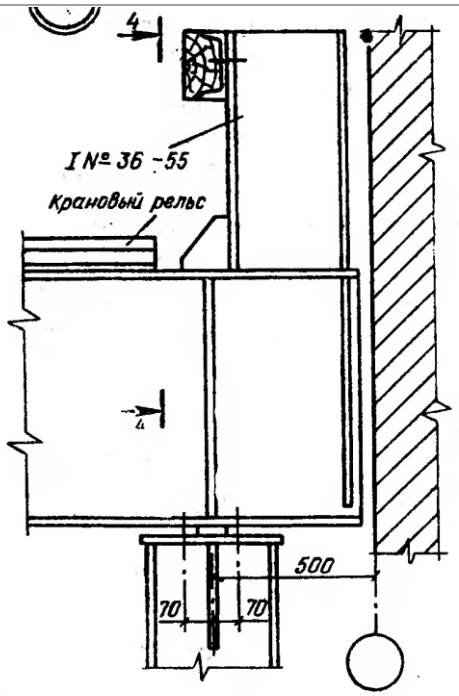

880
120
120
30
4
4
Верх колонны
М-16
М-16
150
150

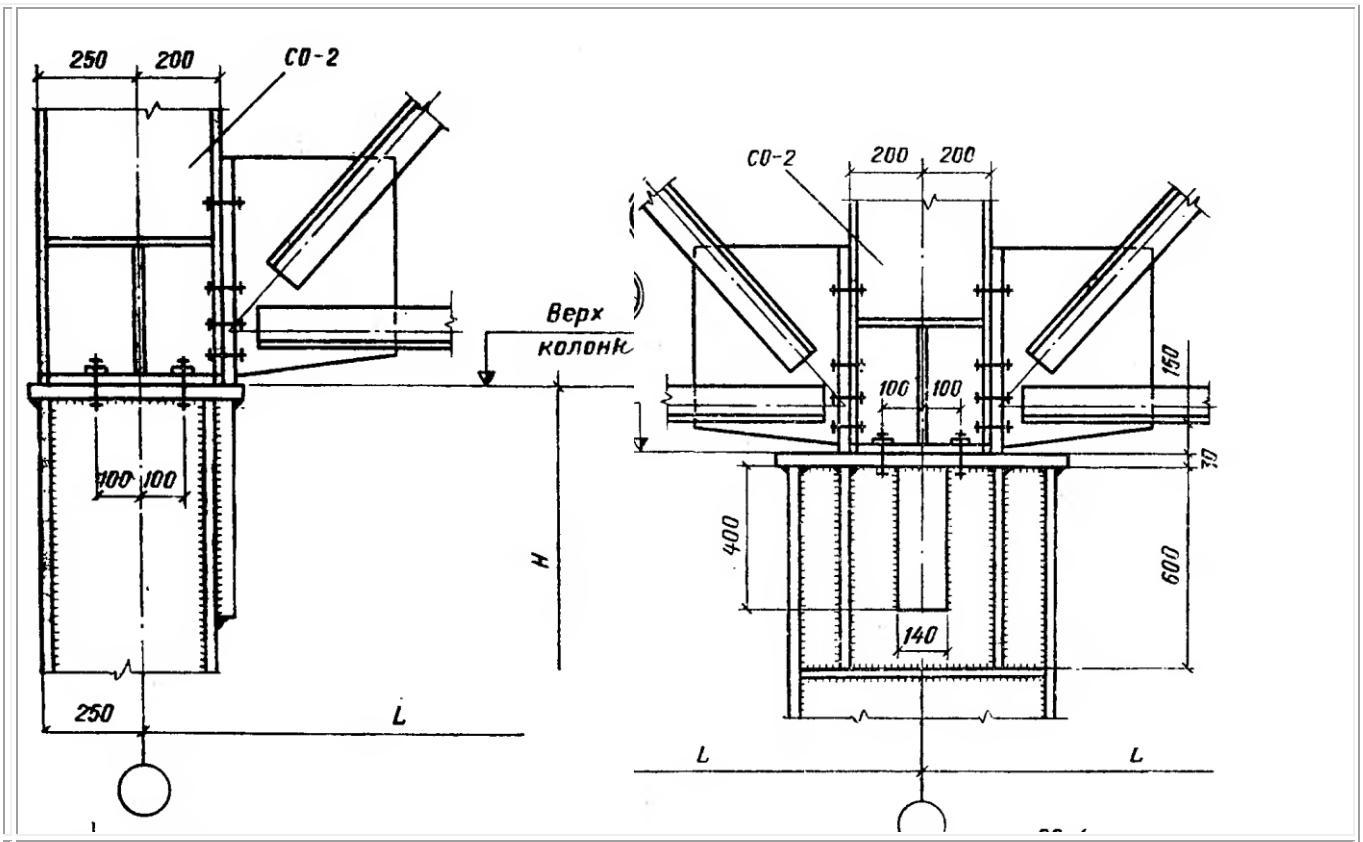

Водоизоляционный ковер (основной)
2 слоя стеклоткани на мастике
Слой рубероида насухо
Оцинкованная кровельная сталь
Эластичный утеплитель
Стальной щит
80
100
150
250
250
150
100

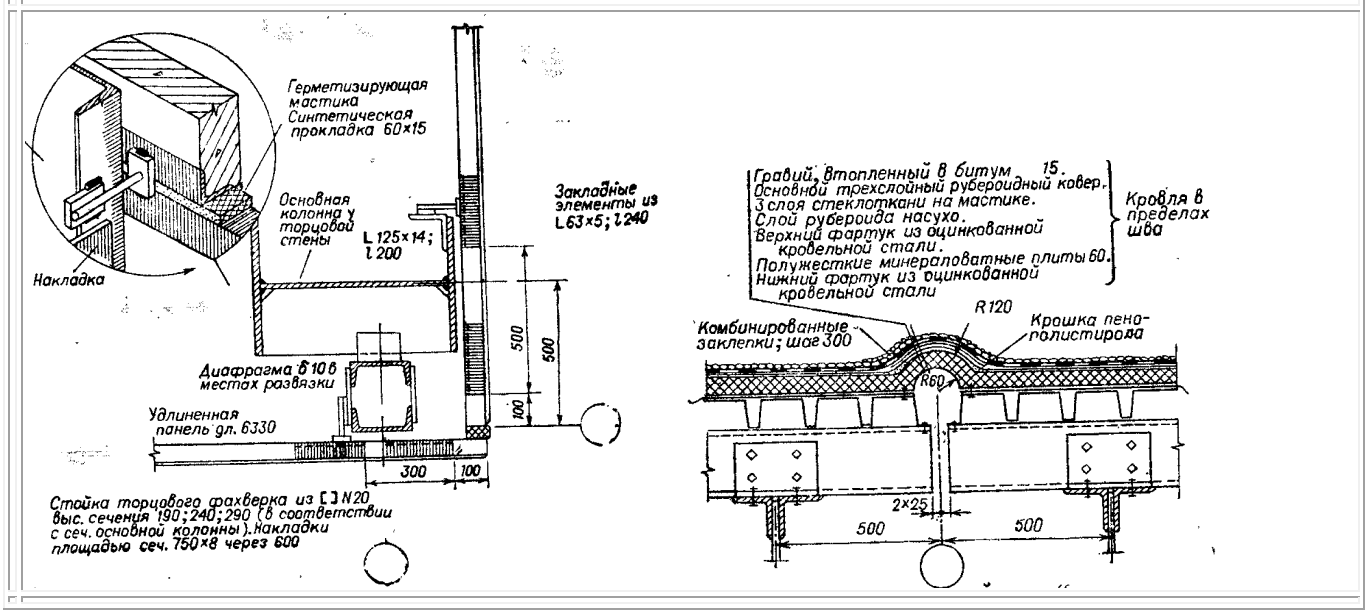

2220
900
700
550


19
Мастика
-40×4 по всей длине
Кровельная оцинкованная сталь
Гравий, втопленный в мастику
Дополнительные слои водоизоляционного ковра (верхний слой бронированный)
Дюбель 4,5×40 через 600
250
Водоизоляционный ковер (основной)
Слой дополнительного водоизоляционного ковра только в ендове
100
150
100
100


Сцеп из 2Г 125×14; l 100
Посредник через 3000 -100×10; l 100
Стойка торцового фахверка из [№ 20
150
500
-50×10; l 350
-80×5; l 80
Торцовая стена
Доборный угловой блок площ. сеч. 240×240


4
I № 36 -55
Крановый рельс
4
500
70
70





Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. По данным практической работы № 29 выполнить конструирование узлов соединения центрально-сжатой железобетонной колоны

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 31.

Тема: Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций

Цель: научиться рассчитывать каменные и армокаменные конструкции.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Кирпичные или каменные столбы применяются при строительстве гражданских и промышленных зданий.

При расчете кирпичных столбов могут различаться следующие расчетные случаи:

1. неармированная кирпичная кладка;
2. армированная кирпичная кладка.

Армированная кирпичная кладка разделяется по способу армирования:

- с поперечным армированием арматурными сетками;
- с продольным армированием арматурными стержнями.

Порядок расчета:

1. определим площадь сечения столба A;
2. определим расчетное сопротивление кладки $R/=\gamma cR$,

где γc – коэффициент условия работы;

R – расчетное сопротивление сжатию кладки;

3. определим несущую способность неармированного столба

$N\phi= mq\varphi RA$,

где mq – коэффициент, учитывающий влияние прогиба;

φ – коэффициент продольного изгиба, который зависит от упругой характеристики α и гибкости столба λ;

4. если $N\phi > N$ расчет окончен, если $N\phi < N$ производим расчет армированного столба;
5. определим расчетное сопротивление сжатию армированной кладки

$Rsk= R/ + 2\mu Rs /100$,

где μ - необходимый процент армирования;

Rs – расчетное сопротивление арматуры;

6. средний предел прочности армированной сетками кладки $2R/$
7. $Rsku=k R/ +(2\mu Rsn)/100$,

где Rsn – нормативное сопротивление арматуры;

8. определим несущую способность армированного сетками столба

$N\phi= mq\varphi Rsk A$;

9. если $N\phi > N$ расчет окончен, если $N\phi < N$ увеличиваем размеры столба.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. определить несущую способность и необходимое сетчатое армирование центрально – нагруженного кирпичного столба,

выполнить чертеж армированного столба и кладочной сетки. Кирпич керамический сплошной пластического прессования для всех вариантов.

Номер варианта	Продольная сила, *кН*	Высота, *м*	Сечение, *см*см*	Марка кирпича	Марка раствора
1	*960*	*5,6*	*64*64*	*150*	*50*
2	*680*	*4,73*	*51*51*	*100*	*25*
3	*700*	*4,65*	*51*64*	*125*	*75*
4	*810*	*4,37*	*51*64*	*150*	*75*

5	*560*	*4,89*	*64*64*	*125*	*75*
6	*730*	*5,2*	*51*51*	*100*	*75*
7	*720*	*4,48*	*51*64*	*150*	*25*
8	*470*	*3,9*	*64*64*	*100*	*50*
9	*740*	*5,35*	*51*51*	*125*	*50*
10	*650*	*5,81*	*51*64*	*150*	*25*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 32.

Тема: Подбор сечения, проверка несущей способности каменных и армокаменных конструкций

Цель: научиться рассчитывать каменные и армокаменные конструкции

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: определить несущую способность и необходимое сетчатое армирование центрально – нагруженного, выполнить чертеж армированного столба и кладочной сетки.

Продольная сила *–500кН.*

Высота – *5,4м.*

Сечение *–51*51 см.*

Марка кирпича –100.

Марка раствора -75.

Кирпич керамический сплошной пластического прессования.

Решение:

1. определим площадь сечения столба $A=0,51*0,51=0,26м2<0,3м2$;

2. определим расчетное сопротивление кладки $R/=\gamma cR=0,8*1,7=1,36МПа,$

где γc =0,8- коэффициент условия работы;

$R=1,7МПа$ – расчетное сопротивление сжатию кладки [СП 15.13330.2012, таблица 2];

3. определим несущую способность неармированного столба

$N\phi= mq\varphi R/ A=1*0,87*1,36*106*0,26= 309000Н=309кН,$

где mq =1– коэффициент, учитывающий влияние прогиба, т.к. толщина столба больше *30см*;

$\varphi=0,87$ – коэффициент продольного изгиба [СП 15.13330.2012, таблица 19];

при упругой характеристики $\alpha=1000$ [СП 15.13330.2012, таблица 16]

и гибкости столба $\lambda h=540/51=10,6$;

4. $N\phi=309кН < N=500кН,$ следовательно производим расчет армированного столба;

5. Принимаем сетки с ячейками *c=6*6см* из арматуры *4В500* с шагом *s=15см,*

тогда $\mu=(2As/cs)100=(2*0,126/6*15)100=0.28\%$ - необходимый процент армирования;

6. определим расчетное сопротивление сжатию армированной кладки

$Rsk= R/ + 2\mu Rs\gamma cs /100=1,36+2*0,28*435*0,6/100=2,82МПа$

где $Rs=435$ *МПа*– расчетное сопротивление арматуры [СП 63.13330.2012,таблица 6.14];

$\gamma cs=0,6$- коэффициент условия работы [СП 15.13330.2012, таблица 14]

$Ru=kR/=2R/=2*1,36=2,72МПа$ - средний предел прочности армированной сетками кладки;

7. $Rsku=k R/ +(2\mu Rsn)/100=2,72+(2*0,28*500)/100=5,52$ *МПа,*

где $Rsn=500МПа$– нормативное сопротивление арматуры [СП 63.13330.2012, таблица 6.13];

8. определим несущую способность армированного сетками столба

*Nф= mqφRsk A=1*0,738*2,82*106*0,26=541102Н=541,102кН> N=500кН ;*

где φ*=0,738 [*СП 15.13330.2012,таблица *19]* при упругой характеристики

αsk=α(Ru/Rsku)= 1000(2,72/5,52)=493 и *λh=540/51=10,6.*

Условие соблюдается, прочность столба, армированного сетками, обеспечена.

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. определить несущую способность и необходимое сетчатое армирование центрально – нагруженного кирпичного столба, выполнить чертеж армированного столба и кладочной сетки. Кирпич керамический сплошной пластического прессования для всех вариантов.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи, чертеж.

Практическое занятие № 33.

Тема: Расчет стальной балки

Цель: научиться производить расчет прокатных балок

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Балки являются одним из наиболее часто применяемых элементов конструкций. Они широко используются в покрытиях, междуэтажных перекрытиях зданий, в подкрановых эстакадах, в рабочих площадках промышленных цехов, в мостах и других сооружениях. По типу поперечного сечения балки бывают двутавровые, швеллерные и коробчатые. По статической схеме балки делятся на разрезные и неразрезные. По способу изготовления прокатные и составные. Балочной клеткой называется система перекрестных балок, предназначенная для опирания настила при устройстве перекрытия над какой-либо площадью. Различают следующие типы балочных клеток: упрощенная, нормальная и усложненная. В упрощенной схеме используют только главные балки. В нормальном типе – главные и поперечные вспомогательные балки. В усложненной схеме используют три вида балок: главные, вспомогательные и балки настила.

Порядок расчета:

Расчет прокатной балки:

1. определяем нормативную и расчетную погонную нагрузки на балку;
2. определяем действующие усилия *Mn,max; Mmax; Qn,max; Qmax,*

где *Mn,max* – нормативный изгибающий момент;

Mmax – расчетный изгибающий момент;

Qn,max – нормативная поперечная сила;

Qmax – расчетная поперечная сила;

3. определяем момент сопротивления *Wmp= Mmax/(1,12 Ryγc)*

где *Ry* – расчетное сопротивление стали;

γc – коэффициент условия работы;

4. по сортаменту подбираем прокатную балку;
5. проверяем прочность подобранного сечения по нормальным и касательным напряжениям *σ = Mmax/(1,12Wx)< Ryγc* и *τω= (QmaxS)/ (Ixs) < Rsγc*

где *Wx* – момент сопротивления подобранного сечения,

S – статический момент полусечения,

Ix– момент инерции,

s – толщина стенки,

Rs= 0.58Ryn/γm- расчетное сопротивление стали сдвигу

где *Ryn* – нормативное сопротивление стали
γm- коэффициент надежности по материалу;
6. Проверка жесткости подобранного сечения *f/l= (Mn,max l)/(10E Ix),*
где *l* – пролет балки;
E – модуль упругости стали;
если

f/l > f/l lim устойчивость не обеспечена принимаем больший профиль	*f/l < f/llim* устойчивость обеспечена

Ход выполнения:

1. Освоение лекционного материала по теме
2. Выполнить задание

Задание 1. произвести расчет прокатной балки. Балка выполнена из прокатного двутавра. Нагрузку на перекрытие взять из практической работы 23. Коэффициент условия работы *γc=0,95*. Марка стали: четные варианты *С255*, нечетные варианты *С245*.

№ варианта	Пролет балки на стила, *м*	Шаг балок настила, *м*	Допустимый относительный прогиб балки настила
1	*5,7*	*2,1*	*1/300*
2	*6,4*	*2,2*	*1/400*
3	*7,3*	*2,3*	*1/500*
4	*6,6*	*1,7*	*1/150*
5	*6,5*	*1,8*	*1/200*
6	*7,2*	*1,9*	*1/150*
7	*5,5*	*1,3*	*1/300*
8	*5,2*	*1,8*	*1/400*
9	*7,6*	*1,6*	*1/200*
10	*6,1*	*1,5*	*1/200*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 34.

Тема: Расчет стальной балки
Цель: научиться производить расчет прокатных балок
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: произвести расчет прокатной балки Вспомогательная балка выполнена из прокатного двутавра. Нагрузку на перекрытие взять из практической работы 2. Коэффициент условия работы *γc=0,9*. Марка стали: *С345*.

Пролет балки *6м.*
Шаг балок *3,5м.*
Допустимый относительный прогиб балки *[f/l]= 1/250*.
1. Нагрузки на *1пм* балки:
нормативная *qn=8,35*3,5=29,23кН/м;*
расчетная *q=9,875*3,5=34,56кН/м*;
2. определяем действующие усилия
нормативный изгибающий момент
*Mn,max=(qn l2)/8=(29,23*62)/8=131,54кН м;*

расчетный изгибающий момент *Mmax=(q l2)/8=(34,56*62)/8=155,52кН м;*
нормативная поперечная сила *Qn,max=(qn l)/2=(29,23*6)/2=87,69 кН;*
расчетная поперечная сила *Qmax=(q l)/2=(34,56*6)/2=103,68кН;*
3. определяем момент сопротивления
*Wmp= Mmax/(1,12 Ryγc)=(155,52*100)/(1,12*31,0*0,9)=497,7см3*
4. где *Ry =310МПа=31,0кН/см2*[СП 16.13330.2011 Стальные конструкции.
таблица В.5];
γc =0,9;
4. по сортаменту подбираем прокатную балку с параллельными поясами
№35Б1 со следующими данными: момент сопротивления подобранного сечения
Wx=581,7см3; момент инерции *Ix=10060см4*; статический момент полусечения
Sx=328,6см3; толщина стенки *s =6,2мм* [сортамент]
5. проверяем прочность подобранного сечения:
по нормальным напряжения
*σ =Mmax/(1,12Wx)=(155,52*100)/(1,12*581,7)=23,87кН/см2*
*Ryγc=31,0*0,9=27,9 кН/см2*
σ =23,87 кН/см2 < Ryγc =27,9кН/см2
и касательным напряжениям
*τω= (QmaxS)/ (Ixs) =(103,68*328,6)/(10060*0,62)=5,46 кН/см2*
*< Rsγc=17,95*0,9=16,16 кН/см2*
где *Rs= 0,58Ryn/γm=0,58*325/1,05= 179,52МПа = 17,95 кН/см2*- расчетное
сопротивление стали сдвигу,
где *Ryn =325МПа* -нормативное сопротивление стали[СП 16.13330.2011, таблица
В1];
γm=1,05 коэффициент надежности по материалу;
Прочность подобранного сечения достаточна.
6. Проверка жесткости подобранного сечения
*f/l= (Mn,max l)/(10E Ix)=(131,54*102*6*102)/(10*2,1*104*10060)=1/267,*
где *E =2,1*105МПа= 2,1*104 кН/см2*– модуль упругости стали;
f/l=1/267 < f/llim=1/250 – следовательно, общая устойчивость балки обеспечена.

Ход выполнения:

3. Освоение лекционного материала по теме
4. Выполнить задание

Задание 1. произвести расчет прокатной балки. Балка выполнена из прокатного двутавра. Нагрузку на перекрытие взять из практической работы 23. Коэффициент условия работы *γc=0,95*. Марка стали: четные варианты *С255*, нечетные варианты *С245*.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 35.

Тема: Расчет деревянной балки

Цель: научиться производить расчет деревянных балок

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Деревянные балки применяются в малоэтажном строительстве в перекрытиях, при устройстве скатных крыш, в промышленных зданиях с химически агрессивной средой и т.п. Балки могут выполняться из цельной древесины, составными или клееными.

Порядок расчета
1. определяем нормативную и расчетную погонную нагрузки на балку;
2. определяем действующие усилия *M; Q,*
где *M* – расчетный изгибающий момент;

Q – расчетная поперечная сила;
3. определяем момент сопротивления *Wx= M/ Ru*
где *Ru* – расчетное сопротивление изгибу с учетом коэффициента *mn*;
4. принимаем ширину балки *b;*
5. определяем высоту балки
$Wbh = 6\ x$
6. принимаем сечение балки с учетом сортамента пиломатериалов;
7. определяем фактическое значение момента сопротивления
$W_x = \frac{bh^2}{6}$, статического момента инерции $S_x = 0{,}5bh\frac{h}{4}$ и момента инерции $I_x = \frac{bh^3}{12}$
8. проверяем прочность подобранного сечения по нормальным и касательным напряжениям $\sigma = M/Wx < Ru$ и $\tau\omega = (QSx)/(Ixb) < Rск$
где *Rск*– расчетное сопротивление скалыванию с учетом коэффициента *mn*;
Ход выполнения:

5. Освоение лекционного материала по теме
6. Выполнить задание

Задание 1. подобрать сечение деревянной балки из цельной древесины. Класс ответственности здания II для всех вариантов.

Номер варианта	Шаг балок, м	Расчетная длина балки, м	Нормативная нагрузка, кПа	Расчетная нагрузка, кПа	Порода	Сорт/ класс
1	*1,3*	*5,3*	*4,8*	*5,8*	Ясень	*3/К16*
2	*1,7*	*6,0*	*2,4*	*3,3*	Пихта	*1/К26*
3	*1,8*	*5,2*	*2,5*	*3,4*	Сосна	*2/К24*
4	*1,9*	*5,5*	*2,6*	*3,6*	Дуб	*3/К16*
5	*1,1*	*5,4*	*4,9*	*5,9*	Акация	*1/К26*
6	*1,8*	*5,6*	*2,7*	*3,7*	Ясень	*1/К26*
7	*1,6*	*5,1*	*2,8*	*3,8*	Акация	*2/К24*
8	*1,5*	*5,4*	*2,9*	*3,9*	Листвен.	*3/К16*
9	*1,7*	*5,9*	*3,0*	*4,0*	Ель	*1/К26*
10	*1,9*	*5,1*	*3,1*	*4,1*	Береза	*2/К24*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 36.

Тема: Расчет деревянной балки
Цель: научиться производить расчет деревянных балок
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Пример оформления практической работы
Задание: подобрать сечение деревянной балки из цельной древесины.
Класс ответственности здания II.
Шаг балок – *1,2 м*.
Расчетная длина балки–*4,5м*.
Нормативная нагрузка–*3,5кПа*.
Расчетная нагрузка–*4,8кПа*.
Порода – кедр сибирский.
Сорт/класс–2/К24.
Решение:
1. определяем нормативную и расчетную погонную нагрузки на балку с учетом собственного веса *1*

м балки *gn=0,25 кН/м*;
g= gn
*γf= 0,25*1,1=0,275кН/м*
*qn=qnперекр.b+ gn=3,5*1,2+0,25=4,45 кН/м*
*q= qперекр.b+ g=4,8*1,2+0,275=6,03 кН/м*
с учетом коэффициента надежности по ответственности *γn=0,95*
*q=6,03*0,95=5,75 кН/м*
2. определяем действующие усилия:
*M=(q l2)/8=(6,03*4,52)/8=15,26кНм*– расчетный изгибающий момент;
*Q=(q l)/2=(6,03*4,5)/2=13,56кН*; – расчетная поперечная сила;
2. определяем момент сопротивления
Wx= M/ Ru=1526/1,35=1130,37см3
где *Ru=15*0,9=13,5МПа=1,35кН/см2* – расчетное сопротивление изгибу с учетом коэффициента *mn* [СП 64.13330.2011, таблицы 3,4 с.5,6];
4. принимаем ширину балки *b=15см*;
5. определяем высоту балки

$$h = \sqrt{\frac{6W_x}{b}} = \sqrt{\frac{6 * 1130,37}{15}} = 21,26см$$

6. принимаем сечение балки с учетом сортамента пиломатериалов *b=15см; h=22,5см* [сортамент].
7. определяем фактические значения:
момента сопротивления $W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{15 * 22,5^2}{6} = 1265,62см^3$,
статического момента инерции $S_x = 0,5bh\frac{h}{4} = 0,5 * 15 * 22,5\frac{22,5}{4} = 949,21см^3$
момента инерции $I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{15 * 22,5^3}{12} = 14238,28см^4$
8. проверяем прочность подобранного сечения:
по нормальным напряжениям
σ = M/Wx= 1526/1265,62=1,20кН/см2< Ru =1,35 кН/см2
по касательным напряжениям
*τω= (QSx)/ (Ixb)=(13,56*949,21)/(14238,28*15)=0,06кН/см2 < Rск=0,144 кН/см2*
где *Rск=1,6*0,9=1,44 МПа=0,144 кН/см2*– расчетное сопротивление скалыванию с учетом коэффициента *mn* [СП 64.13330.2011, таблицы 3,4 с.5,6];
Прочность обеспечена.

Ход выполнения:

7. Освоение лекционного материала по теме
8. Выполнить задание

Задание 1. подобрать сечение деревянной балки из цельной древесины. Класс ответственности здания II для всех вариантов.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 37.

Тема: Расчет железобетонной балки

Цель: научиться производить расчет и конструирование железобетонной балки прямоугольного сечения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

К изгибаемым элементам относятся плиты и балки. Балки служат опорами для плит и являются основой перекрытий. Высоту балок прямоугольного сечения принимают при высоте их до 50-*60 см* кратной *5см*, а при большей высоте- кратной *10см*. Ширина балок составляет *0,25…0,5* высоты. Армируются балки сварными или вязаными каркасами. Продольная рабочая арматура балок должна приниматься диаметром не менее 10 и не более *40мм.* Если по расчету практической работы не требуется сжатая арматура, то принимать ее необходимо конструктивно. Поперечную арматуру принимаем по таблице 14. Шаг поперечных стержней в каркасе в ¼ пролета на приопорных участках *150мм*, в пролете - *300мм*.

Последовательность расчета:

1. определяем высоту балки $h = 0,1l$,

где l – пролет балки;

2. определяем ширину балки $b = 0,5h$;

3. определяем собственный вес 1 метра балки $g = hb\gamma\gamma f$,

где γ – усредненный вес железобетона, равный *25000Н/м3*

γf – коэффициент надежности по нагрузки;

1. определяем погонную нагрузку с учетом собственного веса балки

$qp = qb + g$,

где q – полная расчетная нагрузка на перекрытие (практическая работа 2);

5. определяем изгибающий момент

$M = (qp\ l2)/8$;

6. находим коэффициент $\alpha m\ (A0)$ при оптимальном $\xi = 0,35$;

7. определяем рабочую высоту балки

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m R_b b}},$$

,

где *Rb* – расчетное сопротивление бетона сжатию;

8. сравниваем расчетную высоту балки с принятой рабочей высотой, при этом

$h0 = h - a,$

где a – расстояние от растянутого края сечения до центра тяжести площади растянутой арматуры, *a=4см* и принимаем наибольшую рабочую высоту;

9. вычисляем коэффициент

$$\alpha_m\ (A_0) = \frac{M}{R_b b h_0^2}$$

10. сравниваем $\alpha m\ (A0)$ *с AOR (A0max)*;

11. если $A0 < A0max$ расчет сжатой арматуры не производим и выполняем расчет по пунктам 12-15;

12. находим коэффициенты ξ и η;

13. сравниваем ξ и ξR;

14. определяем площадь поперечного сечения рабочей арматуры

$As = M / (Rs\ h0),$

где *RS* – расчетное сопротивление растянутой продольной арматуры;

15. принимаем по *As* диаметр продольной арматуры

16. если $A0 > A0max$ производим расчет сжатой и растянутой арматуры по пунктам 17-19;

17. определяем площадь поперечного сечения сжатой арматуры
As/= (M – Ao maxRbbh02) / Rsc(h0 – a/),
где *Rsc* – расчетное сопротивление сжатой арматуры
a/– расстояние от сжатого края сечения до центра тяжести площади сжатой арматуры, *a=4см*;
18. определяем площадь поперечного сечения растянутой арматуры
As=(η R Rb b h0 + Rsc A/s)/ Rs;
19. принимаем по *As/* и *As* сжатую и растянутую арматуру.

Ход выполнения:

9. Освоение лекционного материала по теме
10. Выполнить задание

Задание 1. определить размеры сечения и площадь сечения рабочей арматуры по данным. Нагрузку на перекрытие взять по данным сбора нагрузок практической работы 23. Класс арматуры четный вариант – *A400* , нечетный вариант – *A500*.Класс ответственности четный вариант – *III*, нечетный вариант – *II*

Номер варианта	Пролет, *м*	Шаг, *м*	Класс бетона
1	*9,0*	*5,0*	B60
2	*7,0*	*4,5*	B20
3	*7,6*	*4,6*	B30
4	*4,8*	*4,7*	B40
5	*5,6*	*4,8*	B50
6	*6,4*	*4,9*	B60
7	*8,0*	*2,3*	B20
8	*8,2*	*2,4*	B30
9	*8,8*	*2,5*	B40
10	*7,8*	*2,6*	B50

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 38.

Тема: Расчет железобетонной балки

Цель: научиться производить расчет и конструирование железобетонной балки прямоугольного сечения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: определить размеры сечения и площадь сечения рабочей арматуры. Нагрузку на перекрытие взять по данным сбора нагрузок практической работы 2. Класс арматуры– *A600*. Класс ответственности – *I*.
Пролет - 6 м.
Шаг - 4,0 м.
Класс бетона B25.
Решение:
1. определяем высоту балки
$h = 0,1l = 0,1 * 600 = 60см$;
2. определяем ширину балки $b = 0,5h = 0,5 * 60 = 30см;$
3. определяем собственный вес 1 метра балки
$g = hb\gamma\gamma f = 0,6 * 0,3 * 25000 * 1,1 = 4950Н / м$;
4. определяем погонную нагрузку с учетом собственного веса балки
$qp = qb + g = 9875 * 4,0 + 4950 = 44450Н / м = 44,45кН / м$;
5. определяем изгибающий момент
*M=(qp l2)/8 =(44,45*62)/8=200,03кНм*;

6. находим коэффициент αm *(A0)* при оптимальном ξ *=0,35 — αm=0,289*;
7. определяем рабочую высоту балки

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m R_b b}} = \sqrt{\frac{444500}{0,289 * 14,5 * 30}} = 59,46 \text{ см}$$, где R_b=14,5 *МПа* [СП 63.13330.2012 таблица 6.8];

8. полная высоту балки *h= h + a =59,46+4=63,46см>h=60см,* поэтому принимаем *h=70 см,* тогда *h0= h – a=70-4= 66 см* -рабочая высота балки;

$$\alpha_m (A_0) = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{444500}{14,5 * 30 * 66^2} = 0,235;$$

9. вычисляем коэффициент
10. αm *(A0)=0,235<AOR (A0max)=0,439*;
11. расчет сжатой арматуры не производим;
12. находим коэффициенты η*=0,865* и ξ*=0,27*;
13. ξ*=0,27<*ξ*R=0,66*;
14. определяем площадь поперечного сечения рабочей арматуры

*As = M / (Rs ηh0)=444500/(520*0,865*66)=14,97см2*,

где *RS=520МПа* [СП 63.13330.2012 таблица 6.14];

15. принимаем *2ϕ32A600 с As=16,09см*

Ход выполнения:

11. Освоение лекционного материала по теме
12. Выполнить задание

Задание 1. определить размеры сечения и площадь сечения рабочей арматуры. Нагрузку на перекрытие взять по данным сбора нагрузок практической работы 23. Класс арматуры четный вариант – *A400* , нечетный вариант – *A500*.Класс ответственности четный вариант – *III*, нечетный вариант – *II*.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 39.

Тема: Расчёт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия

Цель: определять несущую способность многопустотной плиты перекрытия; подбирать сечение арматуры

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Определяем расчетную нагрузку на 1м^2 перекрытие (без учета количества этажей) - N_p (кН/м^2);
2. Многопустотная плита перекрытия длинномерная конструкция поэтому нагрузки собираются на 1м^2, а расчет будем производить на 1 м длины при ширине плиты b (м) нагрузка будет равна:

$q^p = N_p \cdot b$, (кН/м);

где: N_p – расчетная нагрузка на 1 м^2 перекрытия (кН/м^2);

b – ширина плиты (м).

3. Определить количество отверстий в плите:

$$n = \frac{b}{159+30}$$, (шт)

где: b – ширина плиты (м);

159 – диаметр отверстий, (мм);

30 – толщина полок, (мм).

4. Назначить размеры приведенного сечения, который имеет вид тавра (полка может быть **сверху** и снизу)

$b_p = b - n \cdot 159$, (мм)

где: b – ширина плиты (мм);

n – количество отверстий, (шт);

159 – диаметр отверстий, (мм).

$b_f^{`}$=b – 20, (мм)

где: b – ширина плиты (мм);

5. Определить изгибающий момент:

$$M = \frac{q^p \cdot l_0^2}{8}, \text{(кН·м)}$$

где: q^p - расчетная нагрузка с учетом ширины плиты, (кН/м);

l_0- расчетная длина плиты, (м): определяется по формуле:

$l_0 = l$ – B, (м)

где: l – длина плиты, (м);

B – зазор между плитами, (м) B=0,1 м

6. Определить поперечную силу:

$$Q = \frac{q^p \cdot l_0}{2}, \text{(кН)}$$

где: q^p - расчетная нагрузка с учетом ширины плиты, (кН/м);

l_0- расчетная длина плиты, (м).

7. Определить площадь сечения продольной арматуры в каркасе КР-1

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b_f^{`} \cdot h_0^2},$$

где: R_b – расчетное сопротивление бетона на сжатие, (МПа), (15, стр.22, табл. 6.8)

M- изгибающий момент, (кН·м);

$b_f^{`}$- ширина полки, (м)

по таблице (Приложение Б) определяем коэффициент η.

Определить площадь поперечного сечения продольной (рабочей) арматуры в каркасе Кр-1

$$A_s = \frac{M}{\eta \cdot h_0 R_s}, \text{(см}^2\text{)}$$

где: M- изгибающий момент, (кН·м);

R_S – расчетное сопротивление арматуры на растяжение, (МПа), (15, стр.33, табл. 6.14)

h_0 – расчетная высота сечения, (см) определяется по формуле;

h_0=h-$a_в$, (мм)

где: h – высота плиты, (мм);

$a_в$ – защитный слой бетона, (мм);

η – коэффициент зависящий от A_0

8. Определить площадь поперечного сечения продольной арматуры в сетке С-1

$$A_S^{`} = 0{,}1 \cdot A_S,$$

где A_S- площадь сечения рабочей продольной арматуры, см^2

9. Конструируем сетку С-1

10. Проверить прочность плиты по наклонному сечению

$$Q \leq \frac{\varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0^2}{c}, \text{(кН)}$$

где: φ_{b2}-коэффициент, принимаемый равным 1,5; (15, стр.56 фор. 8.57);

R_{bt}-расчетное сопротивление бетона на растяжение, (МПа), (15, стр.22 табл. 6.8);

b_p-ширина ребра, (см)

h_0 – расчетная высота сечения, (см)

с-длина проекции наиболее опасного наклонного сечения на продольную ось элемента, (см) определяется по формуле:

$c = 2 \cdot h_0$, (см)

11. Проверить условие на действие изгибающего момента

$M \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0{,}5 \cdot h_f')$,

где: R_b- расчетное сопротивление бетона на сжатие, (МПа) ;

Ход выполнения:

13. Освоение лекционного материала по теме
14. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить расчет и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия по вариантам.

№ варианта	b,м	l,м	Класс рабочей арматуры	Класс бетона
1	1,2	2,4	A500	B25
2	1,5	3,0	A1000	B35
3	1,8	3,3	A400	B30
4	1,2	3,6	A500	B25
5	1,5	4,0	A500	B30
6	1,8	4,2	A400	B35
7	1,2	4,3	A400	B25
8	1,5	4,5	A500	B30
9	1,8	4,8	A600	B35
10	1,2	5,1	A1000	B30

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 40.

Тема: Расчёт и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия

Цель: определять несущую способность многопустотной плиты перекрытия; подбирать сечение арматуры.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример: Расчет многопустотной плиты перекрытия

Исходные данные: b = 1,8 м, h = 220 мм, l=6,3 м, класс бетона B35, класс арматуры A500.

Решение:

1. Согласно практической работе №2 определяем расчетную нагрузку на 1м^2 перекрытие (без учета количества этажей) - N_p =5,17(кН/м^2);

2. Многопустотная плита перекрытия длинномерная конструкция поэтому нагрузки собираются на 1м^2, а расчет будем производить на 1 м длины при ширине плиты b (м) нагрузка будет равна:

$q^p = N_p \cdot b$, (кН/м);

$q^p = 5{,}17 \cdot 1{,}8 = 9{,}31$ кН/м

3. Определить количество отверстий в плите:

$n = \frac{b}{159+30}$, (шт)

$n = \frac{1800}{159+30}$= 9,5 ≈ 9 шт

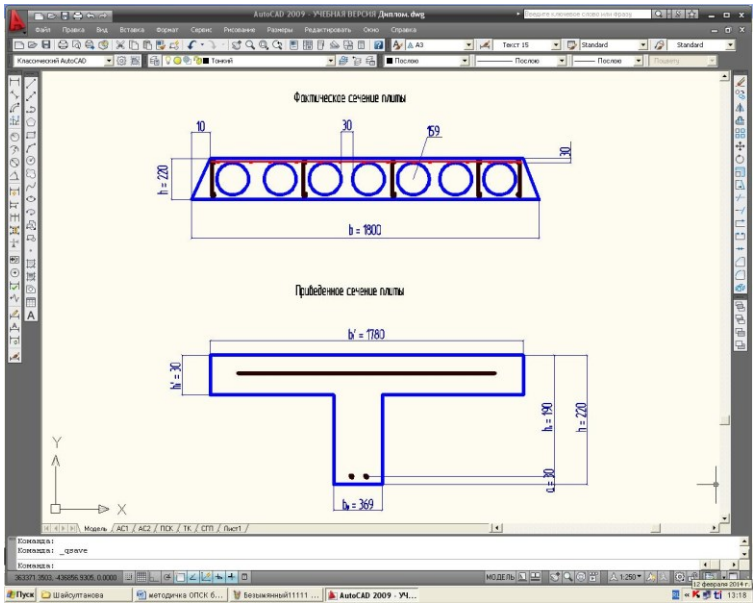
4. Назначить размеры приведенного сечения, который имеет вид тавра (полка может быть **сверху** и снизу)

$b_р$=b - n·159, (мм)

$b_р$=1800 - 9·159 = 369 мм

$b_f^`$=b – 20, (мм)

$b_f^`$=1800 – 20 = 1780 мм



5. Определить изгибающий момент:

$M = \frac{q^р \cdot l_0^2}{8}$, (кН·м)

$l_0 = l$ – В, (м)

l_0 =6,3 – 0,1 =6,2 м

$M = \frac{9{,}31 \cdot 6{,}2^2}{8}$ =44,7 кН·м

6. Определить поперечную силу:

$Q = \frac{q^р \cdot l_0}{2}$, (кН)

$Q = \frac{9{,}31 \cdot 6{,}2}{2}$ = 28,8 кН

7. Определить площадь сечения продольной арматуры в каркасе Кр-1

$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b_f^` \cdot h_0^2}$,

где: R_b = 19,5 МПа = 1,95 кН/см^2, (15, стр.22 табл. 6.8)

h_0=h-$a_в$, (мм)

h_0 = 220 – 30 = 190 мм

$A_0 = \frac{4470}{1{,}95 \cdot 178 \cdot 19^2}$= 0,03

по таблице определяем коэффициент η = 0,985

Определить площадь поперечного сечения продольной (рабочей) арматуры в каркасе Кр-1

$$A_s = \frac{M}{\eta \cdot h_0 R_s}, (см^2)$$

$$A_s = \frac{4470}{0{,}985 \cdot 19 \cdot 43{,}5} = 5{,}49 \text{ см}^2$$

R_S = 435 МПа = 43,5 кН/см^2, (15, стр.33 табл. 6.14)

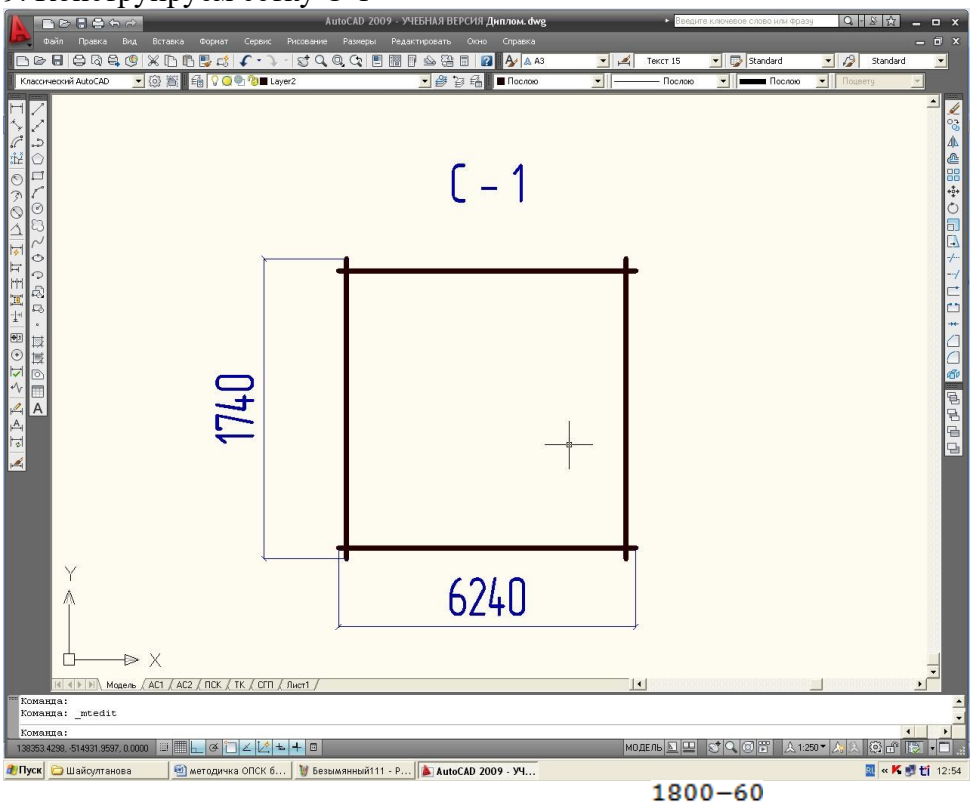
Принимаем 2 стержня диаметром 20, A_S = 6,28 см^2

8. Определить площадь поперечного сечения продольной арматуры в сетке С-1

$$A_S^{`} = 0{,}1 \cdot A_S,$$

$$A_S^{`} = 0{,}1 \cdot 6{,}28 = 0{,}63 \text{ см}^2$$

9. Конструируем сетку С-1



Определяем количество продольных стержней $\frac{1800-60}{200}$ = 8 стержней диаметром 4 $A_S^{`}$ =1,01 см^2

Определяем количество поперечных стержней $\frac{6300-60}{200}$ = 31 стержень

10. Проверить прочность плиты по наклонному сечению

$$Q \leq \frac{\varphi_{b2} R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0^2}{c}, (кН)$$

где: φ_{b2}=1,5, (15, стр.56 фор. 8.57);

R_{bt}= 1,3 МПа = 0,13 кН/см^2, (15, стр.22 табл.6,8);

$c = 2 \cdot h_0$, (см)

$c = 2 \cdot 19$= 38 см

$$28{,}4 \leq \frac{1{,}5 \cdot 0{,}13 \cdot 36{,}9 \cdot 19^2}{38} = 68{,}36 \text{ (кН)}$$

Условие выполняется.

11. Проверить условие на действие изгибающего момента

$M \leq R_b \cdot b_f^{`} \cdot h_f^{`} \cdot (h_0 - 0{,}5 \cdot h_f^{`})$, (кН·см)

где: R_b= 19,5 МПа = 1,95 кН/см^2, (15, стр.22 табл.6,8)

$4330 \leq 1{,}95 \cdot 178 \cdot 3 \cdot (19 - 0{,}5 \cdot 3)$= 18222,7 кН·см

Условие выполняется

Ход выполнения:

15. Освоение лекционного материала по теме
16. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить расчет и конструирование многопустотной железобетонной плиты перекрытия по вариантам (практическая работа №39.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 41.

Тема: Расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения

Цель: определять несущую способность ребристой плиты покрытия; подбирать сечение арматуры; определять погиб ребристой плиты.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Ребристая плита перекрытия длинномерная конструкция поэтому нагрузки собираются на 1м^2, а расчет будем производить на 1 м длины при ширине плиты b (м) нагрузка будет равна:

$q^p = N_p \cdot b$, (кН/м);

где: N_p – расчетная нагрузка на 1 м^2 перекрытия (кН/м^2);

b – ширина плиты (м).

2. Назначить размеры приведенного сечения, который имеет вид тавра (полка может быть **сверху** и снизу)

b_p - сумма двух ребер, (мм)

где: b – ширина плиты (мм);

$b_f^{`}$=b – 30, (мм)

где: b – ширина плиты (мм);

3. Определить изгибающий момент:

$M = \frac{q^p \cdot l_0^2}{8} \cdot \gamma_n$, (кН·м)

где: q^p - расчетная нагрузка с учетом ширины плиты, (кН/м);

γ_n - коэффициент надежности по назначению;

l_0 - расчетная длина плиты, (м): определяется по формуле:

$l_0 = l$ – В, (м)

где: l – длина плиты, (м);

В – зазор между плитами, (м) В=0,1 м

4. Определить поперечную силу:

$Q = \frac{q^p \cdot l_0}{2} \cdot \gamma_n$, (кН)

где: q^p - расчетная нагрузка с учетом ширины плиты, (кН/м);

l_0 - расчетная длина плиты, (м).

5. Определить площадь сечения продольной арматуры в каркасе КР-1

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b_f' \cdot h_0^2},$$

где: R_b – расчетное сопротивление бетона на сжатие, (МПа), (15, стр.22, табл. 6.8)
M- изгибающий момент, (кН·см);
b_f' - ширина полки, (м)
по таблице определяем коэффициент η.
Определить площадь поперечного сечения продольной (рабочей) арматуры в каркасе Кр-1

$$A_s = \frac{M}{\eta \cdot h_0 R_s}, (см^2)$$

где: M- изгибающий момент, (кН·см);
R_S – расчетное сопротивление арматуры на растяжение, (МПа), (15, стр.33, табл. 6.14)
h_0 – расчетная высота сечения, (см) определяется по формуле;
$h_0 = h - a_в$, (мм)
где: h – высота плиты, (мм);
$a_в$ – защитный слой бетона, (мм);
η – коэффициент, зависящий от A_0
принимаем 4 стержня диаметром
6. Проверить прочность плиты по наклонному сечению

$$Q \leq \frac{\varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0^2}{c}, (кН)$$

где: φ_{b2}-коэффициент принимаемый равным 1,5, (15, стр.56 фор. 8.57);
R_{bt}-расчетное сопротивление бетона на растяжение, (МПа), (15, стр.22, табл. 6.8);
b_p-ширина ребра, (см)
h_0 – расчетная высота сечения, (см)
c-длина проекции наиболее опасного наклонного сечения на продольную ось элемента, (см)
определяется по формуле:
$c = 2 \cdot h_0$, (см)
7. Проверить условие на действие изгибающего момента

$$M \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0{,}5 \cdot h_f'),$$

где: R_b- расчетное сопротивление бетона на сжатие, (МПа) , (15, стр.22, табл. 6.8);
b_f' - ширина полки, (см);
h_f'- высота полки, (см);
h_0- расчетная высота сечения, (см).
8. Расчет плиты по второй группе предельных состояний
8.1 Определить кривизну в середине пролета плиты

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{E_s \cdot A_s \cdot h_0^2} \cdot \frac{M - k_{2,ld} \cdot b_p \cdot h^2 \cdot R_{bt,ser}}{k_{1,ld}}, см^{-1}$$

где: $R_{bt,ser}$- расчетное сопротивление бетона на растяжение по второй группе предельных состояний, (МПа) , (15, стр.22, табл. 6.8);
E_s- модуль упругости арматуры, (МПа), (15, стр.34, п. 6.2.12);

A_s- площадь сечения продольной арматуры, см^2;

M- изгибающий момент, (кН·м)

b_p- ширина ребра, (см);

h- высота продольных ребер, (см);

h_0- расчетная высота сечения, (см);

$k_{1,ld}$, $k_{2,ld}$– коэффициент

$\mu\alpha = \frac{A_s}{b_p \cdot h_0} \cdot \frac{E_s}{E_b}$,

где: E_b- модуль упругости бетона, (МПа) , (15, стр.25, табл. 6.11);

E_s- модуль упругости арматуры, (МПа), (15, стр.34, п. 6.2.12);

A_s- площадь сечения продольной арматуры, см^2;

b_p- ширина ребра, (см);

h_0- расчетная высота сечения, (см).

8.2 Определить прогиб

$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{1}{r} \cdot l_0^2$, см

где: l_0 - расчетная длина плиты, см;

$\frac{1}{r}$- кривизна в середине пролета плиты, ($см^{-1}$)

Ход выполнения:

Задание 1. Выполнить расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения по вариантам.

№ варианта	Класс бетона	Класс продольной арматуры	Длина плиты l, м	Ширина плиты b, м	Размеры приведенного сечения плиты	Расчетная нагрузка на 1 м^2		
1	B25	A400	6,0	1,2		9,2		
2	B20	A400	6,0	1,2		7,5		
3	B25	A500	6,0	1,2		8,6		
4	B30	A400	6,0	1,2		7,0		
5	B25	A400	6,0	1,5		9,0		
6	B40	A600	6,0	1,5		10,4		
7	B30	A400	6,0	1,5		11,1		
8	B30	A400	6,0	1,8		12,0		
9	B20	A500	6,0	1,8		12,0		
10	B25	A500	6,0	1,8		7,8		

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 42.

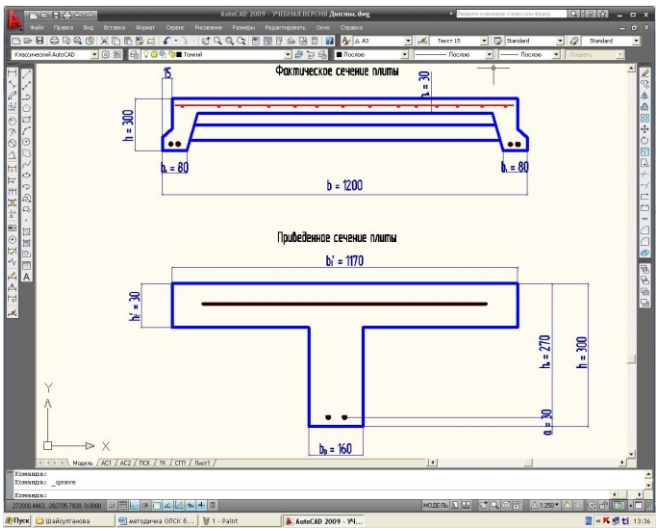
Тема: Расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения

Цель: определять несущую способность ребристой плиты покрытия; подбирать сечение арматуры; определять погиб ребристой плиты.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример: Расчет ребристой плиты покрытия
Исходные данные: b = 1,2 м, h = 300 мм, l=6,0 м, класс бетона В25, класс арматуры А500, N_p=12,2 кН/ м^2, $h_f^{`}$= 3см, b_p= 16см, h = 30см
Решение:
1. Ребристая плита перекрытия длинномерная конструкция поэтому нагрузки собираются на 1м^2, а расчет будем производить на 1 м длины при ширине плиты b (м) нагрузка будет равна:
$q^p = N_p \cdot b$, (кН/м);
$q^p = 12,2 \cdot 1,2 = 14,64$ кН/м
2. Назначить размеры приведенного сечения, который имеет вид тавра (полка может быть **сверху** и снизу)
b_p - сумма двух ребер, (мм)
b_p – 80 + 80 = 160 мм
$b_f^{`}$=b – 30, (мм)
$b_f^{`}$=1200 – 30 = 1170 мм



3. Определить изгибающий момент:
$$M = \frac{q^p \cdot l_0^2}{8}, \text{ (кН·м)}$$
$l_0 = l$ – В, (м)
l_0 =6,0 – 0,1 = 5,9 м
$$M = \frac{14,64 \cdot 5,9^2}{8} = 63,7 \text{ кН·м}$$
4. Определить поперечную силу:
$$Q = \frac{q^p \cdot l_0}{2} \cdot \gamma_n, \text{ (кН)}$$
$$Q = \frac{14,64 \cdot 5,9}{2} = 43,19 \text{ кН}$$
5. Определить площадь сечения продольной арматуры в каркасе КР-1
$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b_f^{`} \cdot h_0^2},$$
$$A_0 = \frac{6370}{1,45 \cdot 117 \cdot 26^2} = 0,05$$
по таблице (Приложение Б) определяем коэффициент η = 0,97

Определить площадь поперечного сечения продольной (рабочей) арматуры в каркасе Кр-1

$A_s = \frac{M}{\eta \cdot h_0 R_s}$, (см^2)

h_0=h-$a_в$, (мм)

h_0=300 – 40 = 260 мм

$A_s = \frac{6370}{0,97 \cdot 26 \cdot 43,5}$ = 5,8 см^2

Принимаем 4 стержня диаметром 14 мм A_s = 6,16 см^2 располагая по 2 стержня в каждом ребре.

6. Проверить прочность плиты по наклонному сечению

$Q \leq \frac{\varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0^2}{c}$, (кН)

$c = 1 \cdot h_0$, (см)

$c = 1 \cdot 26$= 26 см

$40,33 \leq \frac{1,5 \cdot 0,105 \cdot 16 \cdot 26^2}{26}$ = 65,52 кН

Условие выполняется.

7. Проверить условие на действие изгибающего момента

$M \leq R_b \cdot b_f^{`} \cdot h_f^{`} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f^{`})$, (кН·см)

$5848 \leq 1,45 \cdot 117 \cdot 3 \cdot (26 - 0,5 \cdot 3)$= 12469 кН·см

Условие выполняется.

8. Расчет плиты по второй группе предельных состояний

8.1 Определить кривизну в середине пролета плиты

$\frac{1}{r} = \frac{1}{E_s \cdot A_s \cdot h_0^2} \cdot \frac{M - k_{2,ld} \cdot b_p \cdot h^2 \cdot R_{bt,ser}}{k_{1,ld}}$, см$^{-1}$

$\mu\alpha = \frac{A_s}{b_p \cdot h_0} \cdot \frac{E_s}{E_b}$,

$\mu\alpha = \frac{6,16}{16 \cdot 26} \cdot \frac{20 \cdot 10^4}{30 \cdot 10^3}$= 0,09

$\frac{1}{r} = \frac{1}{20 \cdot 10^4 \cdot 6,16 \cdot 26^2} \cdot \frac{5848 - 0,08 \cdot 16 \cdot 30^2 \cdot 0,155}{0,43}$ =1,6· 10^{-5}см$^{-1}$

8.2 Определить прогиб

$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{1}{r} \cdot l_0^2$, см

$f = \frac{5}{48} \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot 580^2$ = 0,56 см

Условие выполняется

Ход выполнения:

17. Освоение лекционного материала по теме
18. Выполнить задание

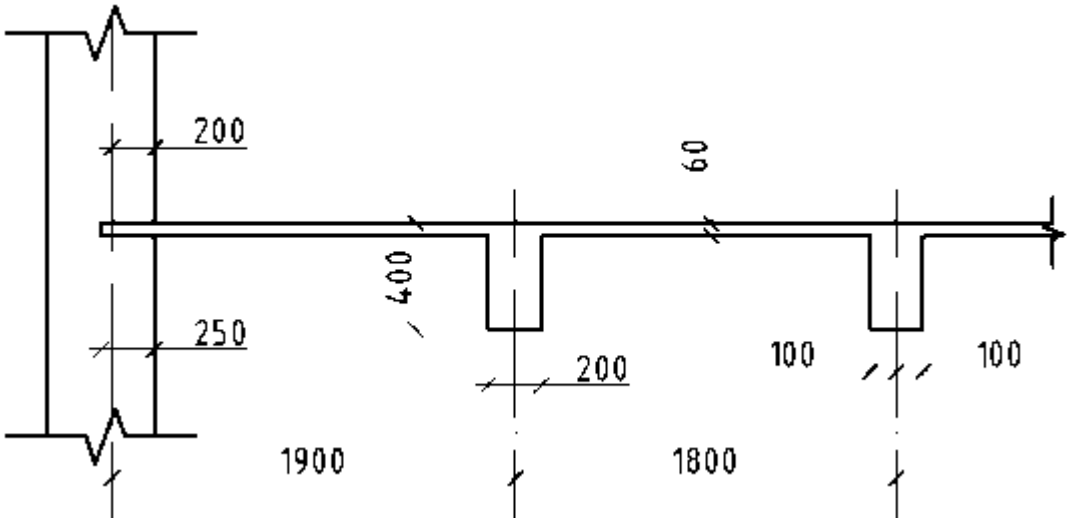
Задание 1. Выполнить расчет и конструирование ребристой железобетонной плиты таврового сечения по вариантам (практическая работа №41).

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 43.

Тема: Расчет и армирование безбалочного перекрытия

Цель: научиться выполнять расчет и армирование безбалочного перекрытия
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Монолитное ребристое перекрытие компонуем с поперечными главными балками и продольными второстепенными балками. Второстепенные балки располагаются по осям колонн и в третях главной балки, при этом пролеты плиты между осями ребер равны: принимаем пролеты 2х1,9 и 1,8 м.
Предварительно задаемся размерами сечения балок:
-главная балка:
-высота
-ширина
-второстепенная балка:
-высота
-ширина
Расчет многопролетной плиты ребристого перекрытия
Расчетный пролет и нагрузки



Монолитная плита ребристого перекрытия

Расчетный пролет плиты равен расстоянию в свету между гранями ребер в продольном направлении.
Отношение пролетов 5.75/1,55=3,7>2 - плиту рассчитываем, как работающую по короткому направлению. Принимаем толщину плиты 0,06м.
Таблица 3 - нагрузка на 1 м^2 перекрытия

№ п/п	Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка. Па	Коэф. надёжности по нагрузке γ_f	Расчётная нагрузка, Па
	Постоянная			
1	Собственный вес плиты	1500	1,1	1650
1.	д=60 мм, с=2500 кг/м3	600	-	750
2.	Собственный вес пола			
	Итого			
2100	-	2400		
	Временная			
	Полная	6500	1,2	7800
2	в т. ч.	4340	1,2	5200
	длительная	2160	1,2	2600
	кратковременная			

Полная нагрузка

Поэтому принимаем шаг поперечной арматуры у опор не более $s_w=0,5h_0=230$мм и не более 300мм.

В пролете принимаем шаг не более $3/4h_o = 340$мм.

Принимаем шаг у опоры $S_1= 230$ мм, в пролете $S_2=340$ мм.

Требуемая площадь стержня арматуры:

$A_{sw}= q_{sw}*S_1 / R_{sw} = 100,58\cdot10^3\cdot0,23 / 300\cdot10^6 = 0,77$ см^2

Принимаем хомуты 10 В500 с площадью сечения $A_{sw}=0,785$ см^2

$Дq_{sw} = 0,75(q_{sw1} - q_{sw2}) = 0,75(100,58-69,26)=23,49$ кН/м , где

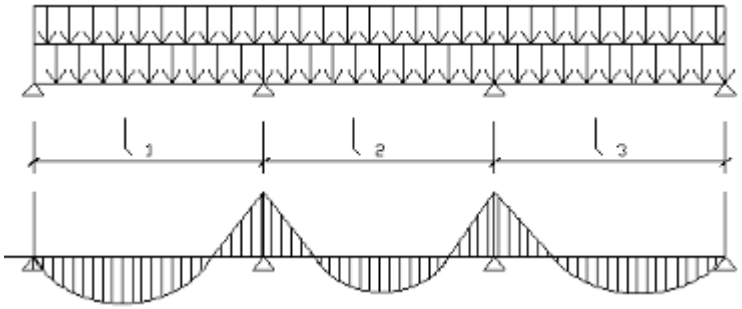
$$q_{sw2} = \frac{R_{sw}A_{sw2}}{s_{sw2}} = \frac{300\cdot10^6\cdot0,785\cdot10^{-4}}{0,34} = 69,26\ кН/м$$

Тогда т.к. $Дq_{sw} > q_1$,то

,

$$l_1 = \frac{Q_{max} - (Q_{b,min} + 1,5q_{sw2}h_0)}{q_1} - 2h_b = \frac{152,86 - (56,96 + 1,5\cdot69,26\cdot0,465)}{21,52} - 2\cdot0,465 = 1,28м$$

где $Q_{b,min}=0,5R_{bt}bh_o = 0,5\cdot0,98\cdot250\cdot465 = 56960$Н $= 56,96$ кН.



$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{2,5\cdot10^3}{8,5\cdot10^6\cdot1\cdot0.045^2} = 0.145$$

$$A_s = \frac{M}{R_b \eta h_0} = \frac{2,5\cdot10^3}{415\cdot10^6\cdot0.923\cdot0.045} = 1,45см^2 \quad \alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{2\cdot10^3}{8,5\cdot10^6\cdot1\cdot0.045^2} = 0.116$$

$$A_s = \frac{M}{R_b \eta h_0} = \frac{2\cdot10^3}{415\cdot10^6\cdot0.938\cdot0.045} = 1,14см^2 \quad M = (g+v)l_{кр}^2/14 = 21,31\cdot5,9^2/14 = 52,99кНм$$

$$\frac{v}{g} = \frac{14.1}{7.21} = 1.96 \le 3 \quad M_{0425} = \beta(g+v)l_{cp}^2/16 = -0.4\cdot47.95 = -19.18кНм$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{54,59\cdot10^3}{13\cdot10^6\cdot0,25\cdot0,465^2} = 0,077 \quad A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0} = \frac{54,59\cdot10^3}{270\cdot10^6\cdot0,96\cdot0,465} = 4,53см^2$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{136,48\cdot10^3}{13\cdot10^6\cdot0,25\cdot0,465^2} = 0,194 \quad A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0} = \frac{136,48\cdot10^3}{270\cdot10^6\cdot0,892\cdot0,465} = 12,18см^2$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{114,7\cdot10^3}{13\cdot10^6\cdot0,25\cdot0,465^2} = 0,163 \quad q_{sw} = \frac{Q_{max} - Q_{b1}}{1,5h_0} = \frac{152,86 - 82,7}{1,5\cdot0,465} = 100,58кН/м$$

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{79,46}{21,52}} = 1,922м \quad \frac{q_{sw}}{R_{bt}b} = 0,4 < 2,0$$

$$\sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{79,46}{21,52}} = 1,922м > \frac{2h_0}{1 - 0,5\frac{q_{sw}}{R_{bt}b}} = \frac{2\cdot0,465}{1 - 0,5\cdot0,4} = 1,162м$$

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{0,75q_{sw} + q_1}} = \sqrt{\frac{79,46}{0,75\cdot100,58 + 21,52}} = 0,905м \quad Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{79,46\cdot10^3}{0,916} = 86,75\ кН$$

Т.к. $c < 2h_o + l_1$, тогда $Q_{sw2} = 0,75[q_{sw1}c_o - (q_{sw1} - q_{sw2})(c - l_1)]$=0,75[100,58·0,905-(100,58-69,26)·(0,905-1,28)]=102,77 кН

Проверяем условие:

Q_b Q_{sw} = 102,77 + 63,84 = 166,61 кН > Q = 133,38 кН

В результате расчета все условия соблюдаются, а значит прочность по наклонным сечениям обеспечена.Была рассчитана ребристая плита номинальными размерами: ширина 1200 мм, длина 6000 мм, высота 300мм. Бетон для плиты принят класса В40.

Был сконструирован и рассчитан неразрезной ригель, центрально-сжатая колонна, трехступенчатый фундамент, вариант монолитного ребристого перекрытия. Бетон для перечисленных элементов принят В15.

Размеры, армирование элементов показано на прилагаемой иллюстрированной части.

Ход выполнения:

Задание 1. Выполнить расчет и армирование безбалочного перекрытия жилого дома

Тип здания . . . . . гражданское

Размер здания в плане А×Б . . . . . 28×37 м

Количество этажей n1 5

Высота этажа Н1 . . . . . 3,4 м

Нормативная временная нагрузка на перекрытие рн 8,1 кН/м2

Район строительства . . . . . г. Минск

Характер грунта:

удельный вес . . . . . .

угол внутреннего терния . . . . . .

1900 кг

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

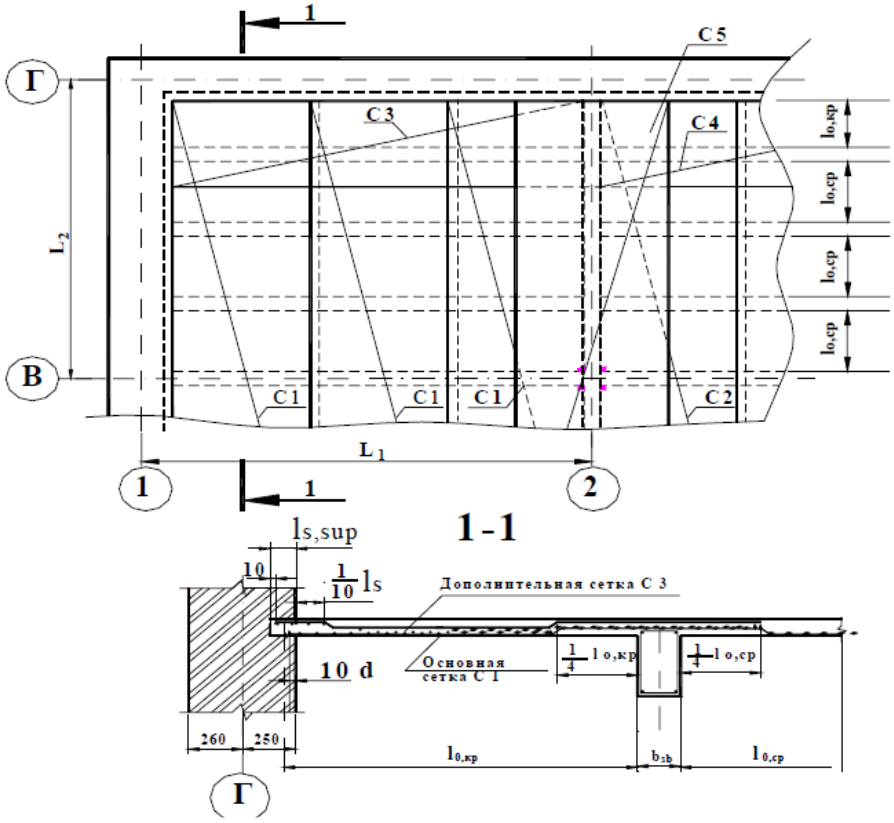
Практическое занятие № 44.

Тема: Расчет и армирование безбалочного перекрытия

Цель: научиться выполнять расчет и армирование безбалочного перекрытия.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:



Ход выполнения:

19. Освоение лекционного материала по теме
20. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить конструирование безбалочного перекрытия по практической работе №43

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 45.

Тема: Расчёт осадки оснований

Цель: научиться определять расчетное сопротивление грунта

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Расчетное сопротивление грунта зависит от глубины заложения фундамента, размеров подошвы, удельного веса грунта.

Порядок расчета:

определяем расчетное сопротивление грунта

$R = (\gamma c1 \gamma c2 /k)[M\nu kz\, b\gamma II + Mq\, d1\, \gamma / II + (Mq-1)\, d\, b\gamma / II + Mc\, c\, n],$

где $\gamma c1, \gamma c2$ - коэффициенты условий работы соответственно грунтового основания и здания,

k – коэффициент, принимаемый $k=1$, если расчетные характеристики получены в результате непосредственного испытания образцов грунта; $k=1,1$, если они получены по косвенным данным;

$M\nu, Mq, Mc$ – безразмерные коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения;

kz– коэффициент принимаемый равным 1;

b – меньшая сторона подошвы фундамента;

γII – осредненный удельный вес грунта, залегающего ниже подошвы фундаментов;

γ /II – осредненный удельный вес грунта, залегающего выше подошвы фундаментов;

$d\, b$ – глубина подвала;

$c\, n$ – расчетное удельное сцепление грунта, залегающего непосредственно под

подошвой фундамента;
d1 – глубина заложения фундамента
Пример оформления практической работы
Задание: определить расчетное сопротивление грунта основания фундамента под колонну здания. Фундамент с подошвой прямоугольной формы
*a*b=2,0*2,2м,* имеет глубину заложения *d1=2,2м.* Здание без подвала. Отношение длины к высоте равно *1,5.*
Грунт основания – песок мелкий, маловлажный.
Угол внутреннего трения *φпо=360.*
Осредненный удельный вес грунта *γII=γII/ =19,6кН/м3=0,0196МПа.*
Расчетное удельное сцепление грунта *сп, =4кПа=0,004МПа*
Решение:
определяем расчетное сопротивление грунта
$R = (\gamma c1 \gamma c2 /k)[M\nu kz\, b\gamma II + Mq\, d1\, \gamma / II + (Mq-1)\, d\, b\gamma / II + Mc\, c\, n] =$
$= (1,3*1,3/1,1)\,(1,81*1*2*0,0196+8,24*2,2*0,0196+9,97*0,004)=0,672МПа,$
где *γc1=1,3 ,γc2=1,3* – коэффициенты условий работы [СП 22.13330.2011, таблица 5.4],
k=1,1, так как расчетные характеристики получены по косвенным данным;
Mν=1,81, Mq=8,24, Mc =9,97– безразмерные коэффициенты [СП 2.13330.2011, таблица 5.5].

Ход выполнения:

21. Освоение лекционного материала по теме
22. Выполнить задание

Задание 1. определить расчетное сопротивление грунта основания фундамента под колонну здания. Фундамент с подошвой прямоугольной формы *a*b*
имеет глубину заложения *d1*. Здание без подвала. Отношение длины к высоте равно*4*.

№ варианта	Размеры фундамента *a*b*	Глубина заложения *d1*	Наименование грунта	Расчетные характеристики грунта		
				Угол внутреннего трения *φпо*	Осредненный удельный вес грунта *γII=γII/, кН/м3*	Расчетное удельное сцепление грунта *сп, кПа*
1	*3,9*3,4*	*2,8*	Пески пылеватые маловлажные	*32*	*18*	*5*
2	*4*3,5*	*2,9*	Пески пылеватые маловлажные	*31*	*19*	*2*
3	*3,8*3,6*	*3*	Пески пылеватые маловлажные	*30*	*19*	*3*
4	*3,6*3,4*	*2,9*	Пески пылеватые маловлажные	*28*	*19*	*5*
5	*3,4*3,2*	*2,8*	Пески пылеватые маловлажные	*27*	*19*	*6*
6	*2,1*1,6*	*1*	Пески крупные	*43*	*16*	*1*
7	*2,2*1,7*	*1,1*	Пески крупные	*42*	*16*	*2*
8	*2,3*1,8*	*1,2*	Пески крупные	*41*	*16*	*2*
9	*2,4*1,9*	*1,3*	Пески крупные	*40*	*16*	*2*
10	*3,8*3,3*	*2,7*	Пески пылеватые	*26*	*20*	*3*

			насыщенные во дой			

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 46.

Тема: Расчет и конструирование ленточного фундамента

Цель: Усвоить порядок расчета ленточного фундамента на прочность, определение ширины подошвы фундамента, расчет и конструирование арматурной сетки по подошве фундамента

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

1. Назначение глубины заложения фундамента.

Глубина заложения фундамента d1 (расстояние от отметки планировки до подошвы фундамента) обычно назначается с учетом:

- геологических и гидрогеологических условий площадки строительства;
- климатических особенностей района строительства (глубины промерзания);
- конструктивных особенностей зданий и сооружений.

Влияние геологических и гидрологических факторов. При определении глубины заложения фундамента, стремятся чтобы подошва фундамента передавала нагрузку на относительно прочные грунты, расположенные выше уровня грунтовых вод. Не рекомендуется опирать фундаменты на рыхлые пески, текучие и текучепластичные глинистые грунты, грунты с большим количеством органических веществ (торфы, лессы и т.п.), неуплотненные насыпные грунты и др.

Влияние климатических особенностей. Глубина промерзания грунтов учитывается при назначении глубины заложения фундаментов в случае, если при сезонном промерзании грунта происходит его пучение. Возможность морозного пучения грунта определяется по таб.2 СНиП 2.02.02-83*. В случае если возможно пучение грунтов, глубина заложения фундаментов принимается не менее расчетной глубины промерзания. Расчетная глубина промерзания грунта определяется по формуле.

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

где kn - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимается по таб.1 СНиП 2.02.01-83* Основания и фундаменты;

dfn - нормативная глубина сезонного промерзания грунта, принимается по климатической карте «Районирование территории РФ по массе снегового покрова».

Влияние конструктивных особенностей зданий и сооружений. На глубину заложения фундаментов влияет наличие и глубина подвалов. Проектируя фундаменты из сборных элементов (фундаментных подушек и блоков) следует учитывать их размеры и положение по отношению к планировочной отметке. При окончательном назначении глубины заложения фундамента d1 ее принимают равной максимальному значению из величин, определенных из условий геологии строительной площадки, климатических и конструктивных условий (окончательная глубина заложения фундамента принимается кратной 100мм).

2. Определение размеров подошвы фундамента.

Расчет ленточного фундамента ведется по второй группе предельных состояний. Предварительную площадь подошвы фундамента назначаем по формуле:

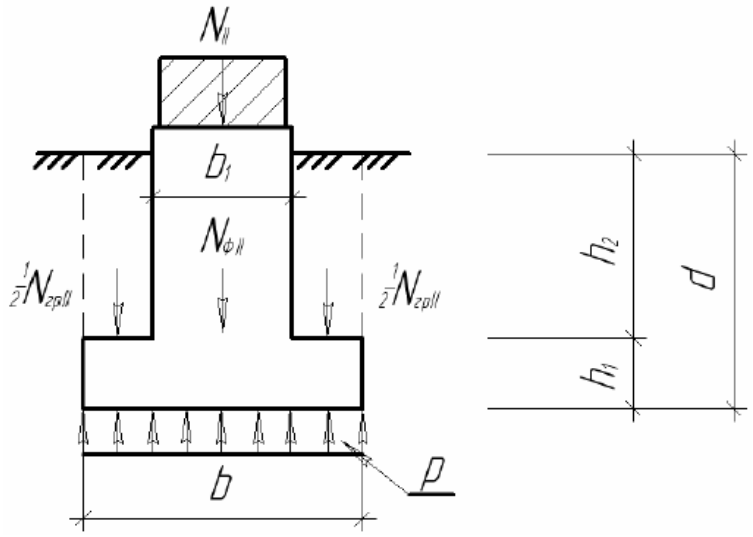
$$A_f = \frac{N_{II}}{R_0 - \gamma_{cp} d_1} ,$$

где NII - нормативная нагрузка от вышележащих конструкций в уровне верха фундамента, кН;

R0 - расчетное сопротивление грунта, принимаемое по таб.1-5 приложения 1 СНиП 2.02.01-83*, кПа

γ ср =20кН/м3 - средняя плотность грунта и материала фундамента в параллелепипеде с размерами $d * b *$1м

d1 – глубина заложения фундамента.



Ширина подошвы ленточного фундамента
$b = Af/ l$,
где l - длина расчетного участка:
- при расчете под внутреннюю стену l =1м;
- при расчете под наружную стену l = расстоянию между осями оконных проемов.
По каталогу принимается ширина подушки фундамента b. Ширина подушки может изменится при дальнейшем расчете.
Определяется расчетное сопротивление грунта основания с учетом принятой глубины заложения и ширины подошвы фундамента по формуле (7) СНиП 2.02.01-83*:

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

где $\gamma_{c1};\gamma_{c2}$ - коэффициенты условий работы, принимаемые по таб.3 СНиП 2.02.01-83*;

k - коэффициент, принимаемый равным: k =1, если прочностные характеристики грунта (φ,c) определены непосредственными испытаниями, и k =1,1, если они приняты по таб.1-3 приложения 1 СНиП 2.02.01-83*;

M_γ, M_q, M_c - коэффициенты, принимаемые по таб.4 СНиП 2.02.01-83*;

k_z - коэффициент, принимаемый равным:

при b<10м $k_z = 1$;

при b≥ 10м $k_z = \frac{z_0}{b} + 0{,}2$ (здесь $z_0 = 8м$);

b – ширина подошвы фундамента, м;

γ_{II} - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии грунтовых вод определяется с учетом взвешивающего свойства воды), кН/м^3;

γ'_{II} - то же, залегающих выше подошвы;

c_{II} - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

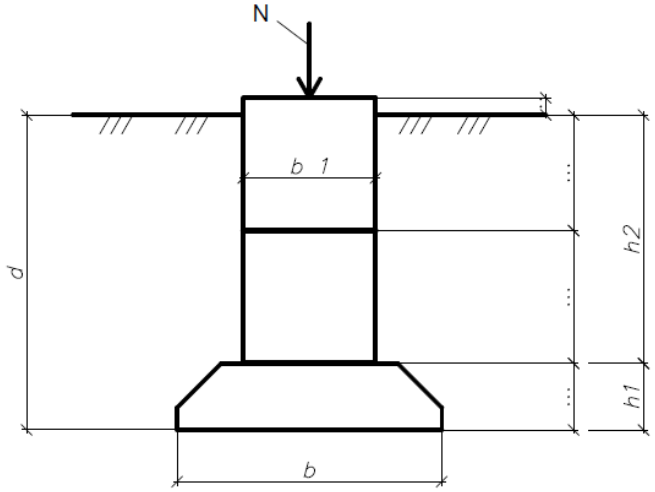
d_1 - глубина заложения фундамента, м;

d_b - глубина подвала.

Уточняется ширина подушки ленточного фундамента:

$$A_f = \frac{N_{II}}{R - \gamma_{ср} d_1}, \qquad b = \frac{A_f}{l}.$$

Окончательно принимается по каталогу ширина подошвы фундамента. Если ширина подушки фундамента изменилась, уточняется величина расчетного сопротивления грунта R по формуле (7) СНиП 2.02.01-83*.



Определяется давление на грунт основания от веса фундамента NfII
и от веса грунта NгрII :

$$N_{f_{II}} = \gamma_b (b h_1 l + b_1 h_2 l)$$

$$N_{гр_{II}} = \gamma'_{II} (b - b_1) h_2 l$$

Определяется среднее давление по подошве фундамента от нормативных нагрузок и делается проверка:

$$P = \frac{N_{II} + N_{fII} + N_{грII}}{A_f} \le R$$

С целью экономии материала допустимое значение недогрузки, как правило принимается не более 10%.

Если условие не выполнилось, то необходимо увеличить ширину подошвы b,d1 и повторить расчет.

3. Расчет фундамента по прочности.

Расчет прочности ленточных фундаментов заключается в определении арматуры в подушке фундамента и проверке достаточности высоты подушки на действие поперечной силы. Расчет фундамента по прочности проводится по первой группе предельных состояний по расчетным нагрузкам. Давление на грунт под подошвой фундамента от расчетных нагрузок

$$P_{гр} = \frac{N}{A_f}.$$

Поперечная сила, приходящаяся на расчетную длину фундамента

$$Q = P\,гр * l * l\ 1,$$

где *l* - длина расчетного участка фундамента;

1 *l* - длина консольного участка фундамента

$l_1 = \frac{b - b_1}{2}$.

Изгибающий момент, действующий по краю фундаментного блока

$$M = Q\frac{l_1}{2}.$$

Требуемая площадь рабочей арматуры подушки

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

Количество рабочих стержней в сетке $n = \frac{b - 100}{s} + 1$,

где b - ширина подошвы фундамента, мм;

s - шаг рабочих стержней, принимается 100 или 200 мм.

По сортаменту подбирается диаметр рабочей арматуры.

Проверка прочности подушки на действие поперечной силы

$$Q \le \varphi_{b3}(1 + \varphi_n)R_{bt}bh_0,$$

где φ_{b3} - коэффициент, учитывающий вид бетона, для тяжелого бетона принимается равным 0,6;

φ_n - коэффициент, учитывающий влияние продольных сил, для элементов без предварительного напряжения принимается равным 0;

b – ширина условно вырезанной полосы, принимается равной 1м.

Ход выполнения:

23. Освоение лекционного материала по теме
24. Выполнить задание

Задание 1. Определить ширину подушки ленточного фундамента под внутреннюю кирпичную стену бесподвального здания. Нормативная нагрузка, приходящаяся на 1п.м. длины верхнего обреза фундамента *N II*= 280 кН/м, расчетная нагрузка N=355,16 кН/м. Геологические условия: 0,2м – растительный слой, далее слой маловлажного мелкого песка (плотность γ=18кН/м3, коэффициент пористости e=0,7). Грунтовые воды расположены на глубине 3,0м от планировочной отметки. Район строительства г. Петрозаводск (df=1,33м). Температура внутри помещения 200; пол первого этажа расположен по утепленному цокольному перекрытию.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 47.

Тема: Расчет и конструирование столбчатого фундамента

Цель: научиться рассчитывать отдельно стоящие фундаменты неглубокого заложения и конструировать их.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Основная задача проектирования фундаментов состоит в обеспечении равномерной передачи нагрузки от сооружения на основании таким образом, чтобы давление, возникающее в основании под подошвой фундамента, не приводило к недопустимым деформациям сооружения.

По виду материала, из которого изготовляются фундаменты, их подразделяют на каменные, бетонные, бутобетонные и железобетонные.

По форме разделяют на отдельные под колонны и столбы, ленточные под стены и колонны и сплошные под всем зданием.

По условиям эксплуатации различают следующие типы фундаментов: жесткие – работающие в основном на сжатие и выполняемые преимущественно из

каменной кладки, бетона и бутобетона; гибкие – воспринимающие сжимающие и изгибающие усилия и изготовляемые обычно из железобетона.

Порядок выполнения

1. определим размеры подошвы фундамента *Af/= Nn/(R- γmf d),*
где *Nn* – нормативная продольная сила *Nn = N/γ mf,*
R – расчетное сопротивление гранта основания,
γmf - удельный вес грунта основания,
d – глубина заложения основания;
2. принимаем площадь фундамента *Af = a*b;*
3. определим давление на грунт *Pгр=N / Af;*
4. сравниваем *Pгр* и *R0*;
5. если *Pгр> R*, увеличиваем размер подошвы фундамента;
6. если *Pгр <R*, определяем наименьшую высоту фундамента из условия продавливания

$$h_{0,min} = -\frac{h+b}{4} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{N}{0.9R_{bt} + P_{гр}}}$$

где *h* и *b* – размеры сечения колонны,
Rbt – расчетное сопротивление бетона растяжению;
7. находим высоту фундамента из условия заделки колонны *Нф= 1,5h +25см;*
8. высота с учетом анкеровки сжатой арматуры колонны *Нф,анк=hcm+20см,*
где *hcm= 30d+δ, d*- диаметр арматуры колонны, *δ*- зазор между колонной и дном стакана;
9. проверим соответствие рабочей высоты нижней ступени фундамента условию продавливания, поперечная сила будет равна *Q1=0,5(a-h-2h0)Pгр,*
где *a*– размер подошвы, *h*- высота сечения колонны, *h0= H - a3*- рабочая высота фундамента;
10. минимальное поперечное усилие, воспринимаемое бетоном
Qb=φb3(1+ φf + φn)Rbt γb2bcmh0
φb3=0,6 - для тяжелого бетона;
φf =0 - для плит сплошного сечения;
φn=0 – в виду отсутствия продольных сил;
Rbt – расчетное сопротивление бетона растяжению;
γb2=0,9;
bcm- рабочая высота нижней ступени;
11. если *Qb< Q1,* увеличиваем высоту фундамента;
12. если *Qb >Q1,* выполняем расчет на продавливание; расчетная продавливающая сила *F= N*103-A0f Pгр*10-1,*
где *A0f= (h +2h0)2*- площадь основания пирамиды;
13. расчет на продавливание выполняют по условию *F≤ φb Rbth0Um,*
где *φb* – коэффициент, принимаемый равным 1 для тяжелых бетонов,
Um=4(h+h0)- среднеарифметическое между параметрами верхнего и нижнего основания пирамиды;
14. если условие на продавливание не выполняется, увеличиваем высоту фундамента;
15. определяем расчетный изгибающий момент *M=0,125Pгр(a-h)2a*;
16. найдем площадь поперечного сечения арматуры *As= M/ (0,9Rs h0);*
где *Rs* – расчетное сопротивление арматуры;
17. принимаем диаметр рабочей арматуры и определяем процент армирования
*M= (As/ ah0)*100.*

Пример оформления практической работы

Задание: рассчитать монолитный железобетонный фундамент стаканного типа и законструировать его.

Расчетное сопротивление грунта взять *R =0,672МПа=672 кПа*. Защитный слой принять равным *4 см*. Средний вес грунта *20кН/м3*. Класс арматуры *А400*. Класса бетона В25.Глубина заложения основания *1,5м.*Продольная сила *1010 кН.*Сечение колонны *0,5*0,5м.*Диаметр рабочей арматуры в колонне – *16мм.*

Решение

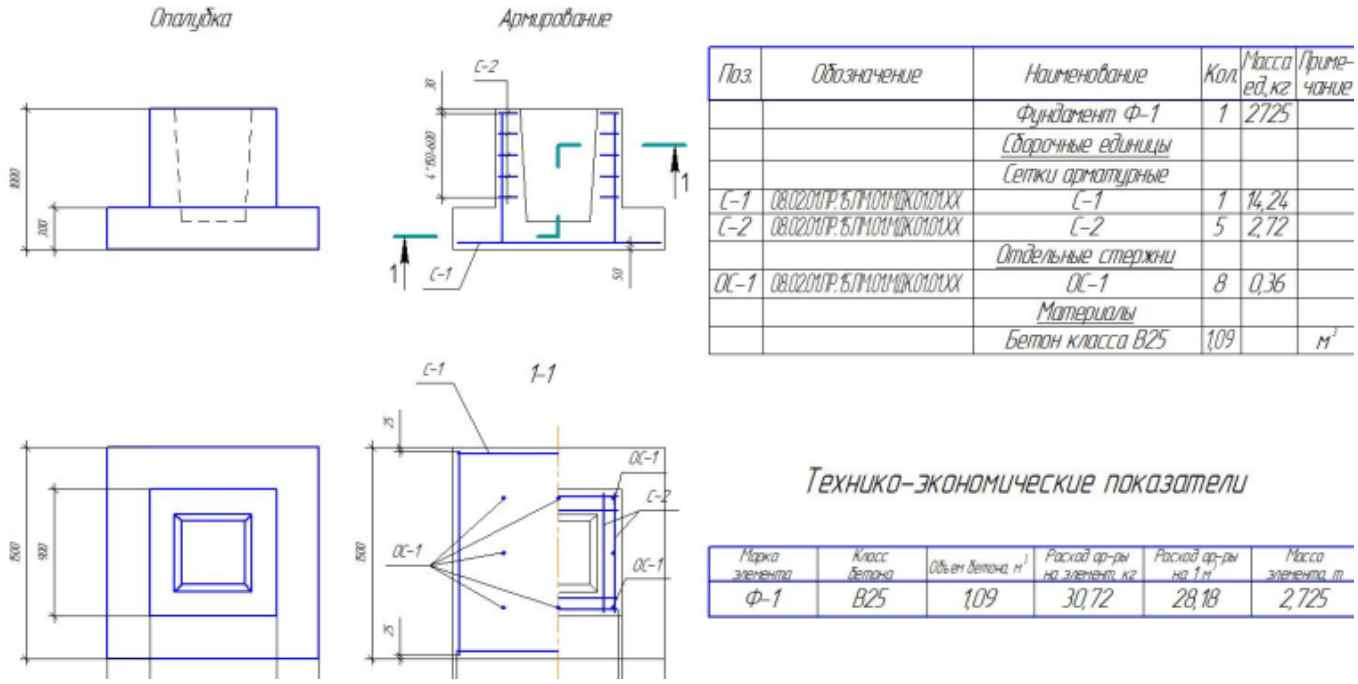
1. определим размеры подошвы фундамента *Af/= Nn/(R- γmf d)=842/(672-20*1,5)=1,31м2,*
где *Nn* – нормативная продольная сила *Nn = N/γf=1010/1,2=842кН*
2. принимаем площадь фундамента *Af = a*b=1,5*1,5=2,25м2;*
3. определим давление на грунт *Pгр=N / Af=1010/2,25=449кПа;*
4. *Pгр =449 кПа< R=672кПа*;
5. определяем наименьшую высоту фундамента из условия продавливания

$$h_{0,min} = -\frac{h+b}{4} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{N}{0,9R_{bt} + P_{гр}}} = -\frac{0,5+0,5}{4} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1010}{0,9*1,05+449}} = 0,5м,$$

Rbt =1,05МПа –[СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003, таблица 6.8] -расчетное сопротивление бетона растяжению;

6. находим высоту фундамента из условия заделки колонны *Hф= 1,5h +25см=1,5*50+25=100 см;*
7. высота с учетом анкеровки сжатой арматуры колонны *Hф,анк=hcт+20см=53+20=73см,*
где *hcт= 30d+δ=30*1,6+5=53см*
8. проверим соответствие рабочей высоты нижней ступени фундамента условию продавливания, поперечная сила будет равна *Q1=0,5(a-h-2h0)Pгр=0,5(1,5-0,5-2*0,96)*449= -206кН<0*
где *h0= H - a3=100-4=96см*- рабочая высота фундамента;
9. минимальное поперечное усилие, воспринимаемое бетоном *Qb=φb3(1+ φf + φn)Rbt γb2bcmh0=0,6(1+0+0)1,05(100)*0,9*26*96=141523Н= =142кН*
φb3=0,6 - для тяжелого бетона;
φf =0 - для плит сплошного сечения;
φn=0 – в виду отсутствия продольных сил;
γb2=0,9;
bcm=300-40=260мм=26с м- рабочая высота нижней ступени;
10. *Qb=142кН >Q1,* выполняем расчет на продавливание;
расчетная продавливающая сила *F= N*103- A0f Pгр*10-1=1010*103-58564*449*10-1<0,*
где *A0f= (h +2h0)2=(50+2*96)2=58564см2*;
11. расчет на продавливание выполняют по условию *F< φb Rbth0Um=1*1,05(100)*96*584=5886,72*103Н,*
где *φb =1* для тяжелых бетонов, *Um=4(h+h0)=4(50+96)=584 см*;
Условие удовлетворяется.
12. определяем расчетный изгибающий момент *M=0,125Pгр(a-h)2a=0,125*449(1,5-0,5)2*1,5=84,18 кНм*;
13. найдем площадь поперечного сечения арматуры *As= M/ (0,9Rs h0)=8418/(0,9*35,0*96)=2,78см2;*
где *Rs =350МПа=35,0кН/см2*[СП 63.13330.2012, таблица 13, с.18] – расчетное сопротивление арматуры;
14. принимаем диаметр рабочей арматуры *10А400* и определяем процент армирования *μ= (As/*

*ah0)*100=(6,28/(150*96)=0,04.*



Ход выполнения:

25. Освоение лекционного материала по теме
26. Выполнить задание

Задание 1. рассчитать монолитный железобетонный фундамент стаканного типа и законструировать его.

Расчетное сопротивление грунта взять из ПР-14.

Защитный слой принять равным *4 см*.

Средний вес грунта *20кН/м3*

Класс арматуры четный вариант *А400* , нечетный вариант *А500*.

Номер варианта	Класса бетона	Глубина заложения основания, *м*	Продольная сила, *кН*	Сечение колонны, *м*	Диаметр рабочей арматуры в колонне, *мм*	Класс ответственности здания
1	В15	*1,4*	*1000*	*0,4*0,5*	*16*	*I*
2	В20	*1,5*	*1050*	*0,3*0,3*	*16*	*III*
3	В25	*1,6*	*850*	*0,3*0,4*	*16*	*I*
4	В30	*1,7*	*800*	*0,4*0,4*	*16*	*III*
5	В35	*1,8*	*850*	*0,4*0,5*	*16*	*II*
6	В15	*1,9*	*900*	*0,5*0,5*	*18*	*I*
7	В20	*2,0*	*950*	*0,5*0,6*	*18*	*III*
8	В25	*1,3*	*1000*	*0,6*0,6*	*18*	*II*
9	В30	*1,4*	*1050*	*0,3*0,3*	*18*	*I*
10	В35	*1,5*	*800*	*0,3*0,4*	*18*	*III*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи, чертеж.

Практическое занятие № 48.

Тема: Расчет и конструирование свайных фундаментов

Цель: научиться рассчитывать сваи-стойки и висячие сваи
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Сваями называются относительно длинные стержни, погружаемые в грунт в готовом виде или изготовляемые в грунте в вертикальном или наклонном положении. Свайной конструкцией (фундаментом) называется группа свай, объединенная поверху специальными плитами или балками, называемыми ростверками. Ростверки бывают низкие и высокие.
По способу передачи давления от сооружения на основание различают сваи-стойки и сваи трения(висячие сваи).
Сваи-стойки передают нагрузку на несжимаемые горные породы, поэтому силы трения по боковой поверхности практически не возникают и их несущая способность зависит только от несущей способности грунта под острием сваи.
Сваи трения (висячие) окружены со всех сторон сжимаемыми грунтами, и нагрузка на основание передается как за счет сил трения по боковой поверхности сваи, так и за счет сопротивления грунта под нижним концом сваи.
Порядок выполнения:
1. определим несущую способность висячей сваи
$Fd=\gamma c(\ \gamma cR\ R\ A + u\Sigma\gamma cf\ fihi),$
где γc- коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным единицы;
$\gamma cR,\ \gamma cf$ – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом сваи и по ее боковой поверхности;
R- расчетное сопротивление грунта сваи под нижним концом сваи;
A- площадь опирания сваи на грунт, принимаемая по площади поперечного сечения сваи;
U- наружный периметр поперечного сечения сваи;
$f\ i$ – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи;
hi – толщина i-го слоя грунта, прорезываемого сваей;
2. находим допустимую расчетную нагрузку на сваю $F=Fd/\gamma g,$
где $\gamma g,$- коэффициент надежности;
3. расчет сваи-стойки производим по формуле $Fd=\ \gamma c\ R\ A;$
4. находим допустимую расчетную нагрузку на сваю $F=Fd/\gamma g.$
Ход выполнения:
27. Освоение лекционного материала по теме
28. Выполнить задание
Задание 1. выполнить расчет висячий сваи и сваи-стойки.
Забивка сваи производится дизель-молотом. Острие сваи *0,25м*.

№ варианта	Длина сваи, м	Сечение сваи, *мм*	Грунт – песок	Глубина забивки, м
1	*5,5*	*450*450*	мелкий	*5,5*
2	*5,5*	*300*300*	пылеватый	*4,5*
3	*6,0*	*400*400*	средней крупности	*5,0*
4	*6,0*	*350*350*	пылеватый	*5,5*
5	*5,0*	*450*450*	крупный	*4,5*
6	*5,5*	*300*300*	средней крупности	*5,0*
7	*6,0*	*400*400*	мелкий	*5,5*
8	*5,0*	*350*350*	пылеватый	*4,5*
9	*300*300*	крупный	*5,0*	

10	*5,5*	*400*400*	средней крупности	*5,5*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 49.

Тема: Расчет и конструирование свайных фундаментов

Цель: научиться рассчитывать сваи-стойки и висячие сваи

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: выполнить расчет висячий сваи и сваи-стойки. Забивка сваи производится дизель-молотом. Острие сваи *0,25м*. Длина сваи *4,5м.* Сечение сваи *300*300 мм.* Грунт – песок средней плотности. Глубина забивки *4,0м*.

Решение

1. определим несущую способность висячей сваи

$Fd=\gamma c(\gamma cR\ R\ A + u\Sigma\gamma cf\ fihi)=1[1,0*3,2*0,09+1,2(1,0*0,035*2+1,0*0,048*2)]=0,504МН,$

$\gamma cR=1,0,\ \gamma cf=1,0$ – коэффициенты условий работы[СП 24.13330.2011, таблица 7.4];

$R=3,2МПа$- расчетное сопротивление грунта сваи под нижним концом сваи [СП 24.13330.2011, таблица 7.2];

$A=0,3*0,3=0,09м2$- площадь опирания сваи на грунт, принимаемая по площади поперечного сечения сваи;

$U=0,3*4=1,2м$- наружный периметр поперечного сечения сваи;

$f\ i$ – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи [СП 24.13330.2011, таблица 7.3];

hi – толщина i-го слоя грунта, прорезываемого сваей;

2. находим допустимую расчетную нагрузку на сваю

$F=Fd/\gamma g=0,504/1,4=0,36МН$

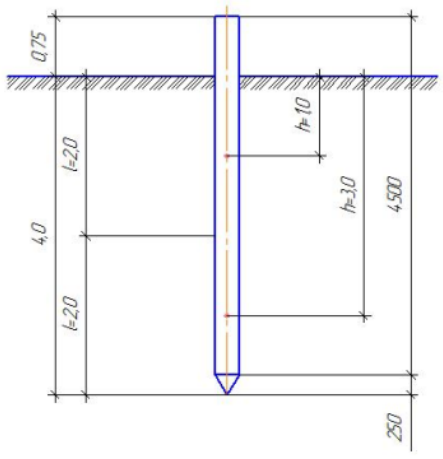
где $\gamma g=1,4$ - коэффициент надежности;

3. расчет сваи-стойки производим по формуле

$Fd=\gamma c\ R\ A=1*20*0,09=1,8МН;$

4. находим допустимую расчетную нагрузку на сваю

$F=Fd/\gamma g=1,8/1,4=1,29МН$



Ход выполнения:

29. Освоение лекционного материала по теме
30. Выполнить задание

Задание 1. выполнить расчет висячий сваи и сваи-стойки. Забивка сваи производится дизель-молотом. Острие сваи *0,25м*.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи, чертеж.

Практическое занятие № 50.

Расчет сварного шва.

Тема: Расчет сварного шва

Цель: научиться производить расчет сварных соединений встык

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Сварка - основной тип соединений стальных конструкций. В строительстве чаще всего применяется электродуговая сварка – ручная, полуавтоматическая и автоматическая. По конструктивному признаку швы делят на стыковые (прямые и косые) и угловые (лобовые, фланцевые, косые).

Порядок расчета:

1. расчет напряжений прямого стыка

$\sigma\omega = N /(tmin\ l\omega)$,

где N- усилие растяжения,

$tmin$ – минимальная толщина соединяемых листов;

$l\omega = b-2tmin$ – расчетная длина шва;

b – ширина листов;

2. расчетное сопротивление растяжению стыкового шва

$R\omega y = 0,85\ Ry$,

где Ry- расчетное сопротивление стали;

3. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением

если $\sigma\omega < R\omega y\gamma c$, прочность обеспечена;

если $\sigma\omega > R\omega y\gamma c$, прочность не обеспечена, следовательно, назначаем косой шов, длина которого $l\omega = b/sin\alpha - 2tmin$;

4. расчет нормальных напряжений косого шва

$\sigma\omega = Nsin\alpha /(tmin\ l\omega);$

5. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением

если $\sigma\omega < R\omega y\gamma c$, прочность обеспечена;

если $\sigma\omega > R\omega y\gamma c$, прочность не обеспечена, следовательно, назначаем шов с накладками

6. расчет касательных напряжений

$\tau\omega = Ncos\alpha /(tmin\ l\omega)$;

7. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением

если $\tau\omega < R\omega s\gamma c$, прочность обеспечена;

если $\tau\omega > R\omega s\gamma c$, прочность не обеспечена, следовательно принимаем шов с накладками,

где $R\omega s = 0,58Ryn/\gamma m$;

Ryn – нормативное сопротивление стали

Пример оформления практической работы

Задание: рассчитать сварное соединение встык. Сварка ручная электродами Э-*42.* Коэффициент условия работы γс=*0,9.* Ширина листов-*300* мм. Толщина первого листа-*6*мм. Толщина второго листа-*10* мм. Марка стали С245. Усилие растяжения-*3*50кН.

Решение:

1. расчет напряжений прямого стыка

σω= *N /(tmin l*ω*)=350000/(0,006*0,28)=208*106*Па=208МПа,

где *l*ω= *b-2tmin =0,3*-2*0,006=0,28 м– расчетная длина шва;

2. расчетное сопротивление растяжению стыкового шва

*R*ωy *=0,85 Ry=0,85*240=204*МПа,

где *Ry=240*МПа*[*СП 16.13330.2011*,* таблица В5*]* расчетное сопротивление стали по пределу текучести*;*

3. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением
если σω =208МПа > *R*ωγc=*204*0,9=183,6*МПа, прочность не обеспечена; следовательно, назначаем косой шов с отношением стыка *2:1,* что соответствует углу
α=63026/;
длина шва *l*ω= *b/*sinα *-2tmin=(0,3/0,894-2*0,006*)=0,323м*;*
4. расчет нормальных напряжений косого шва
σω= Nsinα */(tminlω)=350000*0,894/(0,006*0,323)=161,46*106*Па=161,46МПа*;*
σω =161,46МПа < *R*ωγc=183,6МПа, прочность обеспечена;
5. расчет касательных напряжений
τω= Ncosα */(tmin lω)=350000*0,447/(0,006*0,323)=80,73*106*Па=80,73МПа*;*
6. τω =80,73МПа < *R*ωsγc=132,98*0,9=119,68МПа, прочность обеспечена;
где *R*ωs= *0,58Ryn/γm=0,58*245/1,025=138,63*МПа*;*
*R yn =245*МПа *[*СП 16.13330.2011, таблица В5*]* – нормативное сопротивление стали.

Ход выполнения:

31. Освоение лекционного материала по теме
32. Выполнить задание

Задание 1. рассчитать сварное соединение встык по данным таблицы 20.
Сварка ручная электродами Э-42. Коэффициент условия работы *γc=0,9*.
Таблица 20

Номер варианта	Ширина листов, *мм*	Толщина первого листа, *мм*	Толщина второго листа, *мм*	Марка стали	Усилие растяжения, *кН*
1	*182*	*4*	*6*	С245	*800*
2	*650*	*10*	*15*	С245	*1600*
3	*142*	*20*	*22*	С245	*600*
4	*253*	*25*	*30*	С245	*1700*
5	*374*	*30*	*35*	С245	*400*
6	*485*	*35*	*40*	С245	*200*
7	*596*	*4*	*6*	С255	*600*
8	*677*	*10*	*15*	С255	*600*
9	*788*	*20*	*22*	С255	*500*
10	*139*	*25*	*30*	С255	*200*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 51.

Тема: Расчет гвоздевого соединения
Цель: научиться производить расчет гвоздевого соединения
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Соединения деревянных конструкций выполняют: на клеях, нагелях, врубках, растянутых связях. Нагельные соединения применяются для сплачивания сжатых или растянутых элементов (досок, брусьев, бревен).
К цилиндрическим нагелям относятся: стальные стержни (штыри, болты), стальные трубчатые стержни, деревянные стержни, гвозди, шурупы и т .д.
При расчете нагельных соединений различают симметричное и несимметричное соединения. В соединении нагели располагаются рядами или в шахматном порядке. Гвозди располагаются также и косыми рядами.

Порядок расчета:

1. Определяем расчетную длину гвоздя $агв = lгв - a - c - 2пш - 1.5d$

где *a, c* - толщины досок

lгв- длина гвоздя

2пш- 2 мм на каждый шов умноженные на количество швов, пробитых гвоздем

d- диаметр гвоздя (*1,5d*- длина заостренной части)

2. Определяем расчетную несущую способность гвоздя по срезам:

на изгиб

$$T_и = 2{,}5d^2 + 0.01a^2$$

на смятие в средних элементах $Tc = 0{,}5cd$

на смятие в крайних элементах $Ta = 0{,}8ad$

3. Определяем наименьшую полную несущую способность гвоздя из

Σ Tи, ΣTa, ΣTc.

4. Определяем необходимое количество гвоздей

$$n = \frac{N\gamma_n}{Tn_ш}$$

5. Принимаем четное количество гвоздей.

Пример практической работы

Задание: рассчитать соединение 3 досок на гвоздях. Класс ответственности здания – *I.* Диаметр гвоздей - *4мм.* Длина гвоздей - 100*мм.* Действующая сила-*10кН.* Толщина досок - *40мм.*

Решение:

1. Определяем расчетную длину гвоздя

$$a_{гв} = l_{гв} - a - c - 2n_ш - 1.5d = 100 - 40 - 40 - 2*2 - 1{,}5*4 = 10мм$$

2. Определяем расчетную несущую способность гвоздя по 1срезу:

на изгиб $T_и = 2{,}5d^2 + 0.01a^2 = 2{,}5*0{,}4^2 + 0{,}01*4^2 = 0{,}56кН$

на смятие в средних элементах $Tc = 0{,}5cd = 0{,}5*4*0{,}4 = 0{,}8кН$

на смятие в крайних элементах $Ta = 0{,}8ad = 0{,}8*4*0{,}4 = 1{,}28кН$

Определяем расчетную несущую способность гвоздя по 2срезу:

на изгиб $T_и = 2{,}5d^2 + 0.01a^2 = 2{,}5*0{,}4^2 + 0{,}01*1^2 = 0{,}41кН$ $= + = + =$

на смятие в крайних элементах $Ta = 0{,}8ad = 0{,}8*1*0{,}4 = 0{,}32кН$

3. Определяем наименьшую полную несущую способность гвоздя из

Σ Tu=0,56+0,41=0,97кН,

ΣTa=0,32+1,28=1,6кН,

ΣTc=0,8кН.

Tmin= ΣTc=0,8кН

4. Определяем необходимое количество гвоздей *6,25шт*

$$n = \frac{N\gamma_n}{Tn_ш} = \frac{10*1}{0{,}8*2} = 6{,}25шт$$

5. Принимаем количество 8 гвоздей, по 4 гвоздя с каждой стороны.

Ход выполнения:

33. Освоение лекционного материала по теме
34. Выполнить задание

Задание 1. рассчитать соединение 3 досок на гвоздях.

Класс ответственности здания четный вариант -*III* , нечетный вариант- *II.*

Номер варианта	Диаметр гвоздей,	Длина гвоздей,	Действующая сила,	Толщина досок,

	мм	*мм*	*кН*	*мм*
1	*3,5*	*80*	*11*	*32*
2	*3*	*70*	*5*	*32*
3	*3*	*80*	*6*	*32*
4	*3,5*	*80*	*7*	*32*
5	*3,5*	*90*	*8*	*32*
6	*4*	*100*	*9*	*44*
7	*6*	*200*	*8*	*75*
8	*4*	*110*	*10*	*44*
9	*4,5*	*125*	*11*	*44*
10	*5*	*150*	*12*	*60*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 52.

Тема: Расчет железобетонного соединения

Цель: научиться проверять несущую способность железобетонной колонны

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример: проверить несущую способность железобетонной колонны

Исходные данные: b = 600 мм, h = 800 мм, N_p=2500 кН, класс бетона В30, класс арматуры А500.

Решение:

1. Определить требуемую площадь поперечного сечения арматуры:

$$A_S = \frac{N_p}{\gamma_S \cdot R_{SC}} - A \cdot \frac{R_b}{R_{SC}}, \text{ см}^2$$

$$A_S = \frac{2500}{1{,}15 \cdot 43{,}5} - 4800 \cdot \frac{1{,}7}{43{,}5} = -115{,}7 \text{ см}^2$$

т.к. A_S<0, то диаметр продольной арматуры принимаем конструктивно: диаметр принимаем 14 мм.

2. Выполнить чертеж сечения колонны с расстановкой арматуры;

Имеем 16 стержней диаметром 14 мм, A_S=1,539·16=24,6 см^2

3. Определить диаметр шаг поперечной арматуры (хомутов) определяем по формуле:

$$d_{SW} = 0{,}25 \cdot d_S, \text{ (мм)}$$

$$d_{SW} = 0{,}25 \cdot 14 = 3{,}5 \text{ мм} \approx 4 \text{ мм}$$

$$S_W = 15 \cdot d_S, \text{ (мм)}$$

$$S_W = 15 \cdot 14 = 210 \text{ мм} \approx 250 \text{ мм}$$

4. Определить несущую способность колонны:

$$N_f = \varphi \cdot (R_b \cdot A + A_S \cdot R_{SC}), \text{ (кН)}$$

$$N_f = 0{,}8 \cdot (1{,}7 \cdot 4800 + 24{,}6 \cdot 43{,}5) = 7384{,}1 \text{кН}$$

5. Проверить условие прочности

$$N_f \geq N_p$$

7384,1 $\geq$2500 (кН)

Условие выполняется

6. Выполнить чертеж узла сопряжения колонны с ригелем

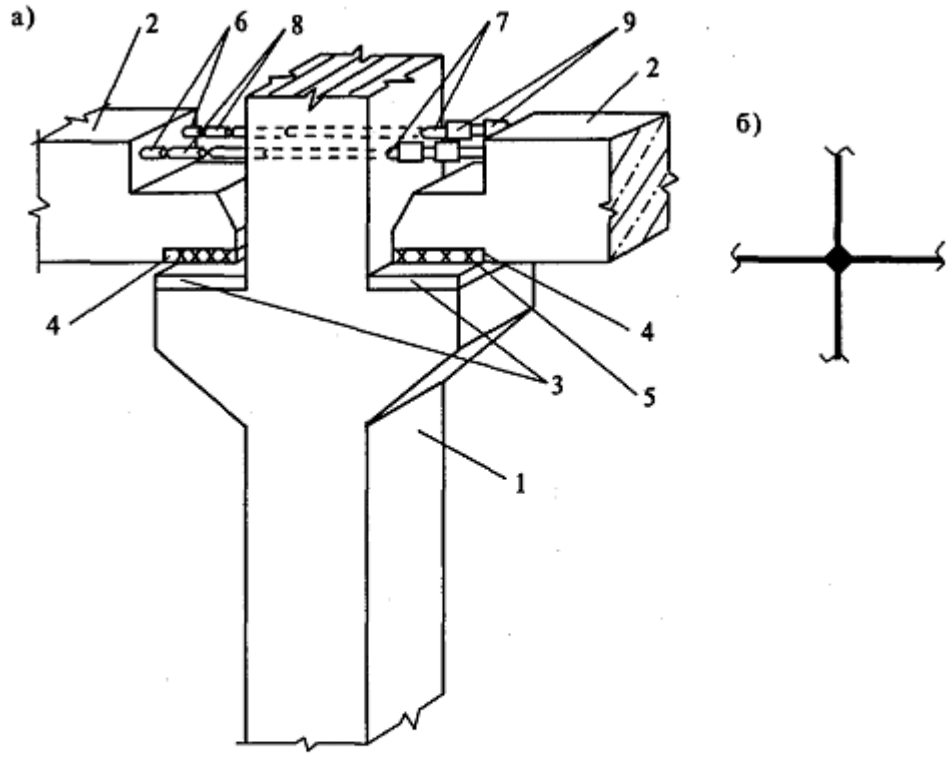


Рис. 4.20. Жесткое соединение железобетонного ригеля с колонной: а) схема соединения; б) расчетная схема сопряжения колонны и ригелей; 1 — колонна; 2 — ригель; 3 — закладные детали колонны; 4 — закладные детали ригеля; 5 — монтажный сварной шов, соединяющий закладные детали; 6 — выпуски арматуры из ригеля; 7 — выпуски арматуры из колонны; 8 — арматурные коротыши — стержни, привариваемые к выпускам арматуры ригеля и колонны; 9 — стык, выполненный ванной сваркой

а) схема соединения; б) расчетная схема сопряжения колонны и ригелей; 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – закладные детали колонны; 4 – закладные детали ригеля; 5 – монтажный сварной шов, соединяющий закладные детали; 6 – выпуски арматуры из ригеля; 7 – выпуски арматуры из колонны; 8 – арматурные коротыши – стержни, привариваемые к выпускам арматуры ригеля и колонны; 9 – стык, выполненный ванной сваркой.

Ход выполнения:

35. Освоение лекционного материала по теме
36. Выполнить задание

Задание 1. Проверить несущую способность железобетонной колонны по вариантам.

№ варианта	b,см	h,см	Класс арматуры	N_p,кН	Класс бетона
1	600	900	A500		B25
2	600	900	A240		B35
3	700	800	A400		B30
4	700	850	A500		B25
5	700	800	A500		B30
6	800	700	A400		B35
7	800	750	A400		B25
8	800	700	A500		B30
9	900	600	A240		B35

10	900	350	A240		B30

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 53.

Тема: Расчёт и конструирование элементов стальной стропильной фермы

Цель: научиться производить расчет элементов фермы, расчет узлов фермы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Стропильные фермы - это фермы для поддержания конструкции кровли. Фермы можно классифицировать по нескольким признакам:
а) по конструктивному оформлению (легкие, тяжелые);
б) по очертанию поясов (с параллельными поясами, трапециевидные, треугольные);
в) по типу решетки (треугольная, раскосная);
г) по типу поперечных сечений элементов (из одиночных уголков, из двух уголков, из круглых и прямоугольных труб, из тавров, из двутавров).

Порядок расчета:

1. определение узловых нагрузок

$F1 = l(b/2)q\gamma n; F2 = lbq\gamma n$;

где l- шаг ферм;

b- длина панели ферм (принимаем равной $3,0$ *м*);

q- нагрузка на ферму от покрытия с учетом веса фермы;

γn - коэффициент надежности по ответственности здания;

2. определение опорных реакций

$Ra = Rb = (2F1 + 9F2)/2$;

3. построение диаграммы Максвелла - Кремоны для определения расчетных усилий;

4. расчет сжатых элементов:

4.1 требуемая площадь сечения уголков $Ad = N/(\varphi\ Ry\ \gamma c)$;

где N- расчетное усилие в стержне;

φ –коэффициент продольного изгиба;

Ry - расчетное сопротивление стали, принятое по пределу текучести;

γc - коэффициент условий работы;

4.2 по требуемой площади находим по сортаменту равнополочные уголки, принимая толщину фасонки.

N,кН	*t,мм*	*N,кН*	*t,мм*
До 250	8	1010-1400	16
260-400	10	1410-1800	18
410-600	12	Более 1800	20
610-1000	14		

4.3 определяем гибкость $\lambda = l/i$ и сравниваем с предельной гибкостью, равной 120;если полученная гибкость больше, чем 120 принимаем уголки больших размеров.

4.4 определяем коэффициенты продольного изгиба;

4.5 определяем фактические напряжения $\sigma = N/(\varphi A)$ и сравниваем его с расчетным сопротивлением; если $\sigma > Ry\ \gamma c$ принимаем уголки больших размеров.

5. расчет растянутых элементов:

5.1 требуемая площадь сечения уголков $An = N/(Ry\ \gamma c)$;

где *N*- расчетное усилие в стержне;
Ry - расчетное сопротивление стали, принятое по пределу текучести;
γc - коэффициент условий работы;
5.2 по требуемой площади находим по сортаменту равнополочные уголки;
5.3 определяем гибкость *λ=l/i* и сравниваем с предельной гибкостью, равной *400*;если полученная гибкость больше, чем *400* принимаем уголки больших размеров;
6. расчет заданного узла фермы.
При расчете определяются размеры сварных швов и назначают габариты фасонок с таким расчетом, чтобы на них размещались все сварные швы стержней. Действующее в стержне усилие передается на обушок и перо не одинаково, т.к. ось стержня смещена в сторону обушка.
Длина сварного шва на обушок:
$lw,b \geq [kN / 2(\beta f k f)Rwf \gamma wf \gamma c] + 1...2см$
на перо
$lw,p \geq [(1 - k)N / 2(\beta f k f)Rwf \gamma wf \gamma c] + 1...2см$
где *k* –коэффициент распределения усилия на обушок, принимаемый для равнополочных уголков *0,7;*
βf –коэффициент, учитывающий качество сварки, для ручной сварки он равен *0,7;*
Rwf = 180МПа=18кН/см2– расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва при электродах Э42; *kf*
- толщина сварного шва , принимаемый *10 мм* у обушка и *8 мм* у пера;
γwf – коэффициент условий работы шва, принимается равным единицы.
Конструирование узла начинают с осей фермы. Затем отмечают центр тяжести уголков, вычерчивают уголки. После отмечают сварные швы и конструируют фасонку.
kf- толщина сварного шва, принимаемый *10 мм* у обушка и *8 мм* у пера; *γwf* – коэффициент условий работы шва, принимается равным единицы. Конструирование узла начинают с осей фермы. Затем отмечают центр тяжести уголков, вычерчивают уголки. После отмечают сварные швы и конструируют фасонку.

Ход выполнения:

37. Освоение лекционного материала по теме
38. Выполнить задание

Задание 1. спроектировать и рассчитать элементы фермы из спаренных уголков пролетом 30 *метров*, шаг несущих конструкций *6 метров.* Класс ответственности здания: четные варианты I; нечетные варианты II. Марка стали: четные варианты С245, нечетные варианты С235.
Нагрузку от покрытия взять в практической работе 23.Сварка ручная, электроды Э42.
Коэффициент условия работы: четный вариант -0,9; нечетный вариант - 0,85.

Схема фермы



Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 54.

Тема: Расчёт и конструирование элементов стальной стропильной фермы

Цель: научиться производить расчет элементов фермы, расчет узлов фермы

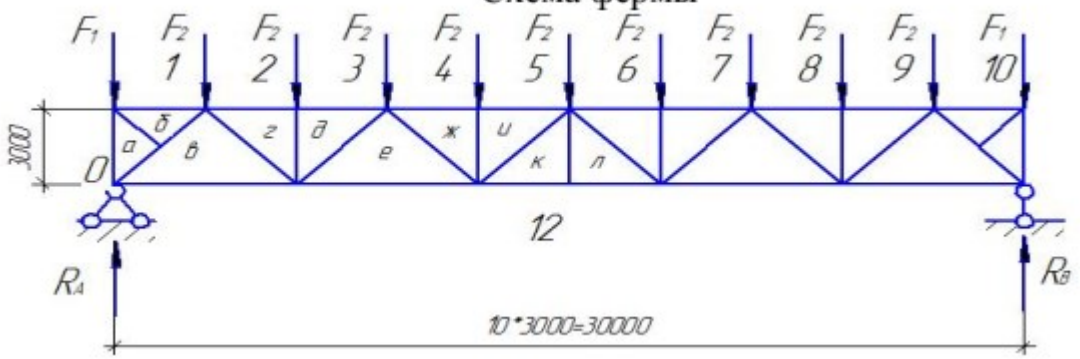
Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: спроектировать и рассчитать элементы фермы из спаренных уголков пролетом *30 метров*, шаг несущих конструкций *6 метров*. Класс ответственности здания *III*. Марка стали С285. Нагрузку от покрытия взять в практической работе 2. Сварка ручная, электроды Э42. Коэффициент условия работы *-0,95*.

Схема фермы



1. определение узловых нагрузок

Таблица 23 – Сбор нагрузок на покрытие

Вид нагрузки	Норма тивная на грузка *Н/м2*	Коэффици ент надеж ности по нагрузке *γf*	Расчет ная на грузка *Н/м2*
Постоянная			
- от водоизоляционного слоя	*75*	*1,2*	*90*
- от стяжки *0,015*1800*10*	*270*	*1,3*	*351*
- от утеплителя *0,15*800*10*	*1200*	*1,3*	*1560*
- от пароизоляции	*30*	*1,2*	*36*
- от ребристой панели 0,11*2500*10	*2750*	*1,1*	*3025*
- от стальной фермы со связями	*300*	*1,05*	*315*
Итого постоянная	*4625*	*5377*	
Временная			
Снеговая г. Самара IV снеговой район 0,7*240*10=1680			
длительная 0,7*1680	*1176*	*1,4*	*1646*
кратковременная 0,3*1680	*504*	*1,4*	*706*
Итого временная	*1680*	*2352*	
Итого полная	*6305*	*7729*	

$$F_1 = l(b/2)q\gamma_n = 6(3/2)7729 * 0,9 = 62604,9H = 63кН;$$

$$F_2 = lbq\gamma_n = 6 * 3 * 7729 * 0,9 = 125209,8H = 126кН$$

2. определение опорных реакций

$Ra = Rb = 2F1 + 9F = (2* 63 + 9* 126) / 2 = 630кН$;

3. построение диаграммы Максвелла - Кремоны для определения расчетных усилий

Элементы фермы	Обозначение стержня по диаграмме	Длина стержня, *мм*	Расчетное усилие, кН при	
			сжатие	растяжение
Верхний пояс	1-б	*3000*	*0*	-
	2-г	*3000*	*1008*	-
	3-д	*3000*	*1008*	-
	4-ж	*3000*	*1512*	-
	5-и	*3000*	*1512*	-
Нижний пояс	12-в	*6000*	-	*567*
	12-е	*6000*	-	*1323*
	12-к	*3000*	-	*1573*
Раскосы	а-б	*2121*	*0*	-
	а-в	*2121*	*802*	-
	б-в	*2121*	*802*	-
	в-г	*4242*	-	*624*
	д-е	*4242*	*444*	-
	е-ж	*4242*	-	*267*
	и-к	*4242*	*89*	-
Стойки	0-а	*3000*	*0*	-
	г-д	*3000*	*126*	-
	ж-и	*3000*	*126*	-
	к-л	*3000*	*0*	-

4. расчет сжатых элементов:

Верхний пояс рассчитываем по максимальному усилию в стержне 4-ж с $N=1512кН$, принимая $\varphi=0,7$

Требуемая площадь сечения уголков

$Ad=N/(\varphi\ Ry\ \gamma c)=1512/(0,7*27,0*0,95)=84,21см2;$

где $Ry = 270\ МПа = 27,0\ кН/см2$ - расчетное сопротивление стали, принятое по пределу текучести [СП 16.13330.2011, таблица В.5];

γc - коэффициент условий работы;

Принимаем 2 уголка *160*16* с $A=49,1*2=98,2см2,\ ix=4.89\ см;\ iy=7,18см$ [сортамент горячекатаных профилей].

Определяем гибкость определяем фактическую гибкость и коэффициент продольного изгиба.

$\lambda x=l/ix=300/4,89=61<\lambda lim=120$

$\lambda y=l/iy=300/7,18=42<\lambda lim=120$;

Условная гибкость

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 61\sqrt{\frac{27}{20600}} = 2,2;$$

Для определения коэффициента продольного изгиба определим тип сечения [СП 16.13330.2011, таблица 7] – спаренные уголки соответствует типу сечения *с,* тогда коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0,709$ [СП 16.13330.2011, таблица Д1]..

Определяем фактические напряжения

$\sigma= N/(\varphi A)=1512/(0,709*98,2)=21,72кН/см2 =217,2МПа;$

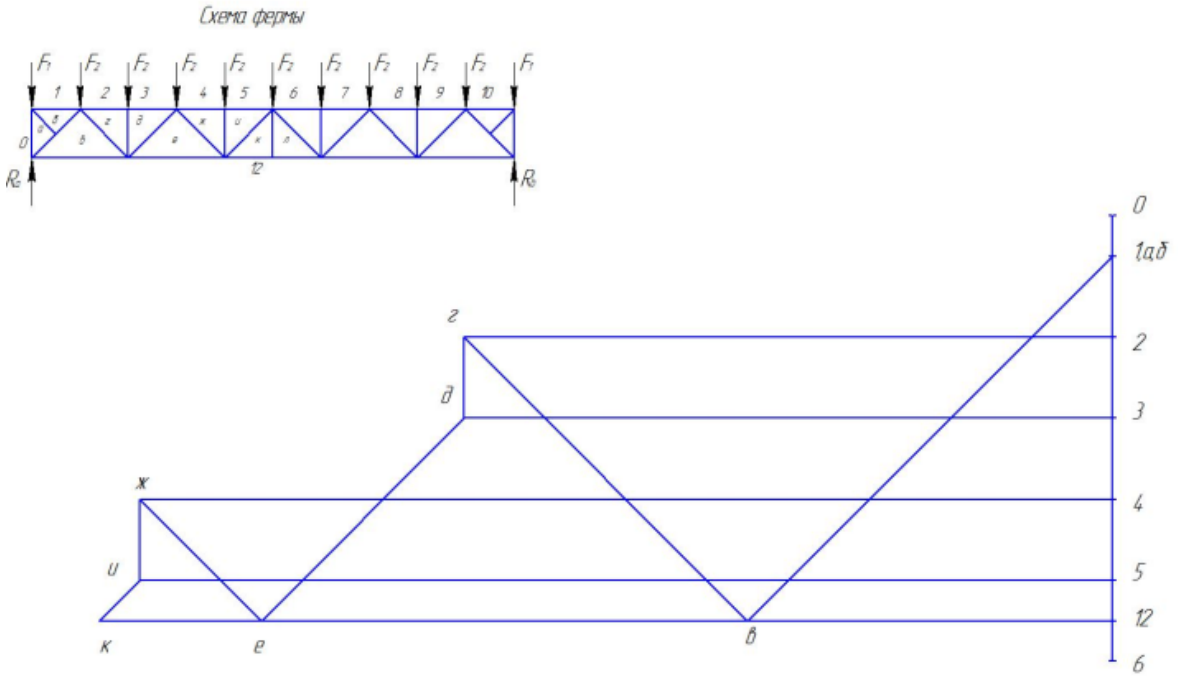
$\sigma=217,2МПа< Ry\ \gamma c=270\ *0,95=256,5МПа$- прочность обеспечена.

Раскос а-в с $N=802кН.$ Принимаем $\varphi=0,7.$

Требуемая площадь сечения уголков
*Ad=N/(φ Ry γc)=802/(0,7*27,0*0,95)=44,67см2;*
Принимаем 2 уголка *100*14 с A=26,3*2=52,6см2, ix=3 см; iy=4,76см.*
Определяем гибкость *λx=l/ix=212,1/3=71<λlim=120*
λy=l/iy=212,1/4,76=45<λlim=120;

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 71\sqrt{\frac{27}{20600}} = 2{,}6;$$

Условная гибкость
Определяем коэффициент продольного изгиба *φ =0,635.*
Определяем фактические напряжения
*σ= N/(φA)=802/(0,635*52,6)=24,01 кН/см2 =240,1МПа;*
*σ=240,1МПа<Ry γc=270 *0,95=256,5МПа* - прочность обеспечена
Раскос д-е с *N=444кН.* Принимаем *φ=0,7.*
Требуемая площадь сечения уголков
*Ad=N/(φ Ry γc)=444/(0,7*27,0*0,95)=24,73см2;*



Принимаем 2 уголка 100*8 с *A=15,5*2=31,0см*2, ix=*3,07 см;* iy=*4,62см.*
Определяем гибкость *λ*x=l/ix=424,2/3,07=138>*λ*lim=120;
*λ*y=l/iy=424,2/4,62=92<*λ*lim=120*;*
принимаем больший профиль- 2 уголка 140*9 с *A=24,7*2=49,4см*2, ix=*4,34см;*
iy=*6,24см.*
Определяем гибкость *λ*x=l/ix=424,2/4,34=98<*λ*lim=120;
*λ*y=l/iy=424,2/6,24=68<*λ*lim=120*;*

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 98\sqrt{\frac{27}{20600}} = 3{,}6;$$

Условная гибкость
Определяем коэффициент продольного изгиба *φ* =0,460.
Определяем фактические напряжения
σ= N/*(φ*A)=444/(0,46*49,4)=19,54 *кН/см*2 =195,4*МПа;*
σ=195,4*МПа*<R*y γc=270 *0,95=256,5МПа* - прочность обеспечена
Раскос и-к с *N=89кН.* Принимаем *φ*=0,7.
Требуемая площадь сечения уголков
*A*d=*N/(φ Ry γc)*=89/(0,7*27,0*0,95)=4,96*см*.

Принимаем 2 уголка 125*8 с $A=19,7*2=39,4см2$, ix$=3,87$ *см;* iy$=5,6см.$
Определяем гибкость λx=l/ix=424,2/3,87=110$<\lambda$lim=120
λy=l/iy=424,2/5,6=76$<\lambda$lim=120*;*

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 110\sqrt{\frac{27}{20600}} = 4,0;$$

Условная гибкость
Определяем коэффициент продольного изгиба φ =0,401.
Определяем фактические напряжения
σ= N/(φA)=89/(0,401*39,4)=5,63 *кН/см*2 =56,3*МПа;*
σ=56*,3МП*а<R*y γc=270 *0,95=256,5МПа* - прочность обеспечена
Стойка г-д с *N=126кН.* Принимаем φ=0,7.
Требуемая площадь сечения уголков
*A*d=*N/(φ Ry γc*)=126/(0,7*27,0*0,95)=7,02*см*2;
Принимаем 2 уголка 90*6 с *A=10,6*2=21,2см*2, ix$=2,78$ *см;* iy$=4,19см.$
Определяем гибкость λx=l/ix=300/2,78=108$<\lambda$lim=120
λy=l/iy=300/4,19=72$<\lambda$lim=120*;*

$$\lambda = \lambda\sqrt{\frac{R}{E}} = 108\sqrt{\frac{27}{20600}} = 4,0;$$

Условная гибкость
Определяем коэффициент продольного изгиба $\varphi=0,$401.
Определяем фактические напряжения
σ= N/(φA)=126/(0,401*21,2)=14,82 *кН/см*2 =148,2*МПа;*
σ=148,2*МП*а<R*y γc=270 *0,95=256,5МПа* - прочность обеспечена
5. Расчет растянутых элементов.
Нижний пояс рассчитываем по большему усилию.
Стержень 12-к с *N=1573кН.*
Требуемая площадь сечения уголков
*A*n=N/(R*y γc)* =1573/(27,0*0,95)=61,33*см*2;
Принимаем 2 уголка 160*12 с *A=3*7,4*2=74*,8см*2, ix=4,94 *см;* iy=7,09*см.*
Определяем гибкость λx=l/ix=300/4,94=61$<\lambda$lim=400
λy=l/iy=300/7,09=42$<\lambda$lim=400*;*
Раскос в-г с *N=624кН.*
Требуемая площадь сечения уголков
*A*n=N/(R*y γc)* =624/(27,0*0,95)=24,33*см*2;
Принимаем 2 уголка 100*7с *A=13,8*2=27,6см*2, ix$=3,08$ *см;* iy$=4,59см.$
Определяем гибкость λx=l/ix=424,2/3,08=138$<\lambda$lim=400
λy=l/iy=424,2/4,59=92$<\lambda$lim=400*;*
Раскос е-ж с *N=267кН.*
Требуемая площадь сечения уголков
*A*n=N/(R*y γc)* =267/(27,0*0,95)=10,41*см*2;
Принимаем 2 уголка 63*5 с *A=6,13*2=12,26см*2, ix$=1,94$ *см;* iy$=3,12см.$
Определяем гибкость λx=l/ix=424,2/1,94=219$<\lambda$lim=400
λy=l/iy=424,2/3,12=136$<\lambda$lim=400*;*
Для с стержней с нулевым усилием принимаем конструктивно 2 уголка 45*4 с
*A=2*3,48=6,96 см*2

Элементы фермы	Обозначение стержня	Длина стержня, *мм*	Профиль	Кол-во стержней	Масса, *кг*		
					шт.	общая	масса фермы

Верхний пояс	*1*-б	3000	2 ∟45*4	2	16,38	32,76	5001,42
	2-г	3000	2 ∟ 160*16	2	231,00	462,00	
	3-д	3000	2 ∟160*16	2	231,00	462,00	
	4-ж	3000	2 ∟ 160*16	2	231,00	462,00	
	5-и	3000	2 ∟ 160*16	2	231,00	462,00	
Нижний пояс	*12*-в	6000	2 ∟160*12	2	352,80	705,60	
	12-е	6000	2 ∟ 160*12	2	352,80	705,60	
	12-к	3000	2 ∟ 160*12	2	176,40	352,80	
Раскосы	а-б	2121	2 ∟ 45*4	2	11,58	23,16	
	а-в	2121	2 ∟ 100*14	2	87,39	174,78	
	б-в	2121	2 ∟ 100*14	2	87,39	174,78	
	в-г	4242	2 ∟ 100*7	2	91,63	183,26	
	д-е	4242	2 ∟100*8	2	103,50	207,00	
	е-ж	4242	2 ∟ 63*5	2	40,81	81,62	
	и-к	4242	2 ∟ 125*8	2	131,50	263,00	
Стойки	*0*-а	3000	2 ∟ 45*4	2	16,38	32,76	
	г-д	3000	2 ∟ 90*6	2	49,98	99,96	
	ж-и	3000	2 ∟ 90*6	2	49,98	99,96	
	к-л	3000	2 ∟ 45*4	1	16,38	16,38	

6. Расчет верхнего среднего узла фермы.

В узел входят следующие стержни: и-к, 5-и, к-л.

Стержень и-к с N=*89 кН.*

Длина сварного шва на обушок:

$$l_{w,b} \geq \left[kN / \left(2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c\right)\right] + 1...2см = \left[0,7 * 89 / \left(2 * 0,7 * 1 * 18 * 1 * 0,95\right)\right]$$

$$= 2,6 + 1,4 = 4,0см$$

на перо

$$l_{w,p} \geq \left[(1-k)N / \left(2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c\right)\right] + 1...2см = \left[(1-0,7) * 89 / (2 * 0,7 * 0,8 * 18 * 1 * 0,95)\right]$$

$$= 1,4 + 1,6 = 3,0см$$

[

Стержень 5-и с *N=1512 кН.*

Длина сварного шва на обушок:

$$l_{w,b} \geq \left[kN / \left(2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c\right)\right] + 1...2см = \left[0,7 * 1512 / \left(2 * 0,7 * 1 * 18 * 1 * 0,95\right)\right]$$

$$= 44,2 + 1,8 = 46 см$$

на перо:

$$l_{w,p} \geq \left[(1-k)N / \left(2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c\right)\right] + 1...2см = \left[(1-0,7) * 1512 / (2 * 0,7 * 0,8 * 18 * 1 * 0,95)\right]$$

$$= 23,7 + 1,3 = 25см$$

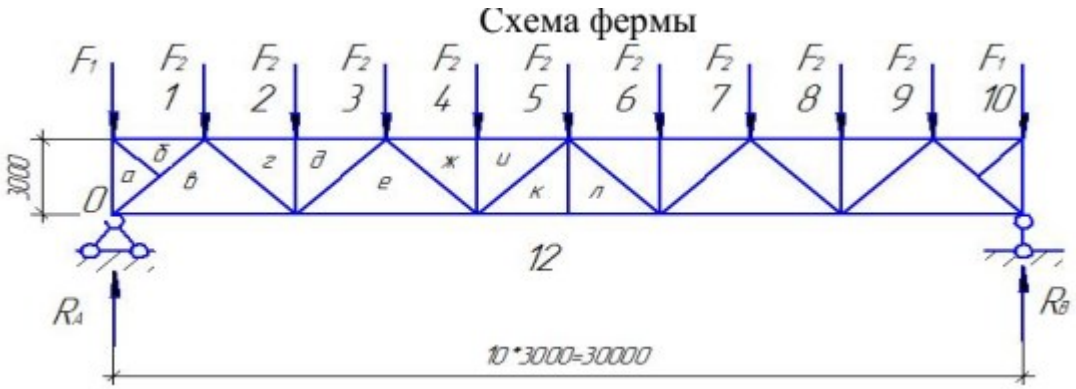
Стержень к-л с *N=0 кН.*

Длина сварного шва на обушок и на перо по *2см* конструктивно.

Ход выполнения:

39. Освоение лекционного материала по теме
40. Выполнить задание

Задание 1. спроектировать и рассчитать элементы фермы из спаренных уголков пролетом 30 *метров*, шаг несущих конструкций *6 метров.* Класс ответственности здания: четные варианты I; нечетные варианты II. Марка стали: четные варианты С245, нечетные варианты С235. Нагрузку от покрытия взять в практической работе 23.Сварка ручная, электроды Э42. Коэффициент условия работы: четный вариант -0,9; нечетный вариант - 0,85.



Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи, чертеж.

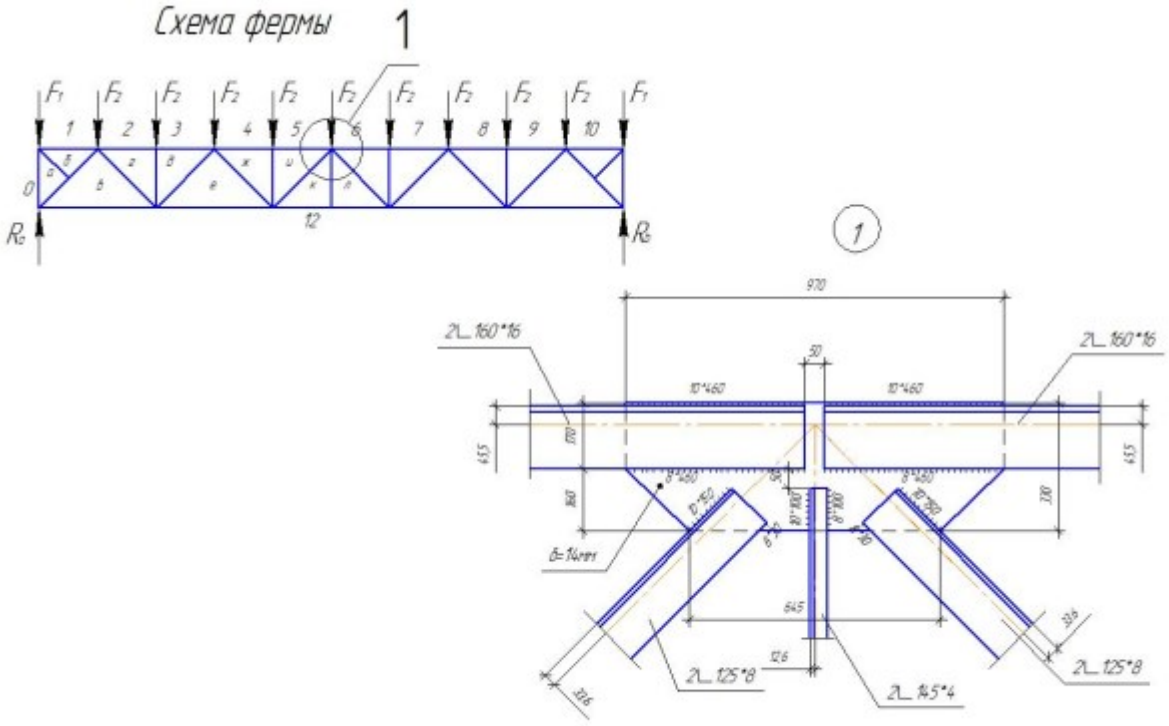
Практическое занятие № 55.

Тема: Конструирование узлов

Цель: научиться выполнять конструирование узлов стальной стропильной фермы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:



Ход выполнения:

41. Освоение лекционного материала по теме
42. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить конструирование узлов стальной стропильной фермы по практической работе №54.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 56.

Тема: Расчёт и конструирование элементов деревянных фермы. Конструирование узлов

Цель: научиться производить расчет сжатого пояса фермы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Деревянные фермы применяют для покрытий зданий при пролетах от 9 до 36м. По очертанию фермы бывают треугольные, трапецеидальные, многоугольные и сегментные. Сжатые и растянутые элементы деревянных ферм выполняют из бруса, бревен или пакетов, склеенных из досок.

Порядок расчета:

1. определим площадь поперечного сечения бруса

$$F = \frac{N}{0.6R_c};$$

где *N*- усилие в стержне;

Rc – расчетное сопротивление древесины сжатию;

2. принимаем по сортаменту сечение бруса и определяем фактическую площадь поперечного сечения *Fфакт.*;

3. определяем радиус инерции $ry = rx = 0.29h$,

где *h* – высота сечения бруса

4. определяем гибкость

$$\lambda = \frac{l}{r};$$

5. по гибкости определим коэффициент продольного изгиба, если $\lambda < 70,$ то

$\varphi = 1 - a(\lambda/100)2,$ где $a=0,8$;

если $\lambda > 70,$ то $\varphi = A/\lambda 2$, где $A=3000;$

6. проверяем устойчивость стержня

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F_{факт.}};$$

7. если $\sigma c < Rc$ прочность обеспечена;

8. если $\sigma c > Rc$ прочность не обеспечена, увеличиваем сечение бруса

Ход выполнения:

43. Освоение лекционного материала по теме
44. Выполнить задание

Задание 1. подобрать сечения и проверить прочность сжатого пояса деревянной фермы, выполненной из бруса

Номер варианта	Расчетная длина, *м*	Усилие, *кН*	Порода древесины	Сорт /класс древесины
1	*1,9*	*180*	Лиственница европейская	*1/К26*
2	*2,0*	*100*	Ель	*2/К24*
3	*2,1*	*105*	Береза	*3/К16*
4	*2,2*	*115*	Бук	*1/К26*
5	*2,3*	*120*	Вяз	*2/К24*
6	*1,5*	*100*	Ольха	*3/К16*
7	*1,6*	*105*	Липа	*1/К26*
8	*1,7*	*110*	Осина	*2/К24*
9	*1,8*	*115*	Тополь	*3/К16*
10	*1,9*	*120*	Кедр Крас.края	*1/К26*

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 57.

Тема: Расчёт и конструирование элементов деревянных фермы. Конструирование узлов

Цель: научиться производить расчет сжатого пояса фермы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример оформления практической работы

Задание: подобрать сечения и проверить прочность сжатого пояса деревянной фермы. Расчетная длина -*2,7* м. Порода древесины - ель. Усилие - *161* кН. Сорт древесины- *2*/К24.

1. определим площадь поперечного сечения бруса

$$F = \frac{N}{0{,}6R_c} = \frac{161}{0{,}6*1{,}3} = 206см^2;$$

где *Rc*=13МПа=1,3 кН/см*2* – расчетное сопротивление древесины сжатию *[*СП*64.13330.2011*, таблица 3];

2. принимаем по сортаменту сечение бруса и определяем фактическую площадь поперечного сечения *F*факт.=15*15=225 см*2[*сортамент лесоматериалов*];*

3. определяем радиус инерции $ry = rx = 0{,}29h = 0{,}29*15 = 4{,}35$см

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{270}{4{,}35} = 62;$$

4. определяем гибкость

5. $\lambda=62<70,$ то коэффициент продольного изгиба

$\varphi=1$ –а$(\lambda/100)2=1-0{,}8(62/100)2=0{,}69;$

6. проверяем устойчивость стержня

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F_{факт.}} = \frac{161}{0{,}69*225} = 1{,}04кН/см^2 = 10{,}4МПа;$$

.

7. σc=10,4 МПА $<$ *R*c=13МПа - прочность обеспечена.

Ход выполнения:

45. Освоение лекционного материала по теме
46. Выполнить задание

Задание 1. подобрать сечения и проверить прочность сжатого пояса деревянной фермы, выполненной из бруса

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи, чертеж.

Практическое занятие № 58.

Тема: Расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы. Конструирование узлов

Цель: научиться выполнять расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Здание отапливаемое, сблокировано согласно конструктивной схеме.

Пролет железобетонной рамы 30 м, шаг колонн – 12 м, длина температурного блока 48 м. Мостовые краны грузоподъемностью 500/100 кН в каждом пролете. Снеговая нагрузка по IV снеговому географическому району, ветровая нагрузка для II района, местность типа *С* – городской район с застройкой зданиями высотой более 25 м, средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8°$, $v = 4$ м/с "Строительная климатология" СНиП 23-01-99. Кровля рулонная, плотность утеплителя 300 $кг/м^3$.

Компоновка поперечной рамы железобетонного каркаса

В качестве основной несущей конструкции покрытия выбраны железобетонные арочные фермы пролетом 30 м с предварительно напряженным нижним растянутым поясом. Устройство фонарей не предусмотрено, цех оборудован лампами дневного света. Плиты покрытия предварительно напряженные железобетонные ребристые размером 3×12 м. Подкрановые балки металлические высотой 1.3 м. Наружные стены панельные навесные, опирающиеся на опорные столики колонн. Колонны проектируют сквозными двухветвевыми, ступенчатыми.

Отметка кранового рельса 12,9 м. Высота кранового рельса 120 мм.

Колонны имеют длину от обреза фундамента до верха подкрановой консоли $H_1 = 12{,}9 - (1.3 + 0.12) + 0.15 = 11{,}63$ м.

От верха подкрановой консоли до низа стропильной конструкции, согласно стандарту на мостовые краны; высотой подкрановой балки, рельса, размером зазора $H_2 = 2.4 + (1.3 + 0.12) + 0.15 = 3.97$ м. Окончательно принимаем $H_2 = 4.2$.

Полная длина колоны $H = H_1 + H_2 = 4.2 + 11{,}63 = 15{,}83$ м.

Соединение колонн с фермами выполняется сваркой закладных деталей и в расчетной схеме поперечной рамы считается шарнирным.

Размеры сечения колонны в надкрановой части назначают с учетом опирания ригелей непосредственно на торец колонны без устройства специальной консолей принимаем $h_1 = 60$ см, $b = 50$ см.

Сквозные колонны имеют в нижней подкрановой части две ветви, соединенные короткими распорками-ригелями.

Для крайних колонн высота всего сечения $h_1 = 120$ см.

Высота сечения ветви $h = 250$ мм, ширина $b = 500$ мм, $b = (1/25...1/30)H$.

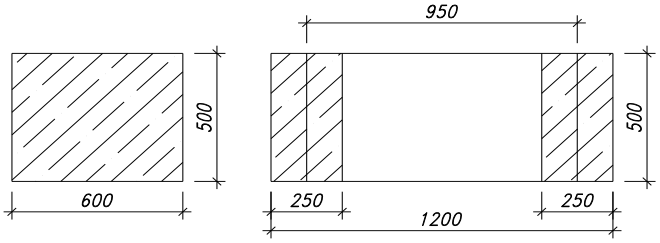


Рис. 1. Компоновка сечения колонн

Определение нагрузок на раму

Постоянная нагрузка от массы покрытия:

Таблица 1. Нагрузка от массы покрытия

Собственный вес	Нормативная нагрузка, Н/м2	Коэффициент надёжности по нагрузке	Расчётная нагрузка, Н/м2
1. Железобетонных ребристых плит покрытия размером в плане 3×12 м с учетом заливки швов	2050	1,1	2255
2. Пароизоляция, один слой рубероида	50	1,3	65
3. Утеплителя (плиты минераловатные полужесткие $\rho = 300$ кг/м3 $\delta = 13$ см)	385	1,2	462
4. Асфальтобетонная стяжка ГОСТ 912884 $\delta = 2$ см, $\rho = 2100$ кг/м3	350	1,3	455
5. Изопласта (рулонный наплавляемый)	150	1,3	195
ИТОГО	2985		3432

Собственную массу принимаем $G_ф = 149$ кН, распределенной на 1м^2

$$g_{ô}^{n} = \frac{G_{ô\,f}\gamma_n}{bl} = \frac{149 \cdot 0.95}{12 \cdot 30} = 0.517 \cdot 0.95 = 0.4915 \text{ кН/м}^2;$$

$$\gamma_n = 0.95, \gamma_f = 1.1, g_{ô} = \frac{149 \cdot 0.95 \cdot 1.1}{12 \cdot 30} = 0.5406$$

Нормативное значение постоянной нагрузки от покрытия: $g^n = (2.985 + 0.517)0.95 = 3.327$ кН/м^2.

Расчетная $g = 3.432 \cdot 0.95 + 0.5406 = 3.801$ кН/м^2.

Отношение $g / g_n = 3.790 / 3.317 = 1.1424$.

Временные нагрузки. Снеговая нагрузка. Вес снегового покрова на 1 м^2 площади горизонтальной проекции покрытия по СНиП 2.01.85 – 85 "Нагрузки и воздействия" для III района $s_0 = 1.0$ кПа. $s = s_0\mu = 1.0 \cdot 1 = 1.0$ кН/м^2, $\mu = 1$. Т. к. $g / s_0 = 3.327 / 1.0 = 3.327 > 0.8$ - принимаем $\gamma_f = 1.4$.

На участке с перепадом высот коэффициент

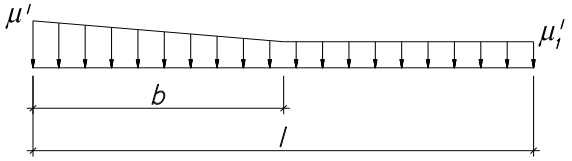


Рисунок 2. Схема распределения снеговой нагрузки на участке у перепада высот

$\mu' = 1 + (m_1 l_1' + m_2 l_2') / h = 1 + (0.4 \cdot 30{,}5 + 0.3 \cdot 30{,}5) / 8 = 3.144$,

где $h = 8$ м - высота перепада, м, отсчитываемая от карниза верхнего покрытия до кровли нижнего;

$l_1' = l_2' = 30{,}5$ м – длины, с которых снег переносится на рассматриваемый участок;

$m_1 = 0.4$ - доля снега, переносимого ветром к перепаду высот с верхнего покрытия при $\alpha \le 20^0$,

$m_2 = 0.3$ с нижнего сводчатого покрытия при $f / l = 0.126 > 0.125$;

Длина зоны повышенных снегоотложений $b = 2h = 16$ м при $\mu \le 2h / s_0$;

Принимаем в расчете $\mu = 3.44 \le 2h / s_0$;

$\mu_1' = 1 - 2m_2 = 1 - 2 \cdot 0.3 = 0.4$

Длительная составляющая снеговой нагрузки $s_l = 0.3s = 0.3 \cdot 1.0 = 0.3$ кН/м^2 для IV района.

Крановые нагрузки.

Таблица 2. Справочные данные по мостовым кранам

Q, т		Пролет L, м	Размеры, мм				Max давление колеса	Вес тележки Gn, кН	Вес крана с тележкой Gк, кН	Тип кранового рельса	Высота рельса h, мм	Высота подкрановой балки при шаге колонн 12 м
Главный крюк	Вспомогательный		H	M	B1	K	Fn,, max					
50	10	30	2400	6300	260	4400	220	85	360	КР-70	120	1300

Пролет крана $30 - 2 \times 0{,}85 = 28{,}3$ м. $F_{\min}^n = (Q + G_k) / n_0^1 - F_{\max}^n = (200 + 360) / 2 - 220 = 60$ кН, $\gamma_f = 1.1$.

Расчетное максимальное давление на колесо крана $F_{\max} = F_{n,\max}\gamma_f\gamma_n = 220 \times 1.1 \times 0.95 = 229.9$ кН,

$F_{\min} = 60 \times 1.1 \times 0.95 = 62.7$ кН.

Поперечная сила на одно колесо

$$H_{max} = f(Q + G_n)n_0 / n_0^1 n^1 = \frac{Q + G_n}{20} 0{,}5\gamma_n = \frac{200 + 85}{20} 0.5 \cdot 0.95 = 6.769 \text{ кН}.$$

$f = 0.1$ - коэффициент трения при торможении тележки;

n_0^1 - количество колес крана с одной стороны;

n_0 / n^1 - отношение тормозных колес тележки к общему числу колёс.

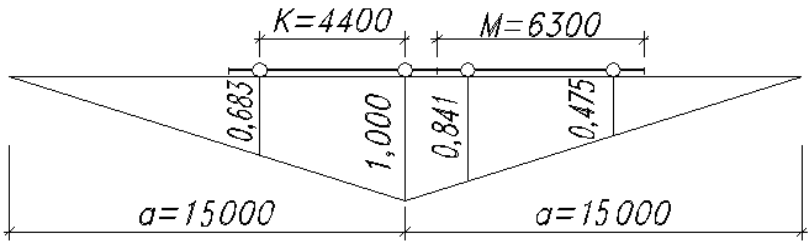


Рис. 3. Линия влияния давления на колонну

Вертикальная крановая нагрузка на колонны при невыгоднейшем положении кранов с коэффициентом сочетаний $\gamma_i = 0.85$

$D^n_{max} = F_{max}\gamma_i \sum Y_i = 220 \cdot 0.85 \cdot 2.95 = 551.65$ кН, $\quad D_{min} = 60 \cdot 0.85 \cdot 2.95 = 150.45$ кН.

$\sum Y_i$ - сумма ординат линии влияния

Горизонтальная крановая нагрузка на колонну от двух кранов при поперечном торможении

$H^n = H^n_{max}\gamma_f\gamma_n \sum Y_i = 6.769 \cdot 0.85 \cdot 2.95 = 16.973$ кН.

Ветровая нагрузка. Нормативное значение ветрового давления по СНиП 2.01.85 – 85 “Нагрузки и воздействия” для II района, местности типа С, $w_0 = 0.6$ кПа (600 Н/м^2), аэродинамический коэффициент: с наветренной стороны $c_e^1 = 0.8$, подветренной $c_e = 0.6$. Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m на высоте z над поверхностью земли $\omega_m = \omega_0 kc$, где w_0 - нормативное значение ветрового давления; k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

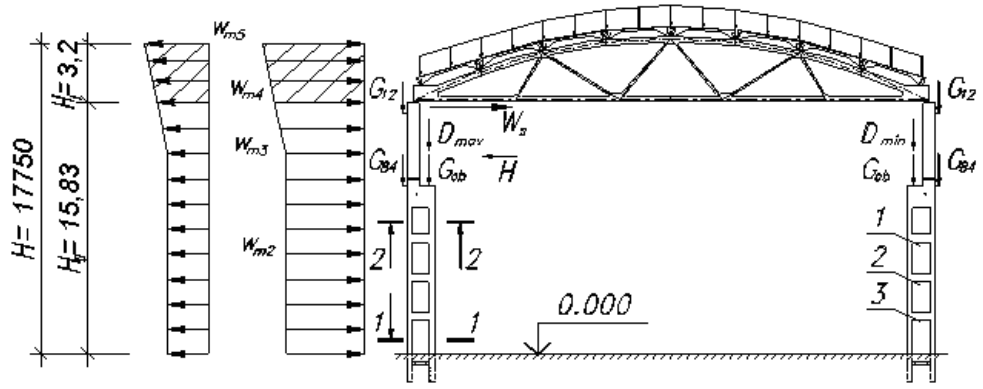


Рисунок 4. Схема к определению нагрузки от ветра

С наветренной стороны $z \le 10$ м, $k = 0.4$ $w_{m1} = w_0 kc_e = 0.6 \cdot 0.4 \cdot 0.8 = 0.192$ кН/м^2;

$z = 20$ м, $k = 0.55$ $w_{m2} = 0.6 \cdot 0.55 \cdot 0.8 = 0.264$ кН/м^2;

$z = 12.6$ м, $w_{m3} = w_{m1} + [(w_{m2} - w_{m1}) / 10](H_l - 10) =$

$= 0.192 + [(0.264 - 0.192) / 10](12.6 - 10) = 0.21072$ кН/м^2.

$z = 15.525$ м $w_{m4} = 0.192 + [(0.264 - 0.192) / 10](15.525 - 10) = 0.23178$ кН/м^2.

Расчет раскосной железобетонной арочной фермы

Расчетные данные.

Бетон класса В35: $R_{bn} = 29.0$ МПа; $R_b = 22.0$ МПа; $\gamma_{b2} = 0.9$; $R_{bt} = 1.4$ МПа; $R_{btn} = 2.1$ МПа;

$E_b = 3.25 \times 10^4$ МПа.

Предварительно напряженная арматура класса А-V:

$R_s^n = 1295$ МПа; $R_s = 1080$ МПа; $E_s = 1.8 \times 10^5$ МПа.

Ненапрягаемая арматура класса А-II, А-I

Передаточная прочность бетона $R_{bp} = 0.7B = 0.7 \times 35 = 24{,}5$ МПа.

Разность температур натянутой арматуры и устройств, воспринимающих усилие натяжения $\Delta t = 65^0 C$.

Схема фермы и определение геометрических характеристик.

Арочную ферму проектируем с раскосной решеткой. Верхний пояс описан по дуге окружности радиусом:

$$R = \frac{f^2 + (0.5l)^2}{2f} = \frac{3.06^2 + (0.5 \cdot 29.7)^2}{2 \cdot 3.06} = 24.47 \text{ м.}$$

Центральный угол α равен: $\sin(\alpha/2) = l/(2R) = 29.7/(2 \cdot 24.47) = 0.48$; $\alpha = 57.9^0$.

Длина дуги верхнего пояса фермы: $S = \frac{\pi R \alpha}{180} = \frac{3.14 \cdot 24.47 \cdot 57.9}{180} = 24.74$ м.

Разбиваем верхний пояс на 4 равные панели по 6.045 м.

Нагрузка от плит покрытия через ребра в виде сосредоточенных сил передается на узлы фермы и в середину второй и третьей панели верхнего пояса.

При ширине плиты покрытия $b = 3$ м угол, который опирается на дугу длинной $l = 3$ м, равен $\beta = \frac{360l}{2\pi R} = \frac{360 \cdot 3}{2 \cdot 3.14 \cdot 24.47} = 7.02^0$.

Горизонтальная проекция первой плиты покрытия составляет

$b_1 = R \sin \beta = 24.47 \cdot 0.12 = 3$ м;

второй $b_2 = R \sin(2\beta) - b_1 = 24.942 \cdot 0.24 - 3 = 2.95$ м; аналогично $b_3 = 2.86$ м, $b_4 = 2.74$ м.

Получаем схему передачи нагрузки от ребер плит на верхний пояс фермы.

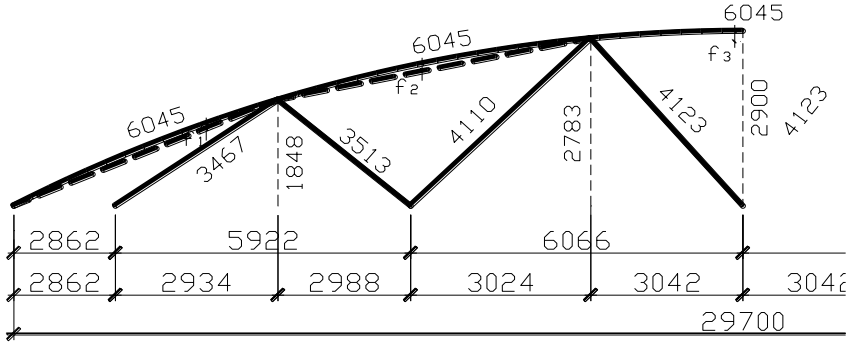


Рисунок 5. Геометрическая схема и схема передачи нагрузки на ферму.

Определение нагрузок на ферму

Постоянная нагрузка $g^n = 12(2.836 + 0481) = 34.029 + 5.778 = 39.807$ кН/м.

В однопролетном здании учитываем 3 варианта загружения снеговой нагрузкой, $\gamma_f = 1.4$:

1). Полная равномерно распределенная по всему пролету $p_0^n = s \cdot 12 = 1.0 \cdot 12 \cdot 0.95 = 11.4$ кН/м.

2). Полная равномерно распределенная на половине пролета p_0^n.

3). Распределенная снеговая нагрузка, ординаты которой связаны с перепадом высот $p_{01}^n = s_0 \cdot \mu' \cdot 12 = 1.0 \cdot 3.144 \cdot 12 \cdot 0.95 = 35.839$ и $p_{01}^{n/} = s_0 \cdot \mu_1' \cdot 12 = 1.0 \cdot 0.4 \cdot 12 \cdot 0.95 = 4.56$ кН/м.

Коэффициент перехода от нормативной к расчетной нагрузке $g/g_n = 3.790/3.317 = 1.14974$.

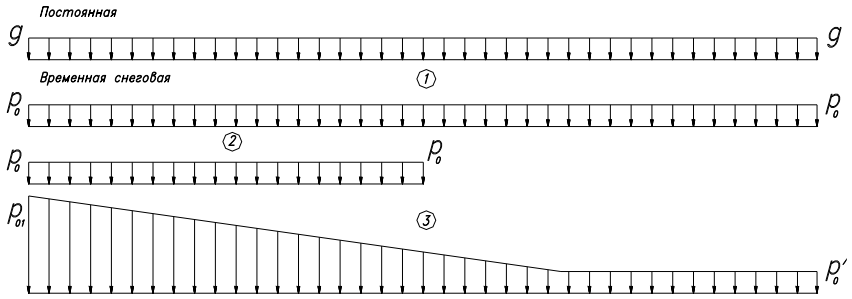


Рисунок 6. Геометрическая схема и схема передачи нагрузки на ферму

Производим подсчет нормативных и расчетных нагрузок на узлы верхнего пояса фермы для всех вариантов загружения:

Расчётное опорное давление фермы:

загружение постоянной нагрузкой:

$P_1^n = (34.029 + 5.778)(0.215 + 0.22 + 2.825/2) = 62.869 + 10.675 = 73.543$ кН;

$P_2^n = (34.029 + 5.778)(2.825 + 2.855)/2 = 96.642 + 16.410 = 113.052$ кН;

$P_3^n = (34.029 + 5.778)(2.855 + 2.955)/2 = 98.854 + 16.785 = 115.639$ кН;

$P_4^n = (34.029 + 5.778)(2.955 + 2.995)/2 = 101.236 + 17.190 = 118.426$ кН;

$P_5^n = (34.029 + 5.778)2.995 = 101.917 + 17.305 = 119.222$ кН;

первый вариант загружения снеговой нагрузкой:

$P_1^n = 11.4(0.215 + 0.22 + 2.825/2) = 21.0615$ кН; $P_2^n = 11.4(2.825 + 2.855)/2 = 32.376$ кН;

$P_3^n = 11.4(2.855 + 2.955)/2 = 33.117$ кН; $P_4^n = 11.4(2.955 + 2.995)/2 = 33.915$ кН;

$P_5^n = 11.4 \cdot 2.995 = 34.143$ кН;

второй вариант загружения снеговой нагрузкой:

$P_1^n = 21.0615$ кН; $P_2^n = 32.376$ кН;

$P_3^n = 33.117$ кН; $P_4^n = 33.915$ кН; $P_5^n = 34.143 \cdot 0.5 = 17.0715$ кН;

третий вариант загружения снеговой нагрузкой:

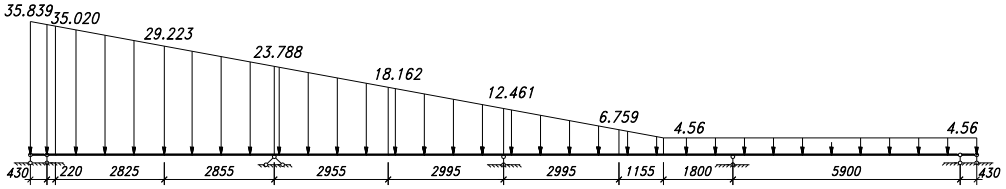


Рисунок 7. Схема третьего варианта загружения снеговой нагрузкой

$P_1^n = 0.43(35.02/2 + (35.839 - 35.02)/6) + 2.825(29.223/2 + (35.02 - 29.223)/3) = 54.324$ кН;

$P_2^n = 2.825(29.223/2 + (35.02 - 29.223)/6) + 2.855(23.788/2 + (29.233 - 23.788)/3) = 83.146$ кН;

$P_3^n = 2.855(23.788/2 + (29.233 - 23.788)/6) + 2.955(18.162/2 + (23.788 - 18.162)/3) = 68.924$ кН;

$P_4^n = 2.955(18.162/2 + (23.788 - 18.162)/6) + 2.995(12.461/2 + (18.162 - 12.461)/3) = 53.957$ кН;

$P_5^n = 2.995(12.461/2 + (18.162 - 12.461)/6 + 8.759/2 + (12.461 - 8.759)/3) = 38.319$ кН;

$P_6^n = 2.995(8.759/2 + (12.461 - 8.759)/6) + 2.955 \cdot 4.56/2 + 1.155^2(8.759 - 4.56)/(6 \cdot 2.955) = 22.018$ кН;

$P_7^n = (2.855 + 2.955)6.84/2 + 1.155(10.5 - 6.84)(3.6 + 2 \cdot 1.155/3)/(2 \cdot 2.955) = 20.169$ кН;

$P_8^n = 4.56(2.855 + 2.825)/2 = 12.9504$ кН; $P_9^n = 4.56(2.825 + 0.43)/2 = 7.4214$ кН;

Определение усилий в элементах фермы произведен на ЭВМ с помощью программы ЛИРА-WINDOWS Версия 9.0, разработанной в НИИАСС (Киев), 1995-1998 г.

Вычисленные усилия сведены в таблицу 3 :

Таблица 3. Усилия в стержнях фермы.

Элементы фермы	Обозначение стержня	Расчетное сечение	Продольная сила N от нормативных нагрузок , кН			
			Постоянная нагрузка	Снеговая нагрузка, вариант		
				1	2	3
Верхний пояс	1	1	-941.980	-275.938	-191.998	-445.692
		2	-938.982	-275.843	-191.715	-444.596
		3	-900.990	-263.968	-180.629	-416.233
	2	1	-903.652	-264.069	-151.234	-359.945
		2	-908.913	-264.139	-146.384	-359.142
		3	-890.860	-260.305	-149.950	-352.302
Нижний пояс	3		857.237	251.181	173.695	401.035
	4		859.288	252.932	174.657	401.242
	5		895.478	263.050	131.525	325.995
Раскосы	6		-2.037	-2.815	-1.413	-4.596
	7		37.431	8.444	41.639	62.389
					-33.195	-58.647
	8		-10.297	-4.877	24.818	41.443
					-29.095	-42.117

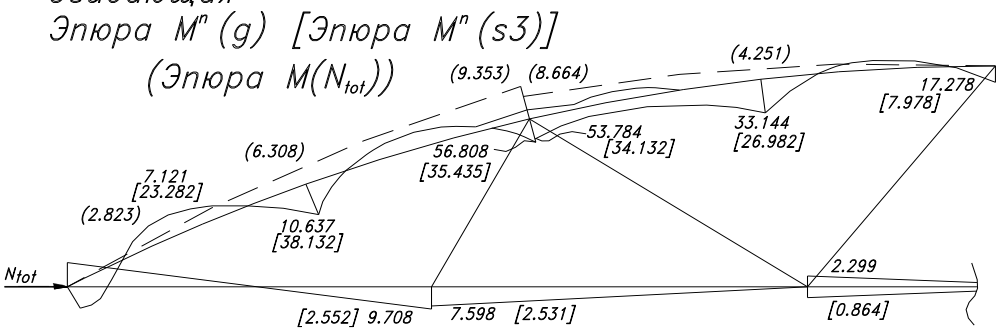


Рисунок 8. Эпюры *M* кНм

Расчет нижнего пояса на прочность

Сечения, нормальные к продольной оси *элемента*.

Наибольшее растягивающее усилие в нижнем поясе $N^n = 859.288 + 401.242 = 1260.530$ кН, $N = 859.288 \cdot 1.15 + 401.242 \cdot 1.4 = 1549.697$ кН, $M = 7.598 \cdot 1.15 + 2.531 \cdot 1.4 = 12.279$ кНм.

Принимаем сечение нижнего пояса 20×24 см.

$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{12279}{1549.697} = 7.924$ мм, величина $0.5(h - 2a_p) = 0.5(220 - 2 \cdot 57.5) = 52.5$ мм $> e_0 = 7.942$ мм – продольная сила проходит между ц.т. сечений арматуры., где $a_p = (4 \cdot 50 + 1 \cdot 87.5)/5 = 57.5$ мм – расстояние от оси сечения напрягаемой арматуры до ближайшей грани.

Расстояние от направления действия силы до наиболее удаленной до нее арматуры $e' = 0.5h - a_p + e_0 = 0.5 \cdot 220 - 57.5 + 7.924 = 60.424$ мм.

$$A_{sp} = \frac{Ne'}{\gamma_{s6} \cdot R_s (h - 2a_p)} = \frac{1549697 \cdot 60.424}{1.15 \cdot 1080(220 - 2 \cdot 57.5)(100)} = 7.18 \text{ см}^2, \text{ где}$$

$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)(2\xi / \xi_R - 1) \le \eta$, $\gamma_{s6} = \eta = 1.15$ - мах значение коэффициента условий работы высокопрочной арматуры при напряжениях выше условного предела текучести.
(пункт 2.5.2[1]).
Для К7 $A_s = 1.416$ см^2. Определяем количество прядей канатов $n = 7.18/1.416 = 5.07$ шт. Принимаем ø15 К7 ($A_s = 7.08$ см^2). Напрягаемая арматура окаймлена хомутами.
Продольная арматура каркасов класса А-V (4 ø8 с $A_s = 2.01$см^2). Суммарный процент армирования составляет

$$\mu = \frac{2A_{sp} + A_{s_s}^{l}}{bh} = \frac{2 \cdot 7.08 + 2.01}{28 \cdot 22} 100 = 2.625\ \%.$$

Сечение нижнего пояса представлено на рисунке:

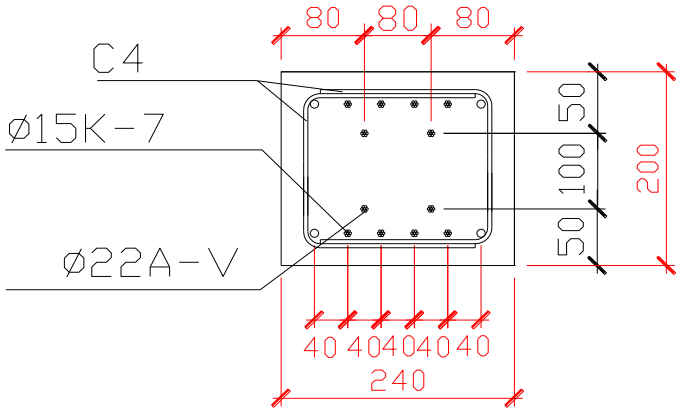


Рисунок 9. сечение нижнего пояса

Расчет нижнего пояса по образованию трещин

Элемент относится к 3-й категории. Величину контролируемого предварительного напряжения арматуры принимаем из условия $\sigma_{sp} + p \le R_s^n = 1295$ МПа, $p = 0.05\sigma_{sp}$ - при механическом способе натяжения, $\sigma_{sp} = R_{sn}/1.05 = 1295/1.05 = 1233.33$ МПа.

Определяем потери предварительного напряжения в арматуре при коэффициенте точности натяжения $\gamma_{sp} = 1$.

Первые потери (происходящие до обжатия бетона):
$\sigma_{n1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6$ (п. 2.4.2 [1]).
1. Потери от релаксации напряжений арматуры

$$\sigma_1 = \left[0.22\left(\sigma_{sp}/R_{sn}\right) - 0.1\right]\sigma_{sp} = \left[0.22\frac{1233}{1295} - 0.1\right]1233 = 135.08\ \text{МПа}.$$

2. Потери от температурного перепада $\sigma_2 = 1.25\Delta t = 1.25 \cdot 65 = 81.3$ МПа.
3. Потери от деформации анкеров
$\sigma_3 = (\lambda \cdot / l)E_s = 0.37 \cdot 1.8 \cdot 10^5 / 2500 = 26.64$ МПа, где $\lambda = 2$ мм – обжатие опрессованных шайб или смятие высаженных головок, $\lambda = 1.25 + 0.15d = 1.25 + 0.15 \cdot 15 = 3.5$ см – смещение стержней в инвентарных зажимах, $l = 2500$ см – длина натягиваемого стержня.
4. Потери от быстро натекающей ползучести бетона.
Коэффициент $\alpha_1 = (E_s - E_b)/E_b = (18 - 3.25)10^4 / 3.25 \cdot 10^4 = 4.538$;
$\alpha_2 = (20 - 2.9)10^4 / 2.9 \cdot 10^4 = 5.897$ (арматура А-III). Приведенная площадь бетона
$A_{red} = A + \sum A_s = 28 \cdot 22 + 4.538 \cdot 14.16 + 5.897 \cdot 2.01 = 692.117$ см^2.
Усилие обжатия с учетом потерь
$N_{01} = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 14.16(1233 - 135.08 - 81.3 - 26.64) = 1402.354$ кН.

Сжимающее напряжение в бетоне $\sigma_{bp} = \frac{N_{01}}{A_{red}} = \frac{1402354(0.01)}{692.117} = 20.262$ МПа.

Отношение $\sigma_{bp} / R_{bp} = 20.262 / 21 = 0.965 > \alpha = 0.8$, где

$\alpha = 0.25 + 0.025 R_{bp} = 0.25 + 0.025 \cdot 21 = 0.775 \le 0.8$, тогда

$\sigma_6 = 40 \cdot 0.8 + 85\beta(\sigma_{bp} / R_{bp} - \alpha) = 40 \cdot 0.8 + 85 \cdot 1.365(0.965 - 0.8) = 51.126$ МПа,

где $\beta = 5.25 - 0.185 R_{bp} = 5.25 - 0.185 \cdot 21 = 1.365 \le 2.5$, коэффициент 0,85 для бетона подвергнутого тепловой обработке.

Итак, $\sigma_{n1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6 = 135.08 + 81.3 + 26.64 + 51.126 = 294.097$ МПа.

Вторые потери $\sigma_{n2} = \sigma_8 + \sigma_9$; от усадки бетона класса В40, подвергнутого тепловой обработке $\sigma_8 = 40$ МПа (табл.2.5 [ ]); от ползучести бетона при

$N_{01} = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_6) = 14.16(1233 - 294.097) = 1329.959$ кН,

$\sigma_{bp} = \frac{1329959(0.01)}{692.117} = 19.216$ МПа. $\sigma_{bp} / R_{bp} = 19.216 / 21 = 0.915 > 0.75$,

$\sigma_9 = 300\alpha(\sigma_{bp} / R_{bp} - 0.375) = 300 \cdot 0.85(0.915 - 0.375) = 137.710$ МПа.

Итак, $\sigma_{n2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 40 + 137.71 = 177.71$ МПа.

Полные потери: $\sigma_n = \sigma_{n1} + \sigma_{n2} = 294.097 + 177.71 = 471.807$ МПа.

Расчетный разброс напряжений при механическом способе натяжения принимают равным: $\Delta\gamma_{sp} = 0.5\frac{p}{\sigma_{sp}}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}}\right) = 0.5\frac{0.05\sigma_{sp}}{\sigma_{sp}}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{10}}\right) = 0.033$. Здесь $n_p = 10$ шт. (14 ø15 К-7). Т.к. $\Delta\gamma_{sp} = 0.033 < 0.1$ принимаем $\Delta\gamma_{sp} = 0.1$.

Сила обжатия при $\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0.1 = 0.9$

$N_{02} = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_n)\gamma_{sp} - A_s^l(\sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9) = 14.16(1233 - 471.807)0.9 - 2.01(51.126 + 177.71) = 924.493$ кН.

Усилие, воспринимаемое сечением при образовании трещин:

$N_{crc} = \gamma_i[R_{btn}(A + 2\alpha_1 A_s) + N_{02}] = 0.85[1.8 \cdot 10^{-1}(22 \cdot 28 + 2 \cdot 6.207 \cdot 14.16) + 924.493] = 906.731 < N^n = 1260.530$ к Н, где $\gamma_i = 0.85$ - Коэффициент, учитывающий снижение трещиностойкости вследствие жесткости узлов фермы.

Следовательно, трещиностойкость приопорной панели нижнего пояса не обеспечена.

Проверка ширины раскрытия трещин, нормальных к продольной оси. Принимаем в первом приближении всю снеговую нагрузку длительной. Приращение напряжение в растянутой арматуре:

$\sigma_s = (N^n - N_{02}) / A = (1260.53 - 924.493) / 14.16 = 23.731$ МПа.

$N_{02} = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_n)\gamma_{sp} - A_s^l(\sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9) = 14.16(1233 - 471.807) - 2.01(51.126 + 177.71) = 1032.325$ кН.

Приращение напряжение в растянутой арматуре от постоянной нагрузки:

$\sigma_{si} = (N_g^n - N_{02}) / A = (859.288 - 1032.325) / 14.16 < 0$, следовательно, трещины от постоянной нагрузки не возникают.

$\mu = 0.02625 > 0.02$, принимаем $\mu = 0.02$, $\delta = 1.2$ - растянутый элемент, $\eta = 1.2$ - для канатов, $\varphi_l = 1$ - кратковременное действие нагрузки, $\gamma_i = 1.15$ - коэффициент, учитывающий влияние жестких узлов.

$a_{crc} = \gamma_i 20(3.5 - 100\mu)\delta\eta\varphi_l(\sigma_s / E_s)\sqrt[3]{d} = 1.15 \cdot 20(3.5 - 2)1.2 \cdot 1.2(23.731 / 1.8 \cdot 10^5)\sqrt[3]{15} = 0.0162$ мм < 0.2 мм

Ход выполнения:

47. Освоение лекционного материала по теме
48. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить расчет расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы. Здание отапливаемое, сблокировано согласно конструктивной схеме. Пролет железобетонной рамы 40 м, шаг колонн – 18 м, длина температурного блока 35 м. Мостовые краны грузоподъемностью 500/100 кН в каждом пролете. Снеговая нагрузка по IV снеговому географическому району, ветровая нагрузка для II района, местность типа *С* – городской район с застройкой зданиями высотой более 25 м, средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8°, $v = 4$ м/с "Строительная климатология" СНиП 23-01-99. Кровля рулонная, плотность утеплителя 300 $кг/м^3$.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 59.

Тема: Расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы. Конструирование узлов

Цель: научиться выполнять расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Расчет верхнего пояса

Сечения, нормальные к продольной оси элемента. Расчет верхнего пояса на внецентренное сжатие производим для двух опасного сечения на действие расчетных усилий от схемы загружения постоянной нагрузкой и снеговой:

$N_1 = N_g + N_s = 938.982 \cdot 1.15 + 444.596 \cdot 1.4 = 1702.02$ кН; $M_1 = 10.637 \cdot 1.15 + 38.192 \cdot 1.4 = 65.699$ кНм.

$N_2^l = N_g + N_s^l = 938.9821.15 + 0.3 \cdot 444.596 \cdot 1.4 = 1390.803$ кН; $M_2^l = 10.637 \cdot 1.15 + 38.192 \cdot 0.7 = 38.964$ кНм.

С учетом разгрузки от предварительного напряжения;

$M_1 = 10.637 \cdot 1.15 + 38.192 \cdot 1.4 - 6.308 = 59.391$ кНм, $M_2^l = 10.637 \cdot 1.15 + 38.192 \cdot 0.7 - 6.308 = 32.656$ кНм.

Ориентировочная требуемая площадь сечения верхнего сжатого пояса фермы:

$$A \approx \frac{N}{0.8(R_b + 0.03R_{sc})} = \frac{1702.02}{0.8(22 + 0.03 \cdot 365)(100)} = 645.682 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение верхнего пояса из условия опирания плит покрытия пролетом 12 м 24×28 см $A = 896 > 645.682$ см^2.

Расчетную длину для учета продольного изгиба в плоскости фермы согласно таблице 33 [1 СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции.] при:

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{5939.1}{1702.02} = 3.489 < \frac{h_{ВП}}{8} = \frac{32}{8} = 4 \text{ см} \Rightarrow l_0 = 0.9l = 0.9 \cdot 517 = 465.3 \text{ см}.$$

Наибольшая гибкость сечения $l_0 / h = 465.3 / 32 = 14.541 > 4$. Необходимо учесть влияние прогиба элемента на его прочность.

При прямоугольном сечении с симметричным армированием $A_s = A_s^l$ (без предварительного напряжения) с учётом, что

$I_b = 280 \cdot 285^3 / 12 = 540.015 \times 10^6$ мм^4,

$I_s = \mu_1 b h_0 (0.5h - a)^2 = 0.0265 \cdot 280 \cdot 285(0.5 \cdot 320 - 35)^2 = 33.042 \times 10^6$ мм^4;

Зададимся $\mu_1 = 2 \cdot A_s / A = 0.03 > \mu_{\min} = 0.0017$ при $l_0 / h = 14.541$ - первое приближение;

$\varphi_{l_0} = 1 + \beta(M^l{}_1 / M_1) = 1 + 173.85 / 212.752 = 1.817$ - коэффициент длительности действия на прогиб элемента в предельном состоянии, где $\beta = 1$ - тяжелый бетон (п. 4.2. [2]), $M^l{}_1, M_1$ - моменты относительно оси, проходящей через ц.т. растянутой арматуры;

$M_1 = N(h_0 - a^l)/2 = 1702.02(0.285 - 0.035)/2 = 212.752$ кНм,

$M_1^l = N^l(h_0 - a^l)/2 = 1390.803 \cdot 0.125 = 173.850$ кНм.

$\delta_e = e_0 / h = 3.489/32 = 0.109 < \delta_{\min} = 0.5 - 0.01 \cdot l_0 / h - 0.01 \cdot R_b = 0.5 - 0.01 \cdot 465.3/32 - 0.01 \cdot 22 = 0.134$

принимаем $\delta = 0.134$. Отношение модулей упругости $\alpha = E_s / E_b = 2 \cdot 10^5 / 3.25 \cdot 10^4 = 6.154$.

Критическая сила

$$N_{cr} = \frac{6.4 \cdot E_b}{l_0^2}\left[\frac{I_b}{\varphi_{l_0}} \cdot \left(\frac{0.11}{0.1+\delta_e} + 0.1\right) + \alpha I_s\right] =$$

$$= \frac{6.4 \cdot 3.25 \cdot 10^4}{4653^2}\left[\frac{540.015 \times 10^6}{1.817} \cdot \left(\frac{0.11}{0.1+0.134} + 0.1\right) + 6.154 \cdot 33.042 \times 10^6\right] = 3526.658 \text{ кН.}$$

Вычисляем коэффициент $\eta = 1/(1 - N/N_{cr}) = 1/(1 - 1702.02/3526.658) = 1.933$.

Эксцентриситет составляет

$e = e_0\eta + (h_0 - a')/2 = 3.489 \cdot 1.933 + 0.5 \cdot 32 - 3.5 = 19.244$ см.

Определяем

$\omega = \alpha - 0.008 \cdot \gamma_{B2} R_b = 0.85 - 0.008 \cdot 0.9 \cdot 22 = 0.6916$, $\alpha = 0.85$ - тяжелый бетон.

Вычисляем характеристику сжатой зоны по формуле:

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left[1 + \frac{\sigma_{Rs}}{500} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1.1}\right)\right]} = \frac{0.6916}{\left[1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0.6916}{1.1}\right)\right]} = 0.544,$$

где $\sigma_{Rs} = R_s$ - арматура с физическим пределом текучести;

$$\alpha_n = \frac{N}{\gamma_{b2} R_b b h_o} = \frac{1702020(0.01)}{0.9 \cdot 22 \cdot 28 \cdot 28.5} = 1.077 > \xi_R = 0.544;$$

$\delta' = a' / h_0 = 3/28.5 = 0.105$;

$$\alpha_s = \frac{\alpha_n (e/h_0 - 1 + \alpha_n/2)}{1 - \delta'} = \frac{1.077(19.244/28.5 - 1 + 1.077/2)}{1 - 0.105} = 0.257 > 0;$$

$$\xi = \frac{\alpha_n \cdot (1 - \xi_R) + 2 \cdot \alpha_s \cdot \xi_R}{1 - \xi_R + 2 \cdot \alpha_s} = \frac{1.077(1 - 0.544) + 2 \cdot 0.257 \cdot 0.544}{1 - 0.544 + 2 \cdot 0.257} = 0.794 > \xi_R;$$

$$A_s = A_s' = \frac{N}{R_s} \cdot \frac{e/h_o - \xi \cdot (1 - \xi/2)/\alpha_n}{1 - \delta'} = \frac{1702020}{365(100)} \cdot \frac{19.244/28.5 - 0.794(1 - 0.794/2)/1.077}{1 - 0.105} = 12.023 \text{ см}^2.$$

Т.к. $\mu_1 = 2 \cdot A_s / A = 2 \cdot 12.023/(28 \cdot 32) = 0.0268 \approx 0.0265$, принимаем 2ø 16 A-II (приложение 6 [2]), $A_s + A_s' = 2 \cdot 12.56 = 25.12$ см^2, $\mu_1 = 2 \cdot A_s / A = 25.12/896 = 0.028$

Проверка прочности из плоскости фермы. Наибольшее сжимающее усилие в первой панели

$N = N_g + N_s = 938.982 \cdot 1.15 + 444.596 \cdot 1.4 = 1702.02$ кН;

$N' = N_g + N_s' = 938.9821.15 + 0.3 \cdot 444.596 \cdot 1.4 = 1390.803$ кН.

Площадь сечения верхнего пояса фермы $A = 28 \cdot 32 = 896$ см^2.

Расчетная длина элемента $l_0 = 0.9l = 0.9 \cdot 258.5 = 232.65 < 20h = 20 \cdot 32 = 640$ см - проверку проводим по формуле $N \le \varphi(R_b A + R_s A_{S,tot})$.

Где $A_{S,tot} = 14.16$ см^2, $R_b = 0.9 \cdot 22 = 19.8$ МПа при $\gamma_{b2} = 0.9$.

По отношениям

$N'/N = 1390.803/1702.02 = 0.817$, $l_0/h = 232.65/32 = 7.27$ находим $\varphi_b = 0.882$ и $\varphi_{sb} = 0.896$.

$$\alpha_s = \frac{R_s A_{S,tot}}{R_b A} = \frac{365 \cdot 25.12}{19.8 \cdot 896} = 0.52 > 0.5 \Rightarrow \varphi = \varphi_{sb} = 0.896 \text{ и}$$

$N_{cer} = 0.896(19.8 \cdot 896 + 365 \cdot 25.12)(100) = 2411.1 > N = 1702.02$ кН, т.е. прочность фермы из плоскости изгиба обеспечена.

Сечение верхнего пояса показано на рисунке :

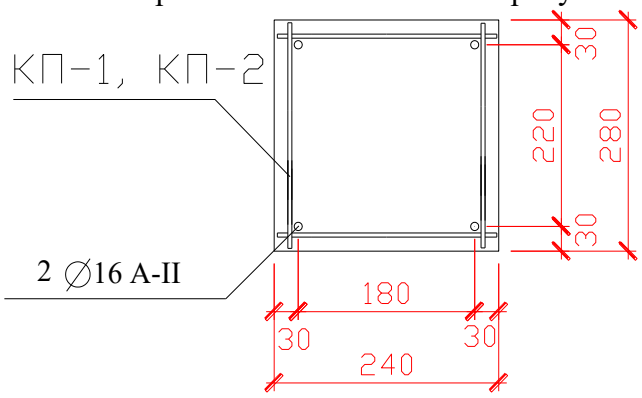


Рисунок 10. Сечение верхнего пояса

Расчет второго раскоса

Расчетное растягивающее усилие $N = 37.431 \cdot 1.15 + 62.389 \cdot 1.4 = 130.381$ кН.

Сжимающее - $N = N_g + N_{сн} = 37.431 \cdot 1.15 - 58.647 \cdot 1.4 = 39.070$ кН.

Усилие от длительной и постоянной нагрузки

$N^l = N_g + N_{сн}^l = 37.431 \cdot 1.15 - 0.3 \cdot 58.647 \cdot 1.4 = 1.983 > 0$ кН.

Принимаем сечение раскоса 24×12 см.

Сечение арматуры из условия работы раскоса на растяжение

$A_s = N / R_s = 130381(0.01) / 365 = 3.572$ см^2.

Из условия работы раскоса на сжатие. Расчетная длина для учета продольного изгиба в плоскости фермы согласно таблице 33 [1] $l_0 = 0.8l = 0.8 \cdot 423 = 338.4$ см.

Определяем величину случайного эксцентриситета:

$$e_0^{сл} = 10мм > \frac{h}{30} = \frac{12}{30} = 0.4 > \frac{l}{600} = \frac{338.4}{600} = 0.564см .$$

Расчетный эксцентриситет $e_0 = e_0^{сл} = 1$ см.

Наибольшая гибкость сечения $l_0 / h = 338.4 / 12 = 28.2 > 4$. Необходимо учесть влияние прогиба элемента на его прочность.

$e_0 = 1 < 0.1h = 1.2 \Rightarrow \varphi_{l_0} = \varphi_{l_1} + 10(1 - \varphi_{l_1})e_0 / h = 1.051 + 10(1 - 1.051) / 12 = 1.008$

$I_b = 280 \cdot 90^3 / 12 = 17.01 \times 10^6$ мм^4,

$I_s = \mu_1 bh_0 (0.5h - a)^2 = 0.01 \cdot 280 \cdot 90(0.5 \cdot 120 - 30)^2 = 226800$ мм^4;

Зададимся $\mu_1 = 2 \cdot A_s / A = 0.01$ - первое приближение;

$\varphi_{l_1} = 1 + \beta(M'_1 / M_1) = 1 + 0.059 / 1.172 = 1.051$, $\beta = 1$, $M_1 = N(h_0 - a') / 2 = 339.07(0.09 - 0.03) / 2 = 1.172$ кНм,

$M_1^l = N^l (h_0 - a') / 2 = 1.983 \cdot 0.03 = 0.0595$ кНм.

$\delta_e = e_0 / h = 1 / 12 = 0.083 > \delta_{\min} = 0.5 - 0.01 \cdot l_0 / h - 0.01 \cdot R_b = 0.5 - 0.01 \cdot 338.4 / 12 - 0.01 \cdot 22 = 0.002$ принима ем $\delta = 0.083$. Отношение модулей упругости $\alpha = E_s / E_b = 2 \cdot 10^5 / 3.25 \cdot 10^4 = 6.154$.

Критическая сила

$$N_{cr} = \frac{6.4 \cdot E_b}{l_0^2}\left[\frac{I_b}{\varphi_{l_0}} \cdot \left(\frac{0.11}{0.1 + \delta_e} + 0.1\right) + \alpha I_s\right] =$$

$$= \frac{6.4 \cdot 32500}{3384^2}\left[\frac{17.01\times 10^6}{1.008}\cdot\left(\frac{0.11}{0.1+0.083}+0.1\right)+6.154\cdot 226800\right] = 239.811\,\text{кН}.$$

Вычисляем коэффициент $\eta = 1/(1-N/N_{cr}) = 1/(1-39.07/239.811) = 1.195$.

$e = e_0\eta + (h_0 - a')/2 = 1\cdot 1.195 + (9-3)/2 = 4.195$ см.

Вычисляем:

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left[1+\frac{\sigma_{Rs}}{500}\cdot\left(1-\frac{\omega}{1.1}\right)\right]} = \frac{0.6916}{\left[1+\frac{365}{500}\cdot\left(1-\frac{0.6916}{1.1}\right)\right]} = 0.544$$

$$\alpha_n = \frac{N}{\gamma_{b2}R_b b h_o} = \frac{39070(0.01)}{0.9\cdot 22\cdot 28\cdot 9} = 0.0783 < \xi_R = 0.544 \Rightarrow$$

$\delta' = a'/h_0 = 3/9 = 0.33$;

$$\overline{\alpha_n} = \frac{Ne}{\gamma_{b2}R_b b h_o^2} = \frac{39070(0.01)4.195}{0.9\cdot 22\cdot 28\cdot 9} = 0.036;$$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_n - \overline{\alpha_n}(1-0.5\overline{\alpha_n})}{1-\delta'} = \frac{0.0783 - 0.036(1-0.5\cdot 0.036)}{1-0.33} = 0.0245;$$

$$\xi = \frac{\overline{\alpha_n}(1-\xi_R)+2\alpha_s\xi_R}{1-\xi_R+2\alpha_s} = \frac{0.036(1-0.544)+2\cdot 0.0245\cdot 0.544}{1-0.544+2\cdot 0.0245} = 0.106;$$

$$A_s = A_s' = \frac{R_b b h_0}{R_s}\cdot\frac{\alpha_n - \xi(1-\xi/2)}{1-\delta'} = \frac{22\cdot 28\cdot 9}{365(100)}\cdot\frac{0.0783-0.106(1-0.106/2)}{1-0.33} < 0\,\text{см}^2.$$

Принимаем арматуру конструктивно

В зависимости от

$l_0/i = 338.4/3.47 = 97.58 \Rightarrow \mu = 0.25\,\%, i = 0.289h = 0.289\cdot 12 = 3.47$ (таблица 38 [1]).

Из условий работы на растяжение 4ø 10 А-II (приложение 6 [2]), $A_s = 6.16\,\text{см}^2$.

Проверка ширины раскрытия трещин, нормальных к продольной оси: $\mu = 0.0183 < 0.02$, $\delta = 1.2$ - внецентренно растянутый элемент, $\eta = 1$ - стержни периодического профиля. $\varphi_l = 1.6 - 15\mu$ - длительное действие нагрузки, $\gamma_i = 1.15$ - коэффициент учитывающий влияние жестких узлов.

Принимаем в первом приближении всю снеговую нагрузку длительной.

Напряжение в растянутой арматуре

$\sigma_s = N^n/A = 99820(0.01)/6.16 = 162.045$ МПа.

$a_{crc} = \gamma_i 20(3.5-100\mu)\delta\eta\varphi_l(\sigma_s/E_s)\sqrt[3]{d} = 1.15\cdot 20(3.5-1.83)1.2\cdot 1(1.6-15\cdot 0.0183)(162.045/1.8\cdot 10^5)\sqrt[3]{16} = 0.138$ мм < 0.2 мм

(таблица 2* [ ]).

Сечение раскоса показано на рисунке:

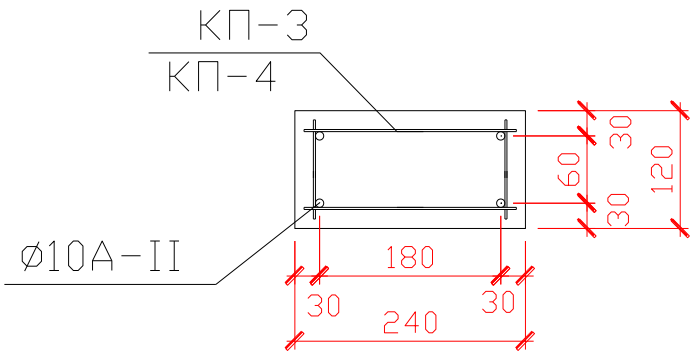


Рисунок 11. Сечение второго раскоса

Расчет первого раскоса

Принимаем сечение раскоса 24×12 см.

Принимаем конструктивно 2ø 10 А-II, т.к. $N=0$.

Сечение раскоса показано на рисунке 12:

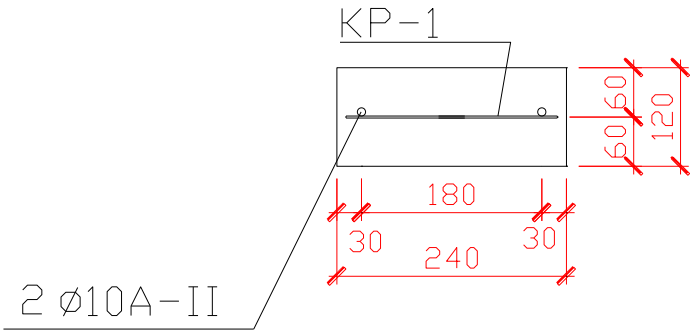


Рисунок 12. Сечение первого раскоса

Расчет и конструирование узлов фермы

Длина заделки напрягаемой арматуры $l_{an}=150$ см – для канатов ø 12-15 мм. При меньшей длине анкеровка напрягаемой арматуры обеспечивается постановкой поперечных стержней.

Площадь сечения продольной ненапрягаемой арматуры

$A_s=0.2N/R_s=0.2(1.15\cdot857.237+1.4\cdot401.035)/365=8.48$ см^2

Принимаем ø 6 А-I.

Длина заделки $l_{an}=35d=35\cdot10=35$ см.

Расчет поперечной арматуры в опорном узле. Расчетное усилие из условия прочности в наклонном сечении по линии отрыва AB (рисунок).

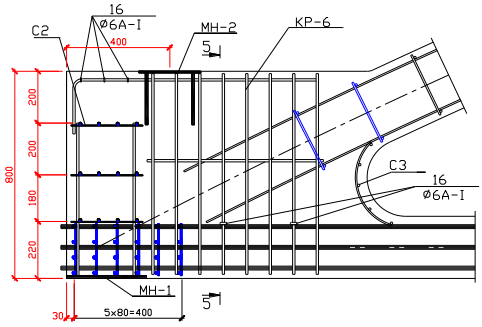


Рисунок 13. Опорный узел фермы

Условие прочности $N\sin\alpha\le N_{sp}\sin\alpha+N_s\sin\alpha+N_{sw}\cos\alpha$;

Усилие в хомутах

$N_w=(N-N_{sp}-N_s)tg\alpha=(1547.049-530.1504-517.758)0.625=311.898$ кН, где

$N_{sp}=R_{sp}A_{sp}l_1/l_{ap}=1080(10^{-1})14.16\cdot(55-3)/150=530.1504$ кН, $l_{ap}=1500$ мм

для семипроволочных канатов;

$N=R_sA_sl_{1a}/l_{an}=365(10^{-1})9.28\cdot(55-1.5)/35=517.758$ кН – усилия в продольной арматуре; $\alpha=32^0$ - угол наклона линии AB.

Площадь сечения одного поперечного стержня

$A_{sw}=N_w/(nR_{sw})=311898/(18\cdot290\cdot100)=0.597$ см^2, где $R_{sw}=290$ МПа;

$n=2\cdot9=18$ -шт. количество поперечных стержней в узле, пересекаемых линией AB (за вычетом поперечных стержней, расположенных ближе 100 мм от точки A), при двух каркасах и шаге стержней $s=90$ мм.

Принимаем ø 6 А-I, $A_{sw} = 0.785$ см^2.

Обеспечения прочности на изгиб в наклонном сечении, условие прочности: момент сил не должен превышать момента внутренних усилий

$$Q_A\left(l_y - a\right) \le N_w\left(l_2 - 10\right)/2 + N\left(h_{os} - 0.5x\right) - N_{sp}\left(h_{op} - 0.5x\right);$$

Требуемая площадь стержня

$$A_{sw} \ge \left[N_1\left(l_y - a\right)\sin\beta - N_{sp}\left(h_{op} - 0.5x\right) - N_s\left(h_{os} - 0.5x\right)\right]/\left(nR_{sw}z_{sw}\right) = \left[1706.932(120 - 17)0.423 - \right.$$

$$\left. - 530.1504(67 - 18.902/2) - 517.758(67 - 18.902/2)\right]/\left(18 \cdot 290\left(10^{-1}\right)63\right) = 0.427 \text{ см}^2,$$

что меньше принятого ø 6 А-I, $A_{sw} = 0.758$ см^2 – условие прочности на изгиб в наклонном сечении удовлетворяется.

В формуле $\beta = 25^0$ - угол наклона приопорной панели;

$h_{op} = h_{os} = h - h_1/2 = 78 - 22/2 = 67$ см,

$x = \left(N_{sp} + N_s\right)/\left(\gamma_{b2}R_b b\right) = \left(530.1504 + 517.758\right)/\left(0.9 \cdot 22\left(10^{-1}\right) \cdot 28\right) = 18.902$ см – высота сжатой зоны бетона;

$z_{sw} = l_2 - 10 = 73 - 10 = 63$ см – расстояние от центра тяжести сжатой зоны равнодействующей усилий в поперечной арматуре.

Расчет прочности поперечной арматуре в промежуточных узлах

Расчетное усилие $N = 130.381$ кН .

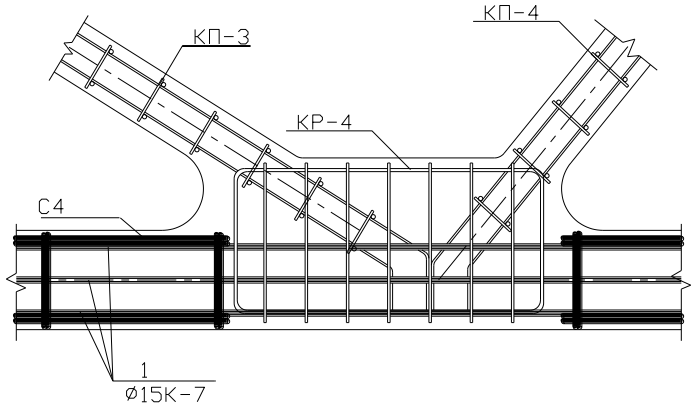


Рисунок 14. Промежуточный узел фермы

Фактическая длина заделки стержней раскоса за линию $AB = 20$ см, требуемая – для ø 6 А-I, $l_{an} = 35d = 35 \cdot 16 = 560$ мм.

Необходимое сечение поперечных стержней каркасов

$$A_{sw} \ge N_{sw}/nR_{sw} = N\left(1 - \left(k_2 l_1 + a\right)/\left(k_1 l_{an}\right)\right)/\left(nR_{sw}\cos\varphi\right) = 130.381\left(1 - \left(1.05 \cdot 20 + 4.8\right)/\left(0.442 \cdot 56\right)\right)/$$

$$/\left(14 \cdot 290\left(10^{-1}\right)0.485\right) < 0 \text{ см}^2,$$

где $a = 3d = 3 \cdot 1.6 = 4.8$ см

–условное увеличение длины заделки растянутой арматуры, при наличии на конце коротыша или петли, $k_2 = 1$ - для узлов верхнего пояса и $k_2 = 1.05$ - нижнего, $\varphi = 56^0$ - угол м/у поперечными стержнями и направлением растянутого раскоса, $k_1 = \sigma_s/R_{sw} = \left(N/A_s\right)/R_{sw} = 130.381/\left(10.18 \cdot 290\right) = 0.442$ МПа; $n = 2 \cdot 7 = 14$ -шт. количество поперечных стержней в узле, пересекаемых линией ABC, при двух каркасах и шаге стержней $s = 100$ мм.

Назначаем конструктивно ø 6 А-I, $A_{sw} = 0.283$ см^2.

Площадь сечения окаймляющего стержня в первом узле определяется по условному усилию или $N_{os} = 0.04\left(D_1 + 0.5D_2\right) = 0.04\left(130.381 + 0.5 \cdot 46.181\right) = 6.131$ кН, D_1, D_2 - усилия в растянутых раскосах.

Площадь сечения окаймляющего стержня

$$A_s \ge N_{so}/nR_s = 6.131/\left(2 \cdot 90\right) = 0.341 \text{ см}^2,\ R_s = 90 \text{ МПа}$$

– по условию ограничения раскрытия трещин; принимаем. ø 8 А-I, $A_s = 0.503$ см^2

В узлах, где примыкают сжатые раскосы из конструктивных соображений поперечные стержни. ø 6 А-I, с шагом 100 мм, а окаймляющие стержни. ø 8 А-I. Схема армирования фермы представлена в графической части.

Расчет фермы на монтажные нагрузки

Производим расчет верхнего пояса на монтажные нагрузки, возникающие при кантовании фермы. При расчете учитываем, что прочность бетона при кантовании фермы достигает 70% от марочной. Верхний пояс рассматриваем как двухконсольную балку, при условии строповки ее за второй узел на расстоянии 6,02 м от конца фермы.

Расчет производим на действие собственной массы верхнего пояса фермы и элементов решетки с учетом коэффициента динамичности $K_Д = 1{,}5$ (без учета коэффициента γ_f).

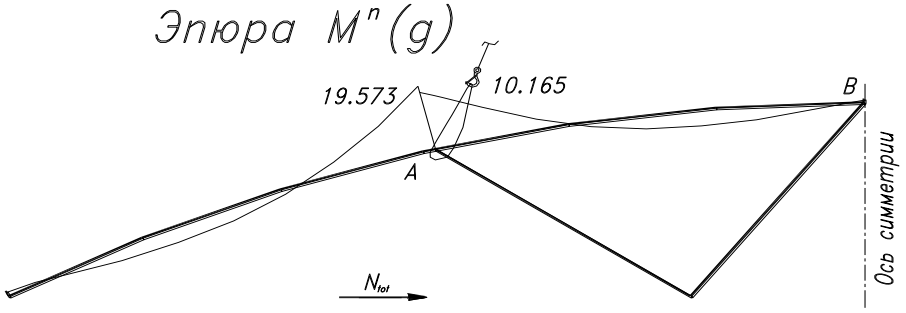


Рисунок 15. Схема к определению монтажных нагрузок.

$M_A = 0.95 \cdot 1.1 \cdot 19.573 = 20.454$ кНм.

Определим площадь сечения арматуры при симметричном армировании

$$A_s = A_s^{/} = \frac{M_A}{R_s\left(h_0 - a^{/}\right)} = \frac{20454(0.01)}{365(27-3)} = 2.24 \text{ см}^2 < 25.12 \text{ см}^2$$ для 4ø 20 А-III.

Следовательно, прочность верхнего пояса на монтажные усилия

Ход выполнения:

49. Освоение лекционного материала по теме
50. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить расчет расчёт и конструирование элементов железобетонных фермы. Здание отапливаемое, сблокировано согласно конструктивной схеме. Пролет железобетонной рамы 40 м, шаг колонн – 18 м, длина температурного блока 35 м. Мостовые краны грузоподъемностью 500/100 кН в каждом пролете. Снеговая нагрузка по IV снеговому географическому району, ветровая нагрузка для II района, местность типа *С* – городской район с застройкой зданиями высотой более 25 м, средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8°, $v = 4$ м/с "Строительная климатология" СНиП 23-01-99. Кровля рулонная, плотность утеплителя 300 $кг/м^3$.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи, чертеж.

3.3. МДК 01.02 Проект производства работ.
Практическое занятие № 1.

Тема: Выбор башенного крана
Цель: научиться выбирать башенный кран
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:

При выборе крана следует учитывать:
а) скорость подъема (опускания) груза **Vп(о)** при подаче бадей с бетоном должна быть не менее 90-100м/мин. При выполнении монтажных операций (перемещение бетонных или металлических конструкций) может быть использован любой кран, удовлетворяющий п.п. «б» и «в»;
б)высота подъема крюка **Нтр** должна быть не более величины соответствующего параметра крана **Н** в) вылет крюка **Lтр** и масса груза **Qтр** должны соответствовать грузовой характеристике крана. Если одна из расчетных характеристик **L тр** или **Qтр** соответствует параметрам крана, т.е. **L max** или **Lmin**, **Qmin** или **Qmax**, возможность использования крана устанавливается без затруднений. В том случае, если величины **Lтр** и **Qтр** находятся в интервале соответственно **Lmin - Lmax** и **Qmax - Qmin ,** следует построить грузовую характеристику крана и по ней определить возможность применения данного крана. Грузовая характеристика крана представляет собой графическую зависимость грузоподъемности **Q** от вылета крюка **L** (иногда на грузовой характеристике показывают и зависимость **L - H**) в соответствующих координатах. Для крана с подъемной стрелой она имеет вид дуги, начальная и конечная точки которой находят по координатам **Qmax** - **Lmin** и **Qmin** - **Lmax**.
Промежуточные точки могут быть определены из величины грузового момента **M = Q * L = const** [тс*м, Н*м] . Для крана с балочной стрелой грузовая характеристика имеет вид прямой **А**(грузоподъемность постоянна при любом вылете), прямой **Б**, когда грузоподъемность изменяется от **Qmax** до **Qmin** в пределах **Lmin – Lmax ,** а также ломаной линии В, когда грузоподъемность постоянна на 0,5 вылета, а затем плавно снижается от **Q** до 0,5**Q** при **Lmax.**

Ход выполнения:

51. Освоение лекционного материала по теме
52. Выполнить задание

Задание 1. По исходным данным выбрать башенный кран.

Вар и Ант	Вид груза и его масса q,т	Высота подъема крюка,м				Вылет крюка,м		
		h_1	h_2	h_3	h_4	d	$b_н(b_i)$	c
1	А; 5,4	30	2	1	2	10	8	-
2	Б; 10,0	44	4	2	2	6	10	7
3	А; 5,7	34	3	1	3	8	4	12
4	Б; 16,0	37	2	2	3	6	10	-
5	А; 9,0	40	1	2	4	7	8	10
6	Б; 14,0	26	7	1	5	14	14	-
7	А; 10,5	34	3	2	3	6	18	-
8	Б; 24,0	22	8	1	6	6	10	-
9	А; 8,0	36	2	2	4	5	10	10
10	Б; 12,0	28	6	1	4	10	12	5
11	А; 4,6	41	3	2	5	6	5	-
12	Б; 15,0	30	4	1	4	5	12	-
13	А; 2,9	43	2	1	6	9	10	6
14	Б; 8,0	25	1	2	3	15	12	-
15	А; 10,5	32	2	3	7	7	10	8
16	Б; 11,0	40	4	1	5	8	4	-
17	А; 9,0	27	3	2	4	8	8	8
18	Б; 6,0	45	1	1	3	12	5	8
19	А; 5,7	34	2	2	4	13	12	-
20	Б; 13,0	28	1	1	7	10	7	6

Примечание:

Виды грузов:

А - бадья с бетонной смесью;

Б - деталь сборной железобетонной или металлической конструкции.

Параметры основных моделей башенных кранов

Кран	Вид Стрелы	Грузоподъем-ность Q,т max-min	Вылет крюка L,м min-max	Высота Подъема крюка H,м	Скорость подъема (опускания) $V_{п(о)}$,м/мин	Скорость изменения вылета $V_т$,м/мин	Скорость перемещения крана $V_д$,м/мин	Частота Вращения Крана n,об/мин
БК-1000	Под.	50,0 - 16,0	12,5 - 45,0	88	10	6,0	12	0,2
КБ-602	Под.	25,0 - 10,0	16,0 - 35,0	72	5…...120	8,0	12	0,3
КБ-674-0	Бал.	25,0 - 10,0	4,0 - 35,0	46	10……18	4,8; 36,6	13	0,6
КБ-674-4	Бал.	25,0 - 6,3	4,0 - 35,0	70	17…..100	4,8; 36,6	13	0,6
КБ-674-3	Бал.	12,5 - 5,6	3,5 - 50,0	59	35…..100	4,8; 36,6	13	0,6
КБ-504	Бал.	10,0 - 6,2	25,0 - 40,0	77	35….100	9,2; 27,6	18	0,6
КБ-405-1	Под.	10,0 - 7,5	13,0 - 25,0	58	33….108	8,0	30	0,6
КБ-308	Бал.	8,0 - 3,2	4,5 - 25,0	42	18; 36; 54	8,0; 16,0	18	0,6

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 2.

Тема: Решение производственных ситуаций по распределению строительных машин и по типам, назначению и видам выполняемых работ

Цель: научиться решать производственные ситуации по распределению строительных машин

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Данная методика включает в себя определение потребного количества ведущих машин (экскаваторов) и вспомогательных машин (автосамосвалов), исходя из заданного объёма земляных работ, а также расчёт затрат на производство этих работ машинами.

Потребное количество экскаваторов определяется, исходя из их эксплуатационной часовой производительности ($П_{э.ч.}$), $м^3$ /ч:

$$П_{э.ч.} = \frac{3600 \cdot q \cdot к_в \cdot к_н}{T_ц \cdot к_р}, \quad (2.6)$$

где 3600 – коэффициент перевода размерности времени;

q – ёмкость ковша экскаватора, м^3;

$к_в$ – коэффициент использования машины по времени (коэффициент сменности), показывающий долю времени непосредственной работы машины на объекте в смене, (среднее значение $к_в$ = 0,75…0,8);

$к_н$ – коэффициент наполнения ковша, учитывающий степень наполнения ковша грунтом, рекомендуется $К_н$= 0,95…1,02;

$к_р$ – коэффициент разрыхления грунта (отношение объёма разрыхлённого грунта к его объёму в плотном теле); $к_р$ для грунтов I категории – 1,08; II категории -1,15; III категории -1,2;

$Т_ц$ – продолжительность рабочего цикла машины, с.

Потребное количество экскаваторов ($N_{вед}$) можно определить как:

$$N_{вед} = \frac{V_р}{П^{см}_{вед} \cdot z \cdot T}, \quad (2.7)$$

где $V_р$- объём выполняемых работ, м^3;

Z – количество рабочих смен в сутках;

$П^{см}_{вед}$ – сменная производительность экскаватора определяется произведением часовой эксплуатационной производительности и количеством часов в рабочую смену, (м^3/см);

Т – срок выполнения требуемого объёма работ, (дни).

Потребное количество автосамосвалов ($N_{всп}$) определяется:

$$N_{всп} = \frac{T_ц}{t_0}, \quad (2.8)$$

где Тц – время рабочего цикла автосамосвала, (минуты);

t_0 – время нахождения автосамосвала под погрузкой, (минуты).

Время рабочего цикла автосамосвала определяется:

$$T_ц = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (2.9)$$

где t_1 – время постановки (маневрирования) автосамосвала под погрузку, минуты;

t_2 – время загрузки, минуты;

t_3 – время хода автосамосвала под разгрузку (транспортировка грунта), минуты;

t_4 – время разгрузки автосамосвала, минуты;

t_5 – время возвращения автосамосвала под загрузку (холостой ход), минуты;

t_6 – время маневрирования автосамосвала при разгрузке, минуты.

Время загрузки автосамосвала (t_2) определяется:

$$t_2 = \frac{60 \cdot Q}{П^{вед}_{э.ч.}}, \quad (2.10)$$

где Q -вместимость кузова автосамосвала, м^3;

$П^{вед}_{э.ч.}$ - эксплуатационная часовая производительность ведущих машин (экскаваторов) м^3 /ч

Время хода автосамосвала под разгрузку (t_3) определяется:

$$t_3 = \left(\frac{60 \cdot \ell}{v_{тр}} \right) \cdot K_з, \quad (2.11)$$

где ℓ - дальность перемещения грунта, км;

$v_{од}$ – скорость движения автосамосвала при транспортировке, км/ч;

$К_з$ –коэффициент увеличения времени при разгоне-торможении автосамосвала, ($К_з$ = 1,02…1,2).

Время возвращения автосамосвала под загрузку (t_5) определяется:

$$t_5 = \left(\frac{60 \cdot \ell}{v_{xx}} \right) \cdot K_з , \qquad (2.12)$$

где $v_{\partial\partial}$ – скорость при холостом ходе автосамосвала, км/ч.

Данные для расчёта времени рабочего цикла автосамосвала ($T_ц$) представлены в таблицах 2.7 и 2.8.

Время нахождения автосамосвала под погрузкой (t_0) определяется как:

$$t_0 = t_1 + t_2 \ , \qquad (2.13)$$

где t_1 – время постановки (маневрирования) автосамосвала под погрузку, минуты;

t_2 – время загрузки, минуты;

Расчёт затрат на производство земляных работ средствами механизации сводится к определению себестоимости единицы конечной продукции, которая определяется (руб. /м^3):

$$C = \frac{1{,}08 \cdot \Sigma C_{мч} \cdot T_м \cdot 1{,}5 \cdot З}{V_р} , \qquad (2.14)$$

где 1,08 – коэффициент, учитывающий накладные расходы, отнесённые на стоимость эксплуатации машин;

$C_{мч}$ – себестоимость машино-часа комплекта, (руб.);

$T_м$ – продолжительность работы машины при выполнении ею соответствующей работы на объекте,(определяется отношением объёма работ к часовой эксплуатационной производительности ведущей машины), (часы);

1,5 – коэффициент накладных расходов на заработную плату;

З - зарплата всех рабочих, кроме обслуживающих машины,(руб);

$V_р$ - объём выполняемых работ, м^3

Себестоимость 1 машино.- часа транспортных средств в строительстве целесообразно представить в виде 2-х составляющих:

$$C^{ТР}_{М-Ч} = C'_{ТР} + C''_{ТР} \cdot 2\ell \cdot n , \qquad (2.15)$$

где C`тр - затраты, независящие от пробега на 1 машино-час, с учётом косвенных расходов, руб.;

C``тр - затраты, зависящие от пробега, с учётом косвенных расходов, приходящиеся на 1 км. пробега, руб.;

ℓ - дальность транспортирования продукции, км;

n - число ездок в течение 1 ч.

Суммарная себестоимость машино-часа комплекта машин определяется, (руб./ч)

$$\Sigma C_{м.ч} = \frac{n_Э \cdot C_{м.см.Э} + n_А \cdot C_{м.см.А}}{t_{см}} , \qquad (2.16)$$

где $n_Э$, $n_А$ –потребное количество экскаваторов и автосамосвалов;

$C_{м.см.Э}$, $C_{м.см.А}$ -себестоимости машино-смены экскаватора и автосамосвала

$t_{см}$ – продолжительность машино- смены, (час.).

Ход выполнения:

53. Освоение лекционного материала по теме
54. Выполнить задание

Задание 1. Расчёт и подбор комплекта машин «экскаватор-автосамосвал»

Согласно вариантам исходных данных и рекомендуемых справочных данных по вышеприведенной методике, произвести расчёт и подбор комплекта машин «экскаватор-автосамосвал».

Для всех вариантов принять:

- объём выполнения земляных работ $V_р$ =15000м^3;
- срок выполнения работ $T_р$=10 суток;
- число смен в сутках Z=2;

- грунт II категории.

Исходные данные и варианты заданий

№ варианта	Марка экскаватора	Ёмкость ковша экскаватора, $м^3$	Дальность транспортирования грунта, км
1	2	3	4
1	ЭО-3311Г	0,4	0,5
2	ЭО-3322А	0,4	4,0
3	ЭО-304Г	0,5	1,0
4	ЭО-4321	0,5	3,5
5	ЭО-652Б	0,65	0,5
6	ЭО-4111Б	0,8	2,0
7	ЭО-10011	1	1,0
8	ЭО-1251Б	1,25	2,5
9	ЭО-2503	2,5	1,0
10	ЭО-2621А	0,15	1,0

Рекомендуемая вместимость кузова автосамосвалов, ($м^3$)

Дальность транспортирования грунта, км	Вместимость ковша экскаватора, $м^3$						
	0,15	0,4	0,65	1	1,25	1,6	2,5
0,5	1,65	4,5	4,5	7,0	7,0	10,0	-
1,0	2,00	7,0	7,0	10,0	10,0	10,0	12,0
1,5	2,00	7,0	7,0	10,0	10,0	12,0	18,0
2,0	2,00	7,0	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0
3,0	2,40	7,0	10,0	12,0	12,0	18,0	27,0
4,0	2,40	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0
5,0	3,60	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0

Технические характеристики автосамосвалов

Показатели	Марки автосамосвалов						
	ГАЗ-93А	ГАЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-585Л	МАЗ-205	МАЗ-503	КрАЗ-222	МАЗ-525
Грузоподъёмность автосамосвала, т	2,25	3,5	4,5	6,0	7,0	10,0	25,0
Вместимость кузова автосамосвала, $м^3$	1,65	2,00	2,40	3,60	4,50	7,50	14,30

Расчётные скорости движения автосамосвалов (км/ч)

Марка автосамосвала	Дальность транспортирования грунта, км							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
ГАЗ-93	13,6	18,2	22,5	26,3	28	30,4	32,3	35,0
ЗИЛ-ММЗ-585Л	12,7	16,8	20,6	22,7	25	26,7	27,6	28
МАЗ-205	11,8	16	19,7	21,8	23,7	25	26,2	27
МАЗ-503 КРАЗ-222	-	14	17,6	19,4	21	22	21,5	23
МАЗ-525	-	12,5	16	17,5	19,0	20	21	22

Время, необходимое на вспомогательные операции в течение рейса автосамосвала, (мин.)

Марка самосвала	Разгрузка автосамосвала, (мин.)	Установка автосамосвала под:	
		- погрузку, (мин.)	- разгрузку, (мин.)
ГАЗ-93	0,3	0,2	0,4
ЗИЛ-ММЗ-585Л	1,0	0,3	0,6
МАЗ-205, МАЗ-503	0,85	0,3	0,6
КрАЗ-222	1,33	0,5	1,0
МАЗ-525	2,64	0,9	1,9

Данные для расчёта себестоимости работ, производимых экскаватором

Вместимость ковша экскаватора, q, ($м^3$)	Себестоимость машино-смены $С_{м.см..Э}$, (руб.)	Инвентарно-расчётная стоимость Кэ, (руб.)	Продолжительность рабочего цикла $Т_ц$, (сек.)
0,15	18,40	5492	14,7
0,4	24,06	11710	15,8
0,65	31,29	14170	16,6
1,0	37,04	21175	17,6
1,25	39,09	25365	18,8
2,5	61,49	63130	21,6

Данные для расчёта себестоимости работ, производимых автосамосвалом

Грузоподъёмность автосамосвала Q,(т)	Часть стоимости машино-смены, не зависящей от пробега автосамосвала $С'_{м.см.А}$, (руб)	Затраты на 1км. пробега автосамосвала $С''_{м.см.А}$,(руб.)	Инвентарно-расчётная стоимость автосамосвала, $К_А$, (руб).
2,25	5,33	0,068	1580
4,5	6,80	0,127	3610
7,0	9,32	0,176	6420
10,0	11,07	0,261	9010
12,0	11,62	0,276	9170
27,0	20,62	0,551	26145

Примечание: Себестоимость, расчётные стоимости и затраты приведены в ценах 1990 года, которые в расчётах необходимо скорректировать с помощью коэффициента инфляции.

Выводы по работе _____

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 3.

Тема: Распределение средств малой механизации по типам, назначению, видам выполняемых работ

Цель: научиться распределять средства малой механизации по типам, назначению, видам выполняемых работ

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример. Подобрать диаметр каната для подъема железобетонной балки весом 1,5 т. Угол наклона строп к вертикали 45^0, число ветвей -2

Решение:

1) Определяем действующее усилие в канатах по формуле6

$S= Q/n* \cos \alpha$,

где Q- масса поднимаемой конструкции, т;

n- число ветвей многоветвевого стропа;

α – угол наклона стропа к вертикали.

$S = 1500/ 2* \cos 45^0 = 1056$кг.

2) Определяем разрывное усилие каната по формуле:

$F_o = S*Z_p$,

где S- усилие натяжения, кН;

Z_p – минимальный коэффициент запаса прочности, зависит от вида, назначения, режима работы машины и механизма (для неподвижных канатов-2,5-5; для подвижных канатов 3,15-9).

$F_o = 1056* 6 = 6336$ кг.

3)Принимаем канат типа ТК :х37 с пределом прочности стальной проволоки 180 кг/мм^2 .

Требуемому усилию удовлетворяет канат диаметром 11 мм с диаметром проволок 0,5мм, который имеет разрывное усилие 6420 кг > 6336 кг.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе:

1. Для чего применяют в строительстве грузоподъемные машины?
2. Перечислите основные группы грузоподъемных машин и приведите их общую характеристику.
3. Назовите основные параметры грузоподъемной машины.
4. Что такое грузоподъемность?

Ход выполнения:

55. Освоение лекционного материала по теме
56. Выполнить задание

Задание 1. Подбор канатов для грузовой лебедки грузоподъемных машин.

№ варианта	Вес балки, т
1	2,5
2	3,5
3	4,5
4	5,6

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 4.

Тема: Организация строительного производства поточным методом (поточно-расчлененным, поточно-комплексным). Расчет параметров потока. Построение графиков потока и графиков ресурсов

Цель: научиться выполнять расчет строительного производства поточным методом.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Условия создания строительного потока

Основной задачей расчета потока является определение возможного сокращения продолжительности строительства объекта, которое обеспечило бы наиболее рациональное использование рабочих бригад и механизмов. Все расчеты при этом должны базироваться на реальном количестве ресурсов. Для непрерывного ведения работ необходимо:

1) дифференцировать процесс строительства комплекса зданий на простые составляющие процессы в соответствии со специализацией исполнителей;

2) осуществить разделение труда исполнителей и закрепление за специализированной бригадой (звеном) соответствующих простых процессов;

3) разделить фронт работ на захватки;

4) совместить строительные работы во времени в пределах строительной площадки (с учетом технологии работ, охраны труда, местных условий строительства);

5) определить очередность включения в поток захваток с учетом минимального срока выполнения всего объема работ

Потоки, у которых ритмы работы каждой бригады постоянны и в то же время не равны, а кратны друг другу, называются кратно-ритмичными потоками.

Условия организации потока с кратным ритмом

При организации потоков с кратными ритмами соблюдают следующие условия:
– ритм потока равен наименьшему из ритмов бригад потока. Причем величина ритма бригады *тбр* для всех бригад кратна *tш* (ритму потока);
– количество бригад, выполняющих один и тот же процесс, равно величине кратности ритма этой бригады ритму потока;
– все формулы для расчета ритмичного потока (с одинаковым ритмом работы бригад) справедливы и для потока с кратным ритмом:

$$To = (N + n - 1) \cdot tш + \sum tmex + \sum topг \quad (4.1)$$

Но в данном случае *n* является суммарным числом бригад, которые заняты на выполнении одинаковых работ

Потоки, у которых время работы бригад на всех захватках постоянно, но не равно и не кратно, называются разноритмичными. Увязку разноритмичных потоков проводят или по первой, или по последней захватке. Когда шаг специализированного потока меньше шага предшествующего потока, увязка производится по последней захватке, если больше – по первой захватке.

Ход выполнения:

57. Освоение лекционного материала по теме
58. Выполнить задание

Задание 1. Требуется составить график производства работ (линейный, циклограмму), определить общую продолжительность выполненных работ, период развертывания потока и выпуска продукции для специализированного потока по монтажу каркаса здания.

Исходные данные

1. Состав работ:
– монтаж фундаментов;
– монтаж колонн;
– монтаж подкрановых балок;
– монтаж ферм и плит покрытия.
2. Число захваток – 6.
3. Ритм работы бригад – 3 дня.

Задание 2. Запроектировать поточное возведение трех зданий. Строительство первого здания состоит из двух захваток, второго и третьего – из трех. Работы по возведению разбиты на 4 процесса. Длительность процессов: I – 4 дня, II – 2 дня, III – 6 дней, IV – 2 дня. Между первым и вторым процессом – технологический перерыв 2 дня. Между третьим и четвертым процессом – организационный перерыв 4 дня. Определить общую продолжительность строительства; количество бригад; начало и окончание строительства 2-го и 3-го зданий. Построить циклограмму и линейный график выполнения работ

Задание 3. Необходимо выполнить работы по возведению семи зданий с использованием разноритмичных потоков за 54 дня. При этом между первым и вторым процессами на первой захватке имеется технологический перерыв 3 дня, а на последней захватке – организационный в 21 день. Между вторым и третьим процессами на первой захватке организационный перерыв в 14 дней, а на последней захватке – технологический в 2 дня. Суммарная продолжительность трех процессов при их последовательном выполнении – 91 день. Определить продолжительность выполнения каждого процесса, начало и окончание второго и третьего процессов. Построить циклограмму производства работ.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 5.

Тема: Организация строительного производства поточным методом (поточно-расчлененным, поточно-комплексным). Расчет параметров потока. Построение графиков потока и графиков ресурсов

Цель: научиться выполнять расчет неритмичного объектного потока и ресурсных графиков

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример расчета неритмичного объектного потока и ресурсных графиков

Расчет потока методом матричного алгоритма

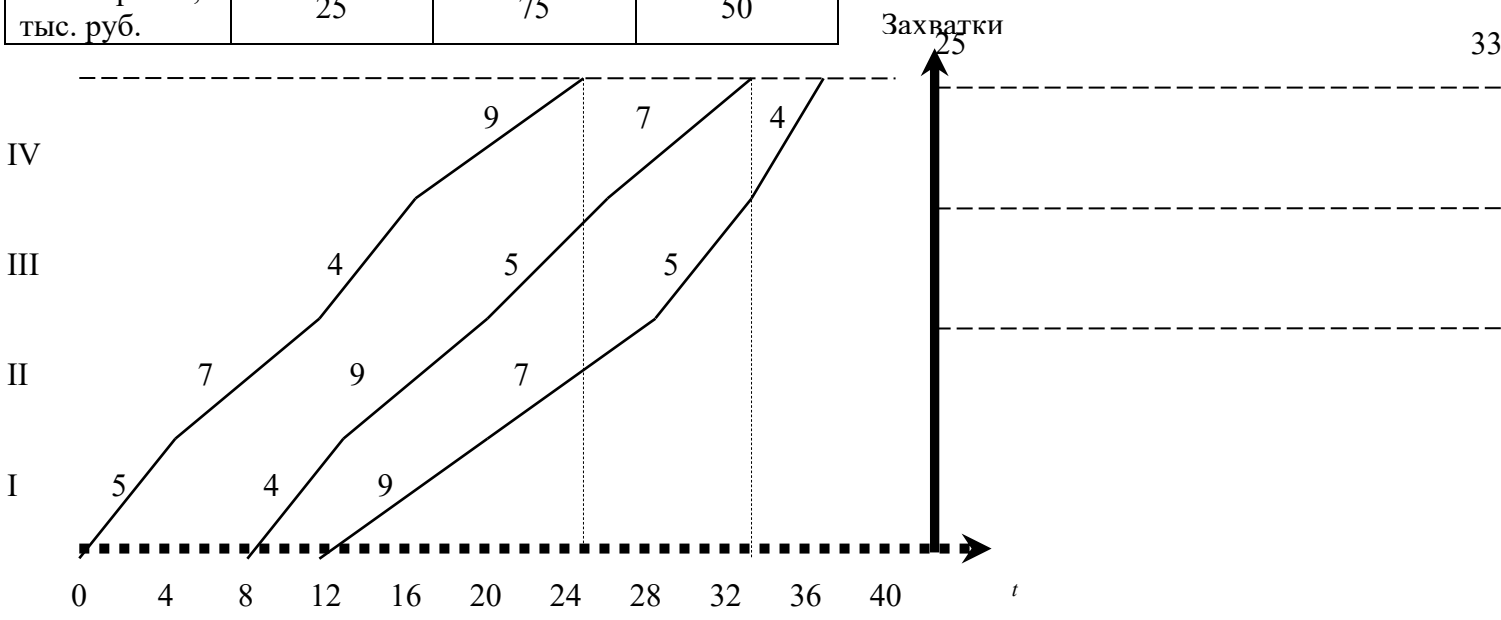
Процессы / Захватки	1	2	3
I	0 5 5	8 4 12	12 9 21
II	5 7 12	12 9 21	21 7 28
II	12 4 16	21 5 26	28 5 33
IV	16 9 25	26 7 33	33 4 37
Кол-во рабочих	10	7	5
Стоим.работ, тыс. руб.	25	75	50

Задание:

1. Методом матричного алгоритма рассчитать продолжительность объектного потока.
2. Построить циклограмму объектного потока.
3. Построить график движения рабочей силы.
4. Построить график финансирования.
5. Любым способом сократить срок строительства.

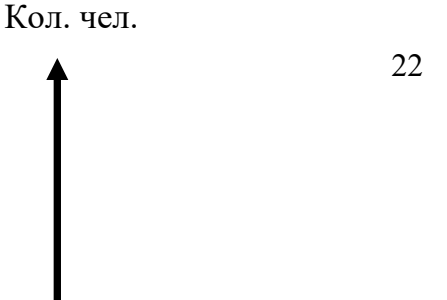
Рис. 31. Исходная матрица объектного потока

Построение циклограммы объектного потока



Циклограмма неритмичного потока

Построение графика движения рабочей силы



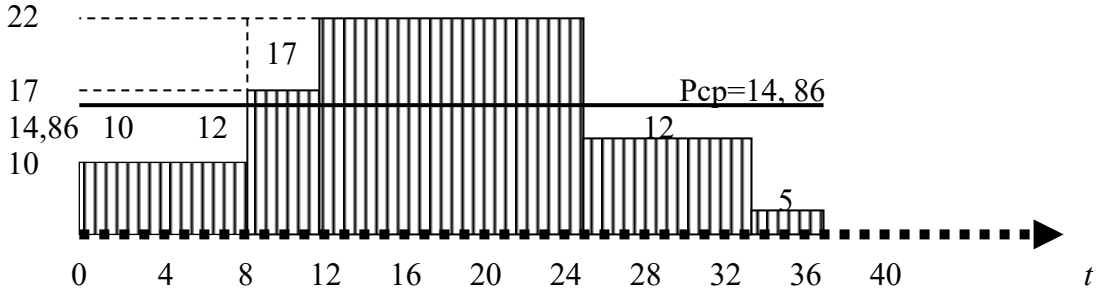


Рис. 33. График движения рабочей силы

Среднее количество рабочей силы

$$P_{ср} = \frac{\omega}{T} .$$

Площадь эпюры

$$\omega = 10 \cdot 8 + 17 \cdot 4 + 22\ (25\text{-}12) + 12(33\text{-}25) + 5(37\text{-}33) = 80 + 68 + 286 + 96 + 20 = 550.$$

Продолжительность расчетная потока по матрице $T = 37$дням,

$$P_{ср} = 550/37 = 14,86 \text{ чел.}$$

Построение графика финансирования

Определяем интенсивность освоения денежных средств по каждой бригаде.

По первому процессу: $J_1 = 25/25 = 1$ тыс. руб. в день.

По второму процессу: $J_2 = 75/25 = 3$ тыс. руб. в день.

По третьему процессу: $J_3 = 50/25 = 2$ тыс. руб. в день.

Определяем объем денежных средств, требуемых для оплаты выполненных строителями работ, поэтапно:

Точка 1. 1·8=8.

Точка 2 . (1+3)(12-8)=1.

Точка 3. (1+3+2) (25-12)=78.

Точка 4. (3+2)(33-25)=40.

Точка 5. 2·(37-33)=8.

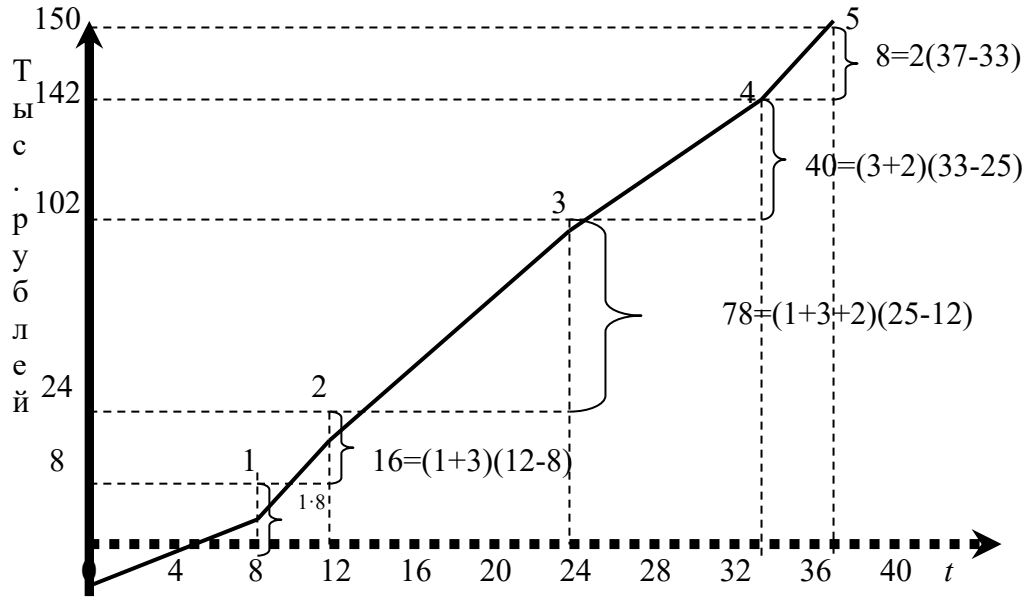


Рис. 34. График финансирования строительства

Сокращение срока строительства делением захватки на составляющие части (подзахватки)

Процессы / Захватки	Подзахватки	1	2	3
I	а	0 3 3	5 2 7	7 5 12
	б	3 2 5	7 2 9	12 4 16
II	а	5 4 9	9 4 13	16 3 19
	б	9 3 12	13 5 18	19 4 23
III	а	12 2 14	18 3 21	23 2 25
	б	14 2 16	21 2 23	25 3 28
IV	а	16 4 20	23 4 27	28 2 30
	б	20 5 25	27 3 30	30 2 32

Рис. 35. Матрица сокращения срока строительства

Ход выполнения:

59. Освоение лекционного материала по теме
60. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить расчет неритмичного объектного потока И РЕСУРСНЫХ ГРАФИКОВ

1.

Процессы / Захватки	1	2	3	4	5	6
I	4	2	6	1	8	9
II	7	5	9	4	2	7
III	6	4	8	3	5	8
IV	3	1	5	7	6	3
V	6	1	8	7	5	3
К-во рабочих	10	4	2	8	10	4
Стоимость работ	26	13	36	22	26	30

2.

Процессы / Захватки	1	2	3	4	5	6
I	5	2	4	9	2	8
II	7	9	6	9	9	2
III	3	7	9	4	5	6
IV	9	3	6	5	4	7
V	2	5	8	2	9	3
К-во рабочих	7	7	10	10	5	5
Стоимость работ	26	52	33	29	58	31

3.

Процессы / Захватки	1	2	3	4	5	6

4.

I	7	2	4	3	1	5
II	7	2	4	3	1	5
III	7	2	4	3	1	5
IV	7	2	4	3	1	5
V	7	2	4	3	1	5
К-во рабочих	10	5	7	10	5	7
Стоимость работ	35	20	20	15	15	25

Процессы / Захватки	1	2	3	4	5	6
I	2	6	4	3	1	4
II	2	6	4	3	1	4
III	2	6	4	3	1	4
IV	2	6	4	3	1	4
V	2	6	4	3	1	4
К-во рабочих	7	5	10	5	7	10
Стоимость работ	20	30	20	30	20	20

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 6.

Тема: Определение объемов работ и потребности в материально-технических ресурсах

Цель: научиться рассчитывать аварийную диспетчерскую службу по составу и численности работник

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример решения:

Длина фундамента – 4,7 м (L). Количество фундаментов – 6 шт (n). Ширина низа фундамента – 1350 мм (b_1). Ширина верха фундамента – 900 мм (b_2). Высота ступени подушки – 530 мм (h_1). Высота фундамента – 620 мм (h_2). Арматура на 1 м^3 бетона – 18 кг (m)

Решение:

1. Определяем площадь опалубки S_1 и $S_{торцовую\ 1}$:

$S_1 = L*h_1*n*2$

$S_1 = 4,7*0,53*6*2 = 29,89$ м^2

$S_{торцовая\ 1} = b_1*h_1*(n + 1)$

$S_{торцовая\ 1} = 1,35*0,53*(6 + 1) = 5,01$ м^2

n + 1) – требуемое количество щитов опалубки

Примечание: S_1 и S_2 умножаем на 2, так как мы считаем площади для 1-ой грани

3. Найдём общую площадь опалубки ∑S:

$\sum S = S_1 + S_{торцовая\ 1} + S_2 + S_{торцовая\ 2}$

$\sum S = 29,89 + 5,01 + 34,97 + 3,91 = 73,78$ м^2

4. Определяем объём бетона, необходимого для заливки фундамента:

$V_1 = b_1*h_1*L*n$

$V_1 = 1,35*0,53*4,7*6 = 20,18$ м^3

$V_2 = b_2*h_2*L*n$

$V_2 = 0,9*0,62*4,7*6 = 15,74$ м^3

$\sum V = V_1 + V_2$

$\sum V = 20,18 + 15,74 = 35,92$ м^3

5. Определяем требуемое количество арматуры для бетонирования фундамента:

$m_{тр} = \sum V*m$

$m_{тр} = 35,92*18 = 646,56$ кг

где $m_{тр}$ – требуемая масса арматуры для бетонирования фундамента

m - арматура на 1 м^3 бетона

Определяем трудозатраты на выполненную работу

ГЭСН	*Наименование работ*	*Ед. изм.*	*Объём работ*	*Чел/час*	*Чел/день*	*Наименование машин*	*Маш/час*	*Маш/смена*
ГЭСН 06-	Устройство	100 м^3	0,3592	322,56	14,48	Краны на	19,03	0,86

01-005-02	бетонных фундаментов	бетона		115,86		гусеничном ходу	6,84	
Вибратор глубинный	14,56 5,23	0,65						

Определим необходимое количество рабочих, задействованных для выполнения данных объёмов:
С = Т*100/Д*к
где С – количество рабочих
Т – трудоёмкость
Д – количество дней (берём 2 дня)
к- коэффициент перевыполнения (принимаем 105 %)
С = 14,48*100/2*105 = 6,895 (принимаем 7 человек)

II. Подсчёт объёмов работ при устройстве монолитного участка перекрытий:

Длина перекрытия – 4,7 м (L)
Количество участков – 6 шт (n)
Ширина монолитного участка – 610 мм (b)
Высота перекрытия – 210 мм (h)
Арматура на 1 $м^3$ бетона – 18 кг (m)
Определяем объёмы и трудозатраты при устройстве монолитного участка перекрытия:
Определяем площадь опалубки для монолитного участка перекрытия:
$S_{опалубки} = b*L*n$
$S_{опалубки} = 0,61*4,7*6 = 17,2$ $м^2$
где b - ширина монолитного участка
L - длина перекрытия
n - количество участков
Определяем объём бетона, необходимого для заливки монолитного участка перекрытия:
$V_{мон. уч.} = S_{опалубки}*h$
$V_{мон. уч.} = 17,2*0,21 = 3,61$ $м^3$
Определяем требуемое количество арматуры для бетонирования монолитного участка перекрытия:
$m_{тр} = V_{мон. уч.}*m$
где $m_{тр}$ – требуемая масса арматуры для бетонирования фундамента
m - арматура на 1 $м^3$ бетона
$m_{тр} = 3,61*18 = 64,98$ кг

Определяем трудозатраты на выполненную работу

ГЭСН	*Наименование работ*	*Ед. изм.*	*Объём работ*	*Чел/час*	*Чел/день*	*Наименование машин*	*Маш/час*	*Маш/смена*
ГЭСН 06-01-091-01	Установка каркасов и сеток перекрытия	10 $м^3$ конструкций	0,361	32,82 11,85	1,48	Кран башенный	0,64 0,23	0,03
Вибратор поверхностный	1,19 0,43	0,05						
ГЭСН 06-01-091-05	Бетонирование перекрытий с помощью автобетононасоса	10 $м^2$	1,72	1,38 2,37	0,3	Автобетононасос	0,69 1,19	0,15

Вибратор	1,19 2,05	0,26

Определим необходимое количество рабочих, задействованных для выполнения данных объёмов по ГЭСН 06-01-091-01:
С = Т*100/Д*к
где С – количество рабочих
Т – трудоёмкость
Д – количество дней (берём 0,5 дня)
к- коэффициент перевыполнения (принимаем 105 %)
С = 1,48*100/0,5*105 = 2,82 (принимаем 3 человека)
Определим необходимое количество рабочих, задействованных для выполнения данных объёмов по ГЭСН 06-01-091-05:
С = Т*100/Д*к
где С – количество рабочих
Т – трудоёмкость
Д – количество дней (берём 1 день)
к- коэффициент перевыполнения (принимаем 105 %)
С = 0,3*100/1*105 = 0,3 (принимаем 1 человека)

Ход выполнения:

61. Освоение лекционного материала по теме
62. Выполнить задание

Задание 1. Подсчёт объёма работ при устройстве монолитных фундаментов и при возведении монтажных участков перекрытий. Длина фундамента – 4,7 м (L). Количество фундаментов – 6 шт Ширина низа фундамента – 1350 мм (b_1). Ширина верха фундамента – 900 мм (b_2). Высота ступени подушки – 530 мм (h_1). Высота фундамента – 620 мм (h_2). Арматура на 1 $м^3$ бетона – 18 кг (m)
Состав работы:
Определить объёмы работ и трудозатраты при устройстве монолитных фундаментов
Определить объёмы работ и трудозатраты при устройстве монолитного участка перекрытий

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 7.

Тема: Составление номенклатуры работ календарного плана на строительство объекта. Расчет календарного плана

Цель: научиться составлять номенклатуру работ календарного плана на строительство объекта.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Календарные планы строительства отдельных зданий и сооружений

Важнейшей частью проекта производства работ (ППР), являющегося основным документом по осуществлению строительства любого здания или сооружения, является *календарный план.*

Календарный план строительства отдельного здания или сооружения в составе проекта производства работ разрабатывается детально на основе рабочих чертежей и является основным документом, который отвечает на вопросы: кто, когда и что дол-жен делать в процессе строительства. В нем определяются сроки выполнения всех строительно-монтажных работ и общая продолжительность строительства объекта, а также рассчитывается ежедневная потребность в людских, материально-технических и финансовых ресурсах и устанавливаются конкретные календарные даты обеспечения строительства этими ресурсами. Сроки выполнения строительно-монтажных работ также привязываются к календарным датам с указанием года, месяца и конкретных чисел месяца.

Для разработки календарного плана в составе ППР необходимы следующие исходные данные: рабочие чертежи и сметы здания или сооружения; данные технико-экономических изысканий; сведения о реально работающих бригадах рабочих и строительных машинах (в том числе в

субподрядных организациях); данные о поставщиках и их возможностях; технологические карты на основные виды строительно-монтажных работ; продолжительность строительства, предусмотренная контрактом с заказчиком.

Последовательность и форма разработки календарного плана строительства отдельного объекта

Разработку календарного плана строительства отдельного здания или сооружения целесообразно вести в *следующей последовательности:*

1) производят анализ проектной документации;

2) составляют номенклатуру работ, подлежащих выполнению на объекте;

3) производят подсчет объемов работ;

4) выбирают методы производства работ;

5) определяют для каждой работы ее трудоемкость и требуемое число машино-смен;

6) устанавливают организационно-технологическую последовательность возведения здания или сооружения;

7) определяют число рабочих для выполнения каждой работы, а также квалификационный состав бригад и звеньев;

8) определяют продолжительность и сменность выполнения работ;

9) производят взаимную увязку работ и устанавливают сроки их выполнения;

10) сравнивают полученную продолжительность строительства объекта с той, которая установлена контрактом, и в случае необходимости вносят коррективы;

11) строят график потребности в рабочих и в случае резких его колебаний календарный план корректируют с целью улучшения показателя равномерности использования рабочей силы;

12) строят график работы строительных машин, графики завоза и расхода строительных материалов и изделий, а также график потребности в финансовых ресурсах.

В основу разработки календарного плана строительства отдельного здания или сооружения может быть положена линейная или сетевая модель, а при поточной организации строительства – циклограмма. Но следует отметить, что традиционно, говоря «календарный план», часто подразумевают именно линейную его форму, хотя, как было показано выше, форма календарного плана может быть линейной, сетевой или циклограмной.

Календарный график строительства отдельного здания или сооружения в ли-нейном варианте разрабатывается в форме, представленной на рисунке 1.

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Стоимость в тыс.руб.	Трудоемкость в чел.-днях	Требуемые машины		Продолжительность работ в днях	Число смен в сутки	Число рабочих в день	Состав бригады	График производства работ (год, месяцы, дни)
		Ед. изм.	Кол-во			Наимен.	Число маш-смен					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Календарный план состоит из левой и правой частей (они разделены верти-кальной жирной линией). В л е в о й ч а с т и, называемой расчетной, приводятся все необходимые сведения о работах: номер по порядку, наименование, объем, стоимость, трудоемкость, машиноемкость, продолжительность, сменность, число рабочих и состав бригады (графы 1-12). Правая часть (графа 13) представляет собой линейный график выполнения работ, привязанный к конкретным календарным датам.

Рассмотрим подробнее содержание каждого из вышеперечисленных пунктов.

Анализ проектно-сметной документации необходим, во-первых, для того, чтобы детально *изучить ее,* во-вторых, для того, чтобы выявить неэффективные с точки зрения технологии и организации строительного производства проектные решения. Предложения, возникшие при анализе проекта, согласовывают с проектной организацией, которая вносит соответствующие изменения в рабочие чертежи. Например, при анализе проекта выясняется, что подавляющее большинство

железобетонных элементов имеет вес не более 5 т, а сравнительно небольшая часть (5-10 %) - вес 8-10 т. Очевидно, целесообразно в этом случае тяжелые сборные конструкции изготовить составными (если это возможно технически) или выполнить их в монолитном варианте, чтобы применить 5-тонный башенный кран как более экономичный по сравнению с 10-тонным. При анализе проекта следует также обратить внимание на то, в какой мере предусмотрено применение местных строительных материалов как более экономичных по сравнению с привозными. Необходимо также проверить степень соответствия проекта геологическим и, особенно, гидрогеологическим условиям *строительной площадки* (необходимость укрепления грунтов, водоотвода, понижения уровня грунтовых вод и т. д.).

В процессе анализа проекта также выявляют, достаточно ли для возведения объекта людских и материально-технических ресурсов, которыми располагает строительная организация.

К составлению номенклатуры работ (графа 2) приступают после внесения поправок в проект, если необходимость таковых обнаружится, и они будут согласованы с проектировщиком.

Количество работ в календарном плане обычно колеблется примерно от 20 до 40, в зависимости от размеров и сложности строительного объекта.

Прежде всего весь процесс возведения здания или сооружения разбивают
на э т а п ы , в качестве которых принимают:
устройство подземной части; возведение надземной части; устройство крыши и кровли; специальные работы (сантехнические, электромонтажные и др.);

монтаж оборудования; отделочные работы.

Затем каждый этап разбивается на составляющие его работы. При этом в качестве отдельной работы, включаемой в календарный план, следует принимать процесс, выполняемый *отдельной бригадой или звеном. Не следует объединять работы, поручаемые разным исполнителям,* поскольку при этом затрудняется оперативное планирование, управление и контроль работы бригад и звеньев.

Каждый из этих процессов выполняется специализированной бригадой, вступающей в работу после окончания предыдущего процесса. Поэтому, объединив эти процессы в одну работу, мы как бы завуалируем работу каждой отдельной бригады и потеряем контроль за ней.

Вместе с тем некоторые работы можно укрупнять и показывать в календарном плане как одну работу. Если монтаж этих конструкций *ведется одной бригадой,* то их можно объединить и показать в календарном плане как одну укрупненную работу, указав их общую трудоемкость и машиноемкость. Точно так же с основной работой объединяют мелкие сопутствующие работы, выполняемые этой же бригадой (например, сварка стыков, заливка швов).

Монтаж оборудования и специальные работы (сантехнические, электро-монтажные и другие) выполняются, как правило, специализированными суб-подрядными организациями, поэтому поручаемая каждой из них работа в ка-лендарном плане показывается одной строкой с указанием сроков ее выполнения. Исходя из этих сроков, специализированные организации разрабатывают детальные календарные планы выполнения закрепленных за ними работ и согласуют их с генподрядчиком.**Объемы работ** (гр. 3, 4) определяют по рабочим чертежам и сметам. Эта работа довольно трудоемкая, поэтому обычно объемы работ выбирают из смет. Но в сметах они даются без разбивки на захватки, поэтому так или иначе приходится прибегать к рабочим чертежам для уточнения объемов работ на каждой захватке. При этом целесообразно суммарные объемы на захватках сверять со сметными объемами.

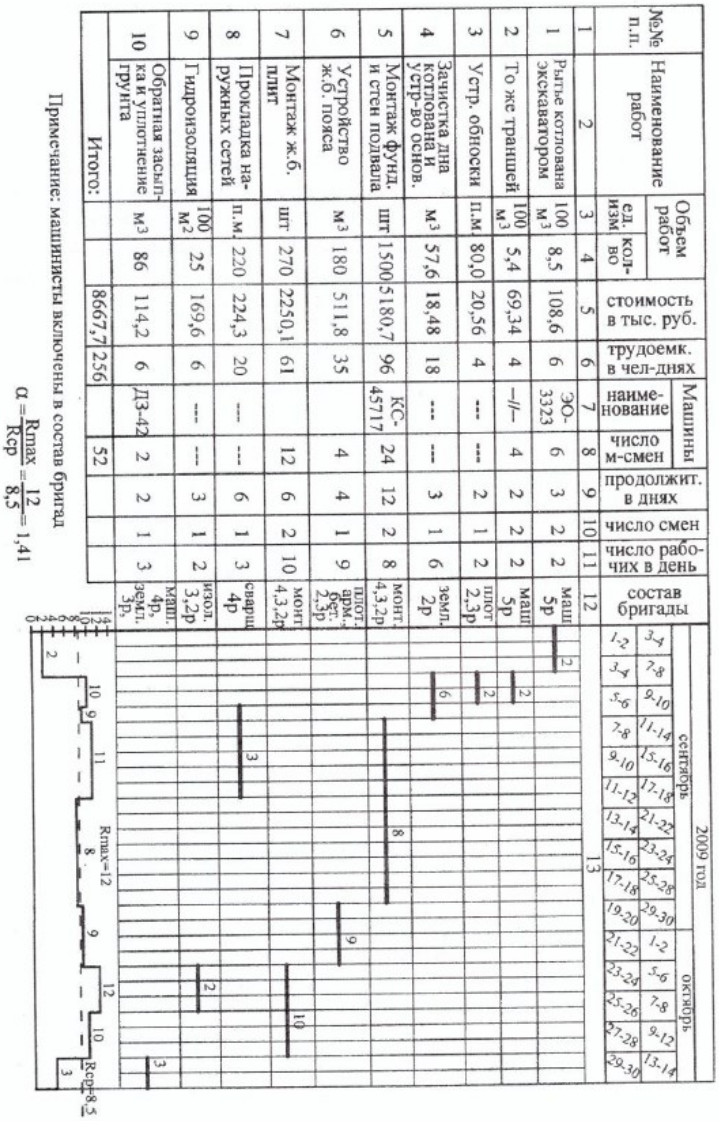
Объемы работ следует подсчитывать в единицах измерения, принятых в ЕНиР или укрупненных комплексных нормах. Объемы некоторых работ подсчитывают в двух или даже трех единицах измерения. **Объемы работ в стоимостном выражении** (гр. 5) выбирают из смет.

При **выборе методов** производства **работ** необходимо предусматривать максимальную степень комплексной механизации. Для выполнения ручных работ следует предусматривать механизированный инструмент. Следует максимально использовать *типовые технологические карты,* пре-дусматривающие наиболее прогрессивные методы выполнения строительных

процессов, а также экономически обоснованные типы строительных машин. При отсутствии типовых карт строительная организация разрабатывает карты сама, либо заказывает их в специализированной организации.

Выбор наиболее целесообразного способа производства работ и используемых при этом машин производится путем сравнительного анализа технико-экономических показателей сравниваемых вариантов. В качестве основных показателей при сравнении различных вариантов принимают *трудоемкость и продолжительность* работ, а в качестве итогового показателя - *себестоимость единицы работ.*

Разработку правой части календарного плана, т. е. составление непосред-ственно линейного графика производства работ, следует начинать с установления *ведущего процесса* и уточнения его продолжительности. Для предварительных расчетов продолжительность ведущего процесса ориентировочно можно принимать равной: для зданий и сооружений с несущими конструкциями из с б о р н о г о ж е л е з о б е т о н а - 35-40 % от общей продолжительности строительства, предусмотренной контрактом с заказчиком; для зданий и сооружений с несущими конструкциями из м о н о л и т н о г о ж е л е з о б е т о н а - 50-60 %; для зданий и сооружений с несущими кирпичными стенами - 40-50 %.



$$\alpha = \frac{R_{max}}{R_{cp}} = \frac{12}{8,5} = 1,41$$

Ход выполнения:

63. Освоение лекционного материала по теме
64. Выполнить задание

Задание 1. Изучить формы и порядок построения календарного графика, графика потребности в машинах и механизмах, графика поступления и расходования материалов. Построить макет календарного графика.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, макет.

Практическое занятие № 8.

Тема: Расчет календарного плана

Цель: ознакомиться с элементами календарного плана

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Под календарными планами понимаются проектно-технологические документы, которые устанавливают последовательность, интенсивность и сроки производства работ, а также потребность в различных ресурсах. Конечным результатом календарного планирования является составление расписания (графика) планируемых работ для исполнителей - строительных организаций, бригад, звеньев, определяющих календарные сроки начала и окончания их выполнения, а также выявляющих количество требуемых во времени материальных (трубы, конструкции колодцев и др.) и технических (машины, механизмы) ресурсов.

Главной задачей календарного планирования является составление такого расписания работ, т.е. календарного плана, который был бы оптимальным по принятому критерию его оценки и одновременно удовлетворял бы ограничениям, учитывающим реальные условия производства.

Виды календарного плана

Разделяют четыре вида календарных графиков, в зависимости от широты решаемых задач и вида документации, куда они входят. Все виды календарных графиков должны быть тесно увязаны друг с другом. Сводный календарный план (график) в ПОС определяет очередность возведения объектов, т.е. сроки начала и окончания каждого объекта, продолжительность подготовительного периода и всего строительства в целом. Для подготовительного периода, как правило, составляется отдельный календарный график. Существующие нормы (СНиП 3.01.01-85*) предусматривают составление в ПОС календарных планов в денежной форме, т.е. в тыс. руб. с распределением по кварталам или годам (для подготовительного периода - по месяцам).



На стадии разработки **сводного календарного плана** решаются вопросы разделения строительства на очереди, пусковые комплексы, технологические узлы. Календарный план подписывается главным инженером проекта и заказчиком (как согласовывающей инстанцией).

Объектный календарный график в ППР определяет очередность и сроки выполнения каждого вида работ на конкретном объекте с начала его возведения до сдачи в эксплуатацию. Обычно такой план имеет разбивку по месяцам или дням в зависимости от величины и сложности объекта. Объектный календарный план (график) разрабатывается составителем ППР, т.е. генподрядчиком или привлеченной для этого специализированной проектной организацией.

При разработке календарных планов на реконструкцию или техническое переоборудование промышленного предприятия необходимо согласование всех сроков с этим предприятием.

Рабочие календарные графики обычно составляются производственно-техническим отделом строительной организации, реже линейным персоналом в период производства СМР. Такие графики разрабатываются не неделю, месяц, несколько месяцев. Наибольшее применение имеют недельно-суточные графики. Рабочие календарные графики – это элемент оперативного планирования, которое должно вестись постоянно в течение всего периода строительства.

Цель рабочих графиков с одной стороны - детализация объектного календарного плана и с другой - своевременная реакция на всевозможные изменения обстановки на стройке. Рабочие графики - наиболее распространенный вид календарного планирования. Как правило, они составляются очень быстро и зачастую имеют упрощенную форму, т.е., как показывает практика, не всегда должным образом оптимизируются. Тем не менее они обычно лучше других учитывают фактическую обстановку на стройке, так как составляются лицами, непосредственно участвующими в этой стройке. Это особенно относится к учету погодных условий, особенностей взаимодействия субподрядчиков, реализации различных рационализаторских предложений, т.е. факторов, плохо поддающихся заблаговременному учету.

Часовые (минутные) графики в технологических картах и картах трудовых процессов составляются разработчиками этих карт. Такие графики обычно тщательно продуманы, оптимизированы, но они ориентированы лишь на типичные (наиболее вероятные) условия работы. В конкретных ситуациях они могут требовать существенной корректировки.

Цель календарного плана при разработке проекта организации строительства является:

обоснование заданной или выявление технической и ресурсной возможной продолжительности строительства проектируемого комплекса (объекта);

определение сроков строительства и ввода отдельных частей комплекса, а также сроков выполнения отдельных основных работ;

определение размеров капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ в отдельные календарные периоды осуществления строительства;

определение сроков поставки основных конструкций, материалов и оборудования для строящихся зданий;

определение требуемого количества и сроков использования строительных кадров и основных видов строительной техники.

Ход выполнения:

65. Освоение лекционного материала по теме
66. Выполнить задание

Задание 1. Вычертить календарный план. Ознакомиться с видами календарных планов (краткий конспект).

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 9.

Тема: Составление календарного графика на общестроительные работы

Цель: научиться составлять календарный график на общестроительные работы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Календарный график производства работ на строительство отдельных зданий и сооружений состоит из левой и правой части.

Левая часть календарного графика содержит данные об объемах работ, трудоемкости их выполнения, потребности в машино-сменах работы строительных машин, а также данные о принятом количественном составе бригад, численности рабочих в смену, количестве принятых смен и продолжительности выполнения работ исходя из фактического наличия рабочих и строительных машин у строительной организации.

В правой части календарного графика горизонтальными линиями обозначаются начала и окончания выполнения работ по строительным процессам. В зависимости от размера и масштаба строительного объекта вся продолжительность выполнения работ подразделяется на дни, недели, декады, месяцы. Отрезки календарного времени выполнения отдельных работ проставляются в соответствии с принимаемой технологической последовательностью их выполнения от начала строительства до его завершения. При этом на графике в правой части указывается движение бригад по захваткам посредством разбиения горизонтальных линий, обозначающих сроки

выполнения работ на отдельные участки, и проставления над ними номеров захваток, к которым они относятся.

Строительно-монтажные работы	Объем работ: Единица измерения	Объем работ: Количество	Трудоемкость чел.-дн.	Потребные машины: Наименование	Потребные машины: Число маш-см.	Продолжительность работы, дни	Число смен	Численность рабочих в смену
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Монтаж этажей со сваркой и заделкой стыков. Подача материалов на этажи	шт.	2420	1432	Башенный кран	148	50	2	12
Монтаж крыши, утепление перекрытия, подача материалов	шт. / м²	358 / 1136	323			10	2	
Расшивка швов наружных стен с внутренней и наружной стороны	м	4108	199	—	—	60	2	
Сварка ограждений балконов и лестниц	чел.-дн.	124	124	Сварочный агрегат	60	60	2	
Заполнение дверных и оконных проемов, устройство шкафов, установка приборов	чел.-дн.	528	528	—	—	60	1	6
Конопатка примыканий панельных перегородок	м	2130	262	—	—	60	1	8
Устройство подготовки под полы с устройством стяжки	м²	4169	267	Башенный кран	7	60	1	
Гидроизоляция санузлов и балконов с подготовкой под полы	чел.-дн.	137	137	Башенный кран	7	60	1	
Штукатурные и плиточные работы	чел.-дн.	1095	1095	Штукатурная станция	6	60	1	10
Устройство мягкой кровли	чел.-дн.	105,4	105,4	Башенный кран	3	15	1	7
Электромонтажные работы	чел.-дн.	305	305	—	—	75	1	4
Санитарно-технические работы	чел.-дн.	425	425	Сварочный агрегат	12	75	1	5
Установка санитарно-технических приборов	чел.-дн.	75	75	—	—	—	1	3
Настилка линолеума в комнатах. Малярные работы	чел.-дн.	1980	1980	—	—	30	1	56
Благоустройство территории	чел.-дн.	450	450	Бульдозер	25	30	1	13

Хозрасчетная бригада

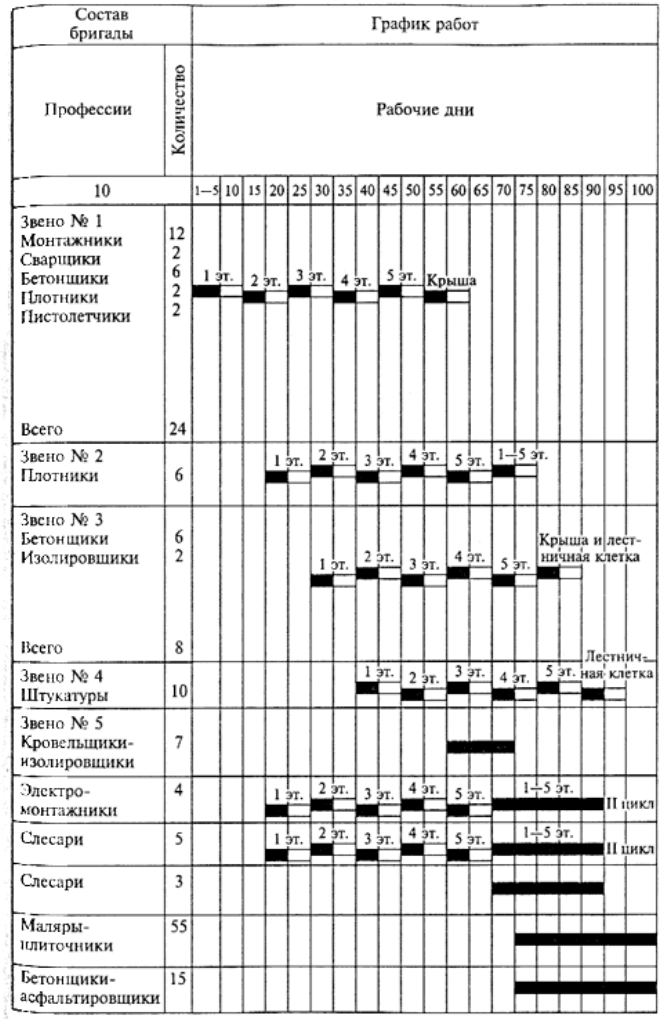


Рис.2. Календарный план производства работ по возведению кирпичного жилого дома

При составлении календарных графиков выделяют выходные и праздничные дни. Это выделение производится при привязке разработанного графика к конкретной дате начала строительства.

Ход выполнения:

67. Освоение лекционного материала по теме
68. Выполнить задание

Задание 1. Разработать календарный графика строительства.

1. Архитектурно-планировочная и конструктивная характеристика здания.

Объектом строительства является жилой дом, который располагается по адресу: Черемхово, Дунайский пр., д.Х. Дом кирпичный, 5-этажный, имеет 3 парадных; кол-во квартир - 70 (по 14 квартир на каждом этаже). Высота этажа 3,2м. Конструкция дома двухпролётная, ширина пролётов в свету составляет 6,18м и 8, 19м; 6,14м и 9,86м. В здании имеется подвал, высота которого составляет 1,5м. Уличный и дворовой фасады оштукатурены. В состав инженерного оборудования входят системы холодного и горячего водоснабжения, центрального отопления, канализации, электроснабжения. Общая площадь здания: 7000м2. Уборочная площадь лестниц: 400м2. Жилая площадь: 3900 м2. Объём здания: 126000м3. Подсобная площадь: 2600м2. Планировочный коэффициент:

к1 = Sж/Sоб. пол. = 3900/6600 = 0,6

Объёмный коэффициент:

к2 = Vж. /Vзд. = 70200/126000 = 0,56

Фундамент: свайный. Внутриквартирные перегородки: гипсобетонные (межкомнатные) и железобетонные (перегородки санузлов и кладовок). Перекрытия: железобетонные. Конструкция крыши: плоская. Кровля: покрытие из 3-х слоёв рубероида на битумной мастике. Полы: паркетные (в жилых комнатах), из линолеума (в кухнях, коридорах), из керамической плитки (в санузлах). Отделочные покрытия: окраска водными составами (потолки), окраска масляная (стены лестничных площадок), облицовка керамической плиткой (стены в санузлах и на кухнях в районе плит и раковин), оклейка обоями (в комнатах, коридорах, кухнях), штукатурка (кирпичных стен, перегородок, потолков, стен под окраску).

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, график.

Практическое занятие № 10.

Тема: Составление графика движения рабочих. Взаимоувязка общестроительных и специальных работ

Цель: научиться составлять графики движения рабочих.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Решение№1

Площадь временных зданий и сооружений определяются по максимальной численности работающих:

Nобщ. = (Nmax.раб. + Nитр. + Nслуж. + Nмон.)*k,

где Nmax.раб.- общая численность работающих на стройплощадке по графику движения рабочих (таблица1), чел;

Nитр.- численность ИТР (таблица1), чел;

Nмол. – численность младшего обслуживающего персонала и охраны (таблица1), чел;

Nслуж.- численность служащих (таблица1), чел;

k = 1,05 – 1,06 – коэффициент, учитывающий отпуска, болезни.

Таблица1 - Процентное соотношение категорий работающих, %

Вид строительства	Рабочие	ИТР	Служащие	МОП и охрана
Промышленное	83,9	11	3,6	1,5
Транспортное	83,3	9,1	6,2	1,4
Сельскохозяйственное	83,0	13,0	3,0	1,0
Жилищно-гражданское	85,0	8,0	5,0	2,0

Выбор временных зданий производится по таблице 2 (пример)

Таблица 2 - Расчеты площадей временных зданий

Временные здания	Количество работающих	Количество пользующихся этим помещением	Площадь помещения		Тип временного здания	Размеры здания
Служебные Контора	100	4	Передвижные. Вагон сборно-разборный	9*2,7		
Санитарно-бытовые Гардероб Душевая Умывальная Сушилка (для одежды и обуви)	70 50 50 40 50 50 100	0,7 0,54 0,2 0,2 0,1 1 0,1	Передвижные. Вагон То же То же То же То же То же	1,1*3 8,5*3,1 8,5*3,1 1,8*2,6 9*2,7 9*2,7		

Помещения для обогрева или защиты от солнечной радиации Помещения для приема пищи и отдыха Туалет с умывальником			Контейнер	

Решение№2.

Определяем трудоемкость работ по ЕНиР Е4 «Монтаж сборных и устройство монолитных ж/б конструкций» и заполняем таблицу 1.

Таблица 1 – Калькуляция трудозатрат

Обоснование ЕНи Р	Наименование работ	Разряд рабочих	Ед. изм.	Объем	Трудоемкость. чел*час		Затраты машинного времени маш*см	
					На ед.	На весь объем	На ед.	На весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Итого	V	V						

Графа 1 – указывается параграф ЕНиР, номер таблицы, пункт

Графа 2,5 – перечень работ и количество по заданию

Графы 3, 4, 6,8 - заполняется по ЕНиР

Графа 7 – подсчитывается: гр.5*гр.6

Графа 9 – подсчитывается: гр.5*гр.8

2.Определяем продолжительность монтажа

Т= общую трудоемкость(чел*час) *разделить на* число рабочих в звене (чел)

3. Определяем выработку на одно звено

В= сумму всех конструкций (шт.) *разделить на* число рабочих в звене (чел)

Алгоритм решения№3:

1.Составляем калькуляцию трудозатрат. Для того воспользуемся ЕНиР Е3.

Наименование работ	Объем		Обоснование	Трудозатраты, чел*час	
	Единицы измерения	Всего		На единицу объема	Всего
Итого					Т

Примечание: при определении трудозатрат на кладку перегородок необходимо от объема перегородок в $м^3$. перейти к $м^2$.

2.Опреляем трудозатраты с учетом перевыполнения нормы на 20%

$Т_{пер.}$ =(Т*02)+Т, чел*час

3.Определяем высоту яруса ведения работ

$Н_{яр.} = 0,5*Н_{этажа}$, м.

4.Принимаем все здание за одну захватку

Состав звена 2 человека.

В бригаде 12 звеньев.

5.Опеделяем общее число рабочих в смену:

А=16*2/2=16 чел.

6.Определяем трудозатраты в смену, чел.*час:

$T = T_{пер.} / 2$
7.Определение продолжительности работ, в часах:
$n = T/A$
8. Определение продолжительности работ, в днях:
$N = n/8$

Ход выполнения:

69. Освоение лекционного материала по теме
70. Выполнить задание

Задание 1. Произвести расчет площади администативно-бытовых помещений: контора прораба, гардеробная, душевая, умывальная, помещения приема пищи, сушки одежды, обогрева рабочих, уборные. Наибольшее число рабочих на объекте в смену 180 человек, из них – 65 женщин..

Задание 2. Определить выработку на одно звено рабочих, а также трудоемкость и продолжительность работ по монтажу следующих элементов крупноблочного здания:
блоки наружных стен массой 2,2 т – 145 шт.;
блоки наружных стен массой 1,3 т – 88 шт.;
блоки внутренних стен массой 3,4 т – 216 шт.;
блоки внутренних стен массой 2,6 т – 97 шт.;
блоки внутренних стен массой 1,2 т – 63 шт.;
лестничные площадки массой 1 т – 28 шт.;
лестничные марши массой 1,8 т – 14 шт.;
плиты перекрытий массой 2,8 т – 150 шт.;
плиты перекрытий массой 2,1 т – 41 шт.;
плиты лоджий массой 1,1 т – 12 шт.;
стены лоджий массой 0,9 т – 18 шт.

Задание 3. В пределах захватки объем работ по кирпичной кладке средней сложности для наружных стен толщиной в 2 кирпича составляет 260 $м^3$, внутренних стен толщиной в 1,5 кирпича – 180 $м^3$, площадь перегородок толщиной в 0,5 кирпича – 210 $м^3$. Определить трудоемкость работ и состав бригады каменщиков, если планируемое перевыполнение норм 20 %, ритм работы бригады – 1 ярус в смену, высота этажа – 2,5 м.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 11.

Тема: Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов

Цель: изучить порядок транспортировки и хранения строительных материалов

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Ход выполнения:

71. Освоение лекционного материала по теме
72. Выполнить задание

Задание 1. Дайте развернутые ответы на следующие вопросы:
Какие данные проверяет заведующий складом при приемке строительных конструкций?
Укажите действия заведующего складом при отсутствии некоторых документов при приемке строительных материалов.
Укажите действия принимающего строительные материалы должностного лица при выявлении несоответствия маркировки поступившей продукции заказу.
Укажите, что нужно обеспечивать при хранении строительной продукции.
Перечислите группы строительной продукции по способу хранения и перечислите наименования строительных материалов в каждой группе.
Укажите, в каком случае допускается складирование продукции в штабеля.

Укажите, в каких случаях допускается применение материалов, не имеющих паспорта, сертификата, формуляра и заводской марки.
В каких случаях используются механизмы для погрузочно-разгрузочных работ?
Задание 2. Заполните таблицу.

Наименование строительного материала	Особенности транспортировки материала	Особенности хранения материала
1 Бутовый камень		
2 Керамическая плитка для внутренней		
3 Линолеум		
4 Обои		
5 Кислород и ацетилен		
6 Лакокрасочные материалы		
7 Лесоматериалы круглые		
8 Пиломатериалы		
9 Паркетные доски		
10 ДСП		
11 Арматура		
12 Листовая сталь		
13 Проволока		
14 Крепеж		
15 Трубы стальные		
16 Минеральная вата		
17 Шифер унифицированного профиля		
18 Рубероид		
19 Трубы ПВХ		

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, ответы на вопросы и таблица.

Практическое занятие № 12.

Тема: Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов (поступление на объект материальных ресурсов)
Цель: научиться строить графики поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов.
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Расчет ведем в следующей последовательности:
Определяем потребность в конструкциях (П) по формуле

$$П = \frac{v}{\rho},$$

где v – объем материалов, необходимых для выполнения данной работы, м3;
p – расход бетона на один элемент, м3.
В случае если объем работ конструкций указывается в штуках, потребность принимается по формуле

$$П = v,$$

Определяем нормативный запас материала (ЗН) по формуле
З П=П/ n ,
где n – количество выделенных участков, ярусов.

Определяем вид транспорта и количество груза, перевозимое за 1 рейс (Пр),.
Его величину назначают из условия грузоподъемности и погрузочной высоты транспорта.
Определяем продолжительность цикла доставки материала на строительную площадку (*Т*ц) по формуле

$$T_{ц} = t_{п} + \frac{2l}{V_{Т}} + t_{в} + t_{м}$$

где $t_{п}$ – время, затрачиваемое на погрузку материала ($t_{п}$=0,3÷0,5 ч); l –дальность перевозки груза, км; $V_{т}$ – средняя техническая скорость автомобиля ($V_{т}$=40 км/ч); $t_{в}$ – время выгрузки материала ($t_{в}$ =0,3÷0,5 ч); $t_{м}$ – время маневрирования машины ($t_{м}$ = 0,5 ч).

Определяем количество рейсов автомобиля в течение смены (*N*) по формуле

$$N = 8{,}2/Т_{ц}$$

Рассчитываем количество материалов, перевозимое автомобилем за смену (Псм) по формуле

$$Псм = Пр \cdot N,$$

где Пр – количество груза, перевозимое за 1 рейс.
Определяем продолжительность завоза материала (Д1) по формуле

$$Д_{1} = \frac{V}{П_{см}}.$$

Завоз оставшегося количества конструкций в течение выполнения данной работы осуществляем при соблюдении условия
Зф ≥ Зн.
Пример расчета:
Колонны.
Объем – 123 шт.
Запас – 22 шт.
1 автомобиль перевозит по 12 колонн за смену.

			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3	q
12	12	12	–	12	–	12	12	–	12	12	–	12	12	–	3	–	–	–	$П_{см}$
			28	32	24	28	32	24	28	32	24	28	32	24	19	11	3	0	$З_{ф}$

Рис. 17. График поступления колонн на объект

Ход выполнения:

73. Освоение лекционного материала по теме
74. Выполнить задание

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 13.

Тема: Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов. Поступление на объект и распределение материальных ресурсов
Цель: научиться строить графики поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Определение потребности в этих ресурсах производится на основании ведомости объемов работ, а также производственных норм расходов строительных материалов. В качестве справочного

материала можно использовать различные справочники, а также государственные сметные нормативы (ГЭСН). Результаты подсчета вносятся в ведомость.

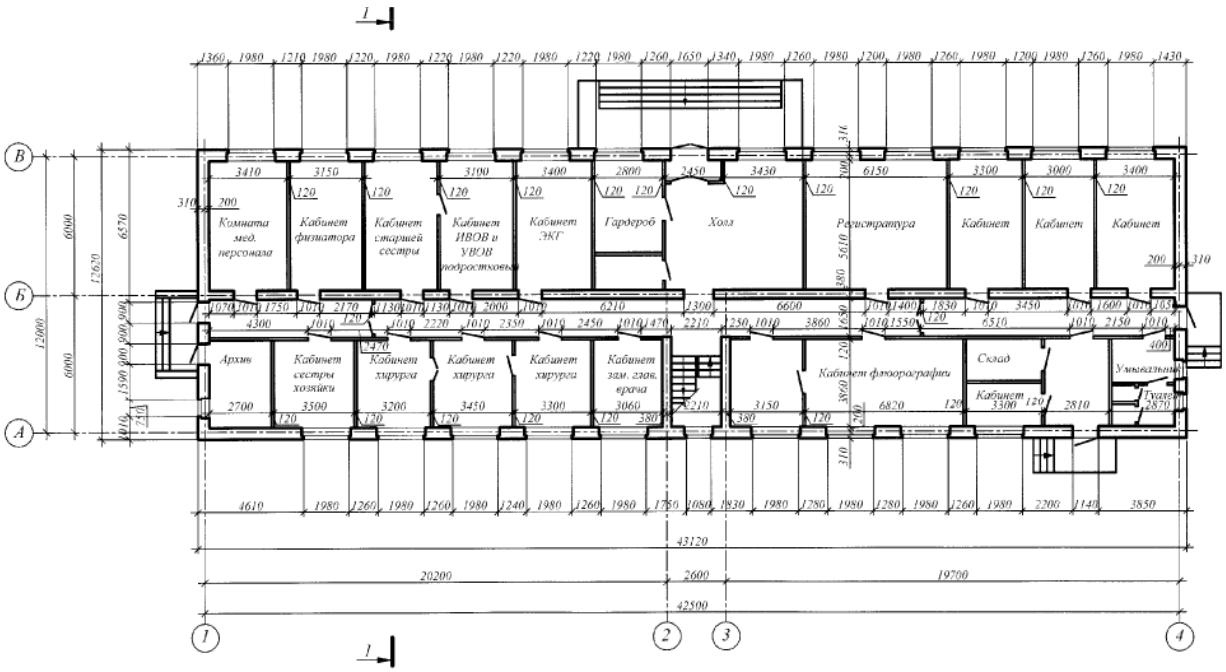
Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах.

№ п/п	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ
1	Установка арматурного каркаса	т	4,5	Горячекатаная арматурная сталь d = 6 мм	$\frac{м}{кг}$	$\frac{1}{0,222}$	$\frac{4500}{999}$
2	Бетонирование фундамента δ = 200 мм	$м^2$	5664	Бетон	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{1132,8}{2718,7}$
3	Установка стен подвала	шт	1089	Блоки бетонные ФБС 12.6.6-т	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{0,25}$	$\frac{1089}{272,25}$
4	Кладка кирпичных стен	$м^3$	1400	Силикатный кирпич цементно-песчаный раствор	$\frac{м^3}{т}$ $\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,8}$ $\frac{1}{1,2}$	$\frac{1400}{2520}$ $\frac{311}{373,2}$
5	Гидроизоляция кровли	$м^2$	890	Рубероид	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,006}$	$\frac{890}{5,34}$
6	Оштукатуривание стен	$м^2$	6720	Цементно-песчаный раствор	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{67,2}{120,9}$

Ход выполнения:

75. Освоение лекционного материала по теме
76. Выполнить задание

Задание 1. Построить график поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов.



Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 14.

Тема: Разработка графика движения строительных машин и механизмов. Расчет транспортных средств для доставки строительных грузов
Цель: научиться разрабатывать график движения строительных машин и механизмов
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Алгоритм решения№1:
Принимаем вес одного кирпича (в) ориентировочно 3-4.5 кг
На поддоне укладывается от 380 до 400 штук (n).
1. Определяем вес кирпича на одном поддоне умножением принятого веса одного кирпича на принятое количество кирпичей на поддоне
B=в* n, кг
2. Определяем необходимое количество поддонов
N=A/B, шт.
3. Определяем количество поддонов, загружаемых на автомашину за один раз
N_1 =C/ B, шт.
4. Определяем время автомашины в пути, если средняя скорость (V) движения автомобиля в городской черте составляет по нормам 20 км/ч
$T_{путь}$ = 2L/ V, час
5.Определяем требуемое число автомобилей
N_2 = [(N/ N_1)*($T_{путь}$ *2)]/ T, шт.
Алгоритм решения №2:
Принимаем машины
панелевоз: марка, грузоподъемность, прицеп;
балковоз: марка, грузоподъемность, прицеп;
колонновоз: марка, грузоподъемность, прицеп;
плитовоз: марка, грузоподъемность, прицеп.
1.Расчет машин для перевозки панелей
1.1 Определяем количество панелей, перевозимых за один раз (шт):
$N_{панел.}$ = грузоподъемность машины разделить на вес панели.
1.2 Определяем время машины в пути (час):
$t_{пути}$ = расстояние от завода до объекта туда и обратно разделить на среднюю скорость движения (среднюю скорость принимаем 20 км/час).
1.3 Определяем общее время, затраченное на путь и маневры (час):
$t_{общ.} = t_{пути} + t_{маневр.}$
1.4 Общая масса перевозимого груза (т):
$M_{панелей}$ = масса одной панели *на количество панелей.
1.5 Производительность автомобиля
$П_{авт} = N_{панел.}$ * масса одной панели * n,
где n – число циклов рейсов) машины в смену
n = 8: $t_{общ.}$
1.6 Определяем количество машин (шт):
$N_{маш. пан.} = M_{панелей} : П_{авт}$
Аналогично определяются количества балковозов, колонновозов, плитовозов
Алгоритм решения №3:
Принимаем машины
1 колонновоз: марка, грузоподъемность, прицеп;
2. балковоз: марка, грузоподъемность, прицеп;
плитовоз: марка, грузоподъемность, прицеп.

1.Расчет машин для перевозки колонн
1.1 Определяем количество колонн, перевозимых за один раз (шт):
$N_{кол.}$ = грузоподъемность машины разделить на вес панели.
1.2 Определяем время машины в пути (час):
$t_{пути}$ = расстояние от завода до объекта туда и обратно разделить
на среднюю скорость движения (среднюю скорость
принимаем 20 км/час).
1.3 Определяем общее время, затраченное на путь и маневры (час):
$t_{общ.} = t_{пути} + t_{маневр.}$
1.4 Общая масса перевозимого груза (т):
$M_{кол}$ = масса одной колонны *на количество колонн.
1.5 Производительность автомобиля
$П_{авт} = N_{кол.}$ * масса одной колонны * n,
где n – число циклов рейсов) машины в смену
$n = 8: t_{общ.}$
1.6 Определяем количество машин (шт):
$N_{кол-.воз.} = M_{кол}$. : $П_{авт}$
Аналогично определяются количества балковозов, плитовозов.

Ход выполнения:

77. Освоение лекционного материала по теме
78. Выполнить задание

Задание 1. Сколько требуется автомашин грузоподъемностью (С) 5 т для ежедневной перевозки на объект с кирпичного завода 75 тыс. шт.(А) кирпича на расстояние 14 км (L) в черте города? Кирпич перевозится на поддонах, транспорт работает в две смены (Т=16 час).

Задание 2. С завода на объект необходимо перевезти железобетонные изделия: колонны массой 3,8 т – 64 шт., балки массой 1,9 т – 34 шт., стеновые панели массой 1,8 т – 96 шт., плиты перекрытий массой 2,1 т – 58 шт. Определить необходимое количество автомашин на одну смену, если расстояние от завода до объекта 6 км (в черте города), время на погрузку и разгрузку каждого изделия 5 мин.

Задание 3. Определить необходимое количество автомобилей в одну смену для доставки с завода на объект, расположенный в черте города, следующих железобетонных изделий: колонн массой 6,6 т – 86 шт., балок массой 5,6 т – 54 шт., плит перекрытий массой 2,8 т – 88 шт. Принять время на погрузку и разгрузку каждого изделия по 6 минут, расстояние от завода до объекта 10 км

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 15.

Тема: Определение технико-экономических показателей ППР

Цель: научиться определять технико-экономическиепоказатели ППР.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Расчет технико-экономических показателей

1. Продолжительность строительства:
   -нормативная мес.;
   -планируемая мес.
2. Коэффициент продолжительности строительства $к_{пр.}$ определяется по формуле:

$$K_{пр} = \frac{T_ф}{T_н} \le 1$$

где Тф - продолжительность по календарному графику, дни;
$T_н$ - нормативный срок строительства (по СНиП), дни

3. Трудоемкость строительно-монтажных работ:

-нормативная $Q^{н}$ = чел.-дн.;

-планируемая $Q^{пл.}$ = чел.-дн.;

4. Удельная трудоемкость на 1м^3 строительного объема здания $Т_{уд.}$, чел.-дн./м^3 определяется по формуле:

$$T_{уд.} = \frac{Q_{общ}}{V_{зд}}$$

где $Q_{общ}$- суммарная трудоемкость, чел.-дн.;

$V_{зд}$- строительный объем здания, м^3.

Удельная трудоемкость на 1м^2 полезной площади $Т_{уд.}$, чел.-дн./м^2 определяется по формуле:

$$T_{уд.} = \frac{Q_{общ}}{A_{зд}}$$

где $А_{зд.}$ – площадь здания, м^2.

5. Производительность труда П, %

-нормативная – принимается 100%;

-планируемая определяется по формуле:

$$П = \frac{Q^{н}}{Q^{пл}} * 100\%$$

6. Коэффициент неравномерности движения рабочих $к_н$:

- нормативный – не более 2;
- планируемый определяется по формуле:

$$K_{н} = \frac{Ч_{max}}{Ч_{ср}} \le 2,$$

где $ч_{max}$-максимальное количество рабочих по графику, чел.;

$ч_{ср.}$- среднее число рабочих, чел. определяют по формуле:

$$ч_{ср.} = \frac{Q_{общ.}}{T_{факт}}$$.

7. Коэффициент совмещенности работ $к_с$ определяется по формуле:

$$K_{с} = \frac{\sum t}{T_{ф}}$$

где $\sum t = t_1 + t_2 + ...t_n$ - сумма продолжительности отдельных строительных процессов (без учета спец. работ), дн.;

$T_ф$ – продолжительность по графику в днях – дня.

8. Коэффициент сменности $к_{см.}$ определяется по формуле:

$$K_{см} = \frac{t_1 * n_1 + t_2 * n_2 + ... + t_n * n_n}{\sum t}$$

где t – продолжительность отдельных строительных процессов, дн. (без учета спец. работ);

n – сменность, см. (без учета спец. работ).

Ход выполнения:

79. Освоение лекционного материала по теме
80. Выполнить задание

Задание 1. Определить технико-экономических показателей ППР по исходным данным практической работы № 9.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 16.

Тема: Построение модели сетевого графика на заданный цикл работ

Цель: научиться строить модели сетевого графика.

Оборудование: раздаточный материал

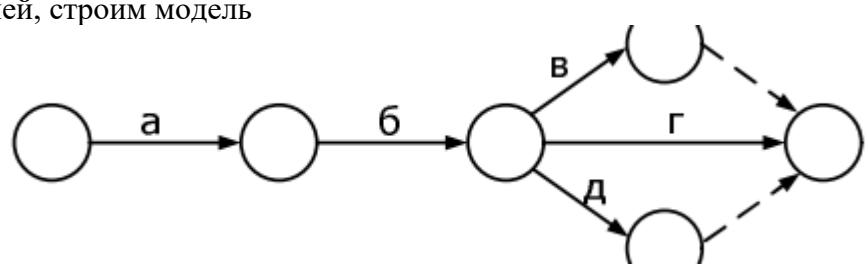
Методические указания:

Для построения сетевой модели нужно знать технологию работ и зависимость одних работ от других. Последовательность выполнения работ записывается в форме таблицы, в которой указывается зависимость данной работы ig от предшествующей hi.

Пример 1. По данной зависимости работ построить сетевую модель.

Предшествующая работа hi	Данная работа ig
-	А
А	Б
Б	В
Б	Г
Б	Д

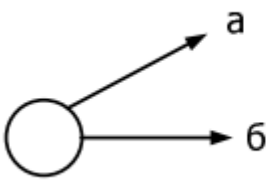
Решение. В данном примере работа а не зависит ни от каких работ, значит, она является исходной. Работа б зависит от работы а, поэтому она начинается после окончания работы а. Работы в, г, д зависят от работы б, значит, они начинаются после окончания работы б. Больше никаких исходных данных нет, следовательно, работами в, г, д завершается модель и они выполняются параллельно. Используя правила построения сетевых моделей, строим модель

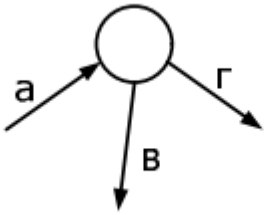


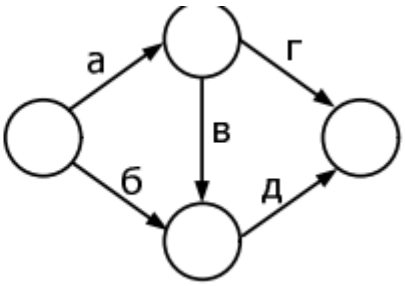
Пример 2. По заданной зависимости работ построить сетевую модель.

hi	ij
-	а
-	б
а	в
а	г
бв	д

Решение. Работы а и б не зависят ни от одной работы, значит, они выходят из исходного события. Работы в и г зависят от работы а, поэтому они начинаются после окончания работы а, т.е. выходят из конечного события работы а. Работа д зависит от двух работ б и в, значит, работа д начинается после окончания работ б и в. От работ г и д по условию не зависит ни одна работа, следовательно, они завершают сетевую модель







Ход выполнения:

81. Освоение лекционного материала по теме
82. Выполнить задание

Задание 1. По заданной зависимости работ построить сетевую модель.

Вариант 1	
hi	ij
-	а
-	б
а	в
а	г
бв	д
гд	е
бв	ж
-	-
-	-
-	-

Вариант 2	
hi	ij
-	а
-	б
а	в
бв	е
а	д
а	г
едг	ж
ед	з
з	и
-	-

Вариант 3	
hi	ij
-	а
а	б
б	в
б	г
г	ж
в	д
в	е
е	з
жз	к
ед	и

Вариант 4	
hi	ij
-	а
-	б
-	в
а	г
а	д
дбг	е
дг	ж
в	з
-	-
-	-

Задание 2. Определить, какие правила построения использованы в сетевом графике, построенном по условию заданию 1.

Задание 3. Построить сетевой график по условию задания 1 при условии, что каждая из заданных работ выполняется на двух захватках.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, сетевая модель.

Практическое занятие № 17.

Тема: Расчет сетевого графика типа «вершины-работы»

Цель: научиться рассчитывать сетевой график типа «вершины-работы».

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Для расчета сетевого графика «вершины-работы» прямоугольник, изображающий высоту, делят на 7 частей. В верхних трех частях прямоугольника записывается раннее начало, продолжительность и окончание работы, в трех нижних позднее начало, резервы времени и позднее окончание. Центральная часть содержит код (номер) и наименование работы.

Расчет сетевого графика начинается с определения ранних сроков. Ранние начала и окончания вычисляются последовательно от исходной до завершающей работы. Раннее начало исходной работы равно 0, раннее окончание - сумме начала и продолжительности работы:

[redacted]

$t^{рн}$	t	$t^{ро}$
Код и наименование работы		

$t^{пн}$	R/r	$t^{по}$

Раннее начало последующей работы равно раннему окончанию предыдущей работы. Если данной работе непосредственно предшествуют несколько работ, то ее раннее начало будет равно максимальному из ранних окончаний предшествующих работ:

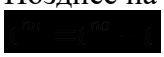


Таким образом, определяются ранние сроки всех работ сетевого графика и заносятся в верхние правую и левую части.

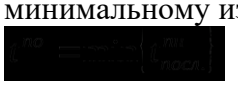
Раннее окончание завершающей работы определяет продолжительность критического пути.

Расчет поздних сроков ведется в обратном порядке от завершающей до исходной работы. Позднее окончание завершающей работы равно ее раннему окончанию.

Позднее начало определяется как разность позднего окончания или продолжительности:



Позднее начало последующих работ становится поздним окончанием предшествующих работ. Если за данной работой непосредственно следуют несколько работ, то ее позднее окончание будет равно минимальному из поздних начал последующих работ:



Подобным образом определяются поздние сроки всех работ сетевого графика и записываются в левую и правую нижние части.

Полный резерв времени, равный разности поздних и ранних сроков, заносится в числитель середины нижней части:



Свободный резерв времени, равный разнице между минимальным ранним началом последующих работ и ранним окончанием данной работы, записывается в знаменатель середины нижней части:



Свободный резерв всегда меньше или равен полному резерву работы.

Последовательность работ с нулевыми резервами времени является критическим путем сетевого графика.

Ход выполнения:

83. Освоение лекционного материала по теме
84. Выполнить задание

Задание 1. Выполнить расчет сетевого графика типа «вершины-работы».

События	Работы	Длительность, дней
1 начало проекта		
2. Спроектирован ландшафт	1-2 спроектировать ландшафт	3
3. Исходные материалы для разбивки газона закуплены	2-3 Приобрести исходные материалы для разбивки газона	1
4. Определен маршрут поливочной системы	2-4 Определить маршрут поливочной системы	2
5. Выкопаны траншеи	4-5 Выкопать траншеи	3
6. Проложены трубы и	3-6 фиктивная	2

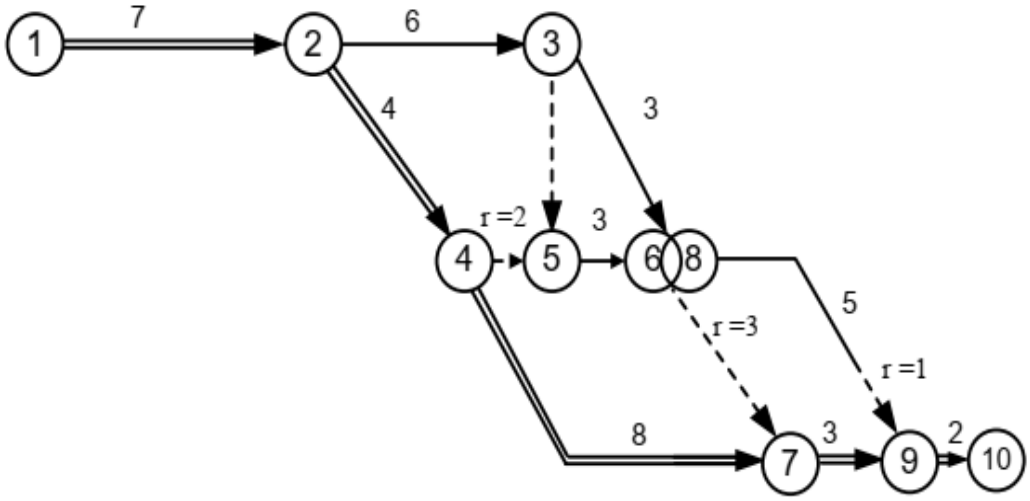
смонтирована система	5-6 Проложить трубы и смонтировать поливочную систему	
7. Поливочная система укрыта	6-7 Укрыть поливочную систему	1
8. Строительный мусор убран	7-8 Убрать строительный мусор	1
9. Почва подготовлена	8-9 Подготовить почву	1
10. Трава посеяна	9-10 Посеять траву	1
11. Кустарник посажен	9-11 Посадить кустарник	1
12. Материалы для ограды приобретены	7-12 Приобрести материалы для ограды	1
13. Трасса для ограды размечена	7-13 Разметить трассу для ограды	1
14. Столбики установлены	13-14 установить столбики 12-14 - фиктивная	1
15. Сетка и ворота установлены	14-15 установить сетку и ворота	1
16. Ограда окрашена	15-16 Покрасить ограду	1
17. Ландшафтный дизайн завершен	16-17 -фиктивная 10-17 - фиктивная 11-17- фиктивная	1

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, график.

Практическое занятие № 18.

Тема: Построение сетевого графика в масштабе времени. Оптимизация сетевого графика
Цель: научиться строить сетевые графики в масштабе времени
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
Обычно для расчѐта параметров строится немасштабный сетевой график, который после расчѐта может быть привязан к календарным датам путѐм проставления их у каждого события графика. График, построенный в масштабе времени, более удобен для контроля за ходом выполнения работ. Построение сетевого графика в масштабе времени производят по ранним началам или поздним окончаниям работ. Построение масштабного сетевого графика выполняется в следующей последовательности: Снизу или сверху будущего графика вычерчивается календарная линейка, на которой указываются порядковые рабочие дни с привязкой их к календарным датам соответствующего месяца и года; все работы изображаются в масштабе времени, при этом начальное событие должно располагаться в соответствии со значением раннего начала работы, а величина проекции работы на ось времени принимается равной сумме еѐ продолжительности и частного резерва времени. Сначала изображаются работы, лежащие на критическом пути, продолжительность которых определяет срок строительства. Затем по порядку наносят остальные

работы с частными резервами времени. Продолжительность работ изображают сплошной, а частный резерв времени работы – пунктирной линией. Например, работа 8-9 продолжительностью 5 дней и частным резервом времени, равным одному дню, наносится от центра события 8 до центра события 9. Продолжительность работы 8-9, равная 5 дням, изображается сплошной линией, а частный резерв (1 день) – пунктирной. Продолжительность работ и частных резервов времени указывают цифрами над работами, а под работами – их наименования.



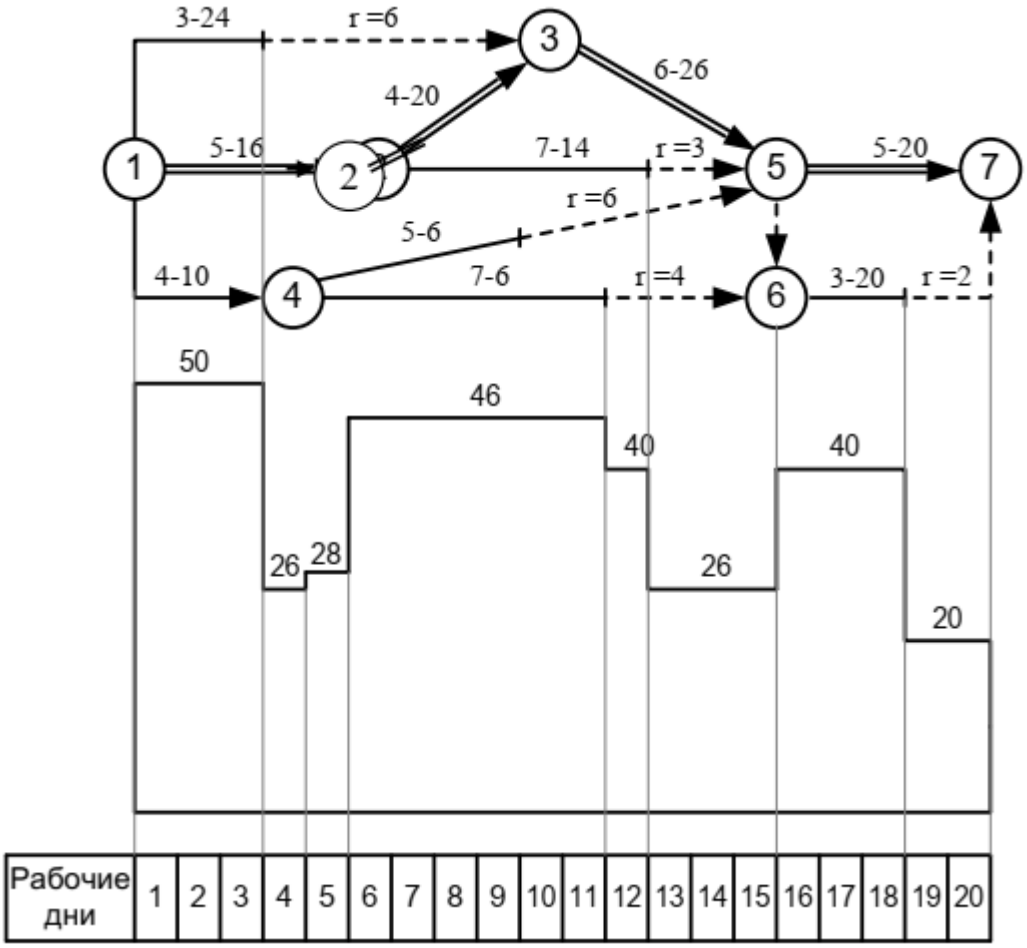
Рабочие дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Календарные дни	20	21	22	23	24	27	28	29	30	1	4	5	6	7	8	11	13	14	15	18	19	20	21	22
Месяц	Ноябрь									Декабрь														
Год	2000																							

По сетевому графику, построенному в масштабе времени, легко построить графики потребности рабочих в смену или день, для чего на сетевом графике рядом с продолжительностью работ указывается цифрами количество рабочих, выполняющих данный процесс. График потребности рабочих строится в произвольном масштабе в виде диаграммы.

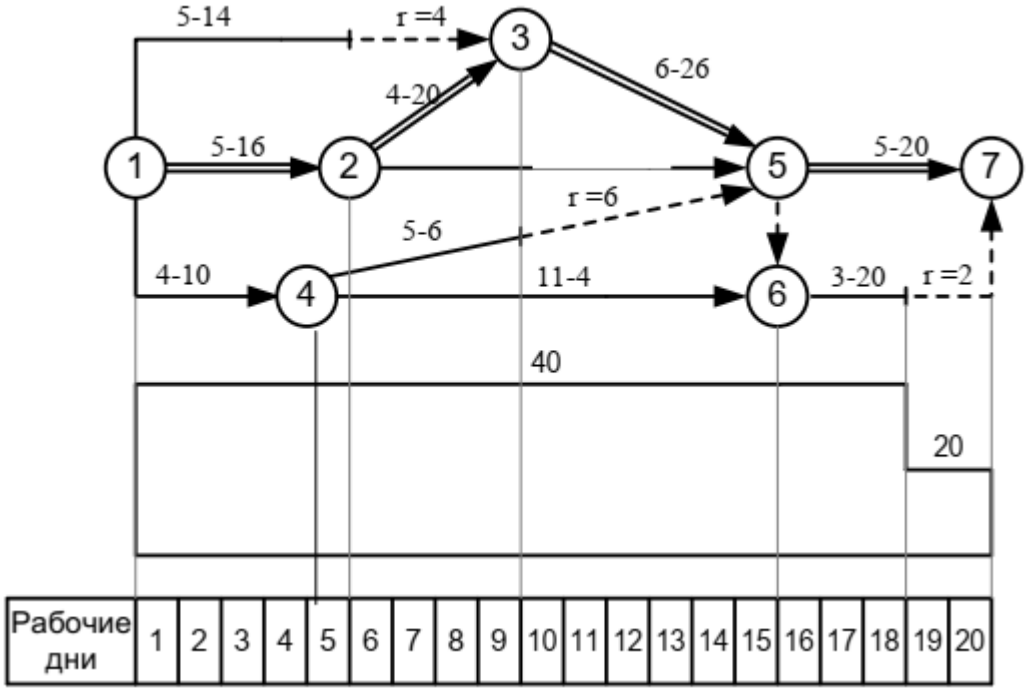
Оптимизация сетевых графиков по равномерному потреблению трудовых ресурсов производится для решения вопросов равномерного использования рабочих в целом или по специальностям (монтажники, сантехники, электрики и др.).

Оптимизация по трудовым ресурсам в целом выполняется в следующей последовательности. Сетевой график строится в масштабе времени (рисунок 20), а над работами кроме продолжительности их выполнения указывают количество рабочих. Под сетевым графиком строится график потребности рабочих. Если график имеет значительные колебания, то с точки зрения использования рабочих он составлен неудовлетворительно и должен быть скорректирован. Количество рабочих, выполняющих критические работы, не меняется, а корректируют число рабочих на некритических работах за счѐт сокращения частных резервов времени. Затем строится новый график потребности рабочих

Сетевой график и график потребности рабочих до оптимизации



Сетевой график и график потребности рабочих после оптимизации



Ход выполнения:

85. Освоение лекционного материала по теме

86. Выполнить задание

Задание 1. Определить технологическую последовательность и взаимосвязь работ на строительство 2-этажного детского сада, выполненного в кирпичном варианте. По заданному перечню работ построить сетевой график и определить продолжительность строительства объекта.

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность в днях				
		1-й вар.	2-й вар.	3-й вар.	4-й вар.	5-й вар.
1	Подготовительные работы	22	22	22	22	22
2	Земляные работы	6	8	10	6	8
3	Сборный ж.-б. ленточный фундамент	10	12	10	13	10
4	Гидроизоляция фундамента	2	2	2	2	2
5	Устройство кирпичных стен, перемычек	36	40	35	38	40
6	Устройство ж.-б. перекрытий и лестниц	2	4	3	2	3
7	Кровельные работы, металлочерепица	10	15	12	10	14
8	Сантехнические работы, 2 этапа	55-10	50-10	45-15	55-15	50-15
9	Электромонтажные работы, 2 этапа	40-10	30-10	25-10	35-10	20-15
10	Полы	20	25	28	32	30
11	Штукатурные работы	15	15	18	20	25
12	Устройство монолитного бассейна	10	12	14	15	13
13	Отделочные работы	17	20	18	15	20
14	Оборудование бассейна	3	5	8	5	10
15	Дороги, площадки	10	10	10	10	10
16	Установка малых форм	5	3	5	3	5
17	Озеленение	3	5	5	8	5
18	Монтаж и наладка лифтов	30	25	24	20	18
19	Подготовка к сдаче объекта	4	5	4	5	5

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, сетевой график.

Практическое занятие № 19.

Тема: Корректировка сетевых графиков

Цель: научиться корректировать сетевые графики.
Оборудование: раздаточный материал
Методические указания:
1. Построить и рассчитать сетевой график
2. По сетевому графику, подлежащему корректировке, определить общую продолжительность строительства. Вычислить требуемую продолжительность.
3. Скорректировать сетевой график, чтобы фактическая общая продолжительность строительства была бы не больше требуемой.
4. Сделать выводы по работе.
Ход выполнения:
87. Освоение лекционного материала по теме
88. Выполнить задание
Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, график.

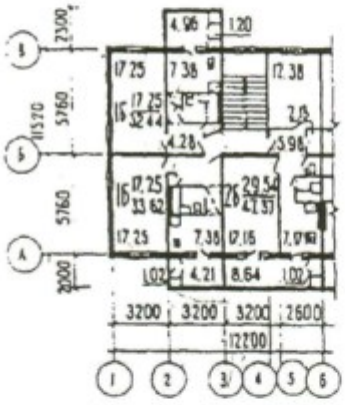
Практическое занятие № 20.

Тема: Разработка стройгенлана
Цель: научиться выполнять стройгенплан
Задание 1. Разработать стройгенплан по исходным данным.

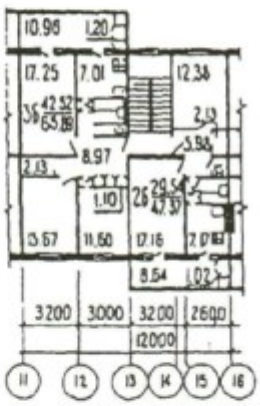
ФАСАД 1-21



Торцевая секция 1Б.1Б.2Б



Рядовая секция 3Б.2Б



	А	Б	В	Г	Д	Е
Количество рядовых секций	1	2	3	4	3	2
Количество этажей	9	10	12	9	10	12
Продолжительность строительства (дн.)	186	220	246	264	320	340
Максимальное количество рабочих (чел.)	32	36	48	56	56	48

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Порядок проектирования стройгенплана

1. Разместить на чертеже стройплощадки план проектируемого объекта в масштабе 1:200, 1:250. Нанести главные оси здания. На плане указать местоположение характерных (наиболее тяжелых и удаленных от ГПМ элементов).
2. Подобрать грузоподъемные механизмы (ГПМ) (башенные краны с рельсовыми путями, стреловые, автомобильные краны); выполнить точный расчет башенного крана.
3. Разместить мобильные автобетононасосы (АБН) и механизированные установки (РБУ).
4. Определить зоны действия ГПМ (рабочую, опасную зону), зону падения груза со здания.
5. Разместить открытые склады, навесы, закрытые склады.
6. Разместить временные здания и сооружения.
7. Составить схему движения автотранспорта по стройплощадке.
8. Подобрать конструкцию временных дорог, разворотных и разгрузочных площадок. 9. Разместить временные дороги.
10. Разработать схему временных и используемых в период строительства постоянных сетей водопровода, канализации, электроснабжения и др.
11. Рассчитать прожекторы для освещения строительной площадки. пожарным инвентарем.
12. Рассчитать пожарные гидранты, указать места расположения щитов с пожарным инвентарем.
13. Разместить площадки для отдыха рабочих.
14. Ограждения строительной площадки с указанием въезда и выезда.
15. Ограждение опасной зоны.
16. Площадка для мытья колес автомашин.

Ход выполнения:

89. Освоение лекционного материала по теме
90. Выполнить задание

Задание 1. Скорректировать сетевой график, полученный в практической Работе А, по критерию время», уменьшив общую продолжительность строительства не менее, чем на 10%.

Объект (захватка)	Трудозатраты, чел-см			
	1 бригада	2 бригада	3 бригада	4 бригада
	(2 звена по 4 чел.)	(3 звена по 4 чел.)	(2 звена по 3 чел.)	(1 звено - 5 чел.)
A	160	336	132	100
B	176	360	168	100
C	240	696	372	280
D	208	672	336	270
E	304	552	360	360
Примечание:		1. Работы ведутся в 2 смены 2. Номер бригады определяет очерёдность Включения её в работу. 3. Каждая бригада выполняет только один Определённый комплекс работ: первая бригада - нулевой цикл, вторая – надземная часть зданий, третья - кровля, остекление, четвёртая - отделка.		

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 21.

Тема: Определение перечня и расчет площадей временных бытовых и санитарно-гигиенических помещений для работников

Цель: научиться определять перечень и расчет площадей временных бытовых и санитарно-гигиенических помещений для работников

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример расчета площадей временных зданий и сооружений административного и санитарно-бытового назначения

Исходные данные.

Максимальная расчетная численность рабочих в сутки (принимается по графику движения рабочих кадров по объекту) составляет 94 чел.

Выбор номенклатуры временных зданий и сооружений.

Расчет численности по категориям работающих выполняется в табличной форме

Расчет численности по категориям работающих

Наименование категории работающих	Буквенное обозначение	Расчет	Величина показателя
1	2	3	4
Максимальная расчетная численность рабочих в сутки	$N_{раб}$	Принимается по графику движения рабочих кадров по объекту	94
Общая численность ежедневно работающих	N	$N = (N_{раб} \cdot 100) / К_{раб} = 0,94 \cdot 100 / 83,9$, где $К_{раб}$ =83,9 (см. таблицу А.1)	112
Максимальная расчетная численность ИТР в сутки	$N_{ИТР}$	$N_{ИТР} = (N \cdot К_{ИТР}) / 100 = (112 \cdot 11) / 100$ где $К_{ИТР}$ = 11 % (см. таблицу А.1)	12
Максимальная расчетная численность МОП в сутки	$N_{МОП}$	$N_{МОП} = (N \cdot К_{МОП}) / 100 = (112 \cdot 11) / 1$ где $К_{МОП}$ = 1,5 % (см. таблицу А.1)	2
Максимальной расчетной численности служащих в сутки	$N_{служ}$	$N_{служ} = (N \cdot К_{служ}) / 100 = (112 \cdot 3,6) /$ где $К_{служ}$ = 3,6 % (см. таблицу А.1)	4
Максимальный списочный состав рабочих в сутки	$N_{раб.сут}$	$N_{раб.сут} = N_{раб} \cdot k = 94 \cdot 1,05$	99

Списочный состав рабочих-мужчин в сутки	$N^{м}_{раб.сут}$	$N^{м}_{раб.сут} = 0,7 \cdot N_{раб.сут} = 0,7 \cdot 99$	69
Списочный состав рабочих-женщин в сутки	$N^{ж}_{раб.сут}$	$N^{ж}_{раб.сут} = 0,3 \cdot N_{раб.сут} = 0,3 \cdot 99$	30
Максимальная расчетная списочная численность рабочих в наиболее многочисленную смену	$N_{раб.см}$	$N_{раб.см} = 0,7 \cdot N_{раб.сут} = 0,7 \cdot 99$	69
Максимальная списочная численность ИТР, служащих, МОП в наиболее многочисленную смену	$N_{лин.см}$	$N_{лин.см} = k \cdot [(N_{ИТР} + N_{служ} + N_{МОП}) \cdot 0,8 \cdot 0,5] = 1,05\ [(12 + 4 + 2) \cdot 0,8 \cdot 0,5]$	8
Общая расчетная численность работающих в наиболее многочисленную смену	$N^{р}_{max}$	$N^{р}_{max} = N_{раб.см} + N_{лин.см} = 69 + 8$	77
Максимальная расчетная численность рабочих-мужчин в наиболее многочисленную смену	$N^{м}_{раб.см}$	$N^{м}_{раб.см} = 0,7 \cdot N^{м}_{раб.сут} = 0,7 \cdot 69$	48
Максимальная расчетная численность рабочих-женщин в наиболее многочисленную смену	$N^{ж}_{раб.см}$	$N^{ж}_{раб.см} = 0,7 \cdot N^{ж}_{раб.сут} = 0,7 \cdot 30$	21
Максимальная расчетная численность работающих мужчин в наиболее многочисленную смену	$N^{м}_{см}$	$N^{м}_{см} = 0,7 \cdot N^{р}_{max} = 0,7 \cdot 77$	54
Максимальная расчетная численность работающих женщин в наиболее многочисленную смену	$N^{ж}_{см}$	$N^{м}_{см} = 0,3 \cdot N^{р}_{max} = 0,3 \cdot 77$	23

Номенклатура временных зданий принимается в зависимости от максимальной численности работающих. Расчетная численность определяется категориями работающих, пользующихся установленной номенклатурой временных зданий и сооружений, и расчетом их численности по категориям.

Расчетная численность работающих, пользующихся установленной номенклатурой временных зданий и сооружений

Наименование временных зданий и сооружений	Категория работающих	Расчетная численность работающих N_1, чел.
1	2	3
(Административные здания)		
Контора прораба, мастера	$N_{лин.см}$	8
Диспетчерская	Диспетчеры – 0,1 % от $N_{лин.см}$	1
Помещение для отдыха	$N^{р}_{max}$	77
(Санитарно-бытовые помещения)		
Гардероб мужской	$N^{м}_{раб.сут}$	69
Гардероб женский	$N^{ж}_{раб.сут}$	30
Душевая с преддушевой мужская	$N^{м}_{раб.см}$	48
Душевая с преддушевой женская	$N^{ж}_{раб.см}$	21
Умывальная мужская	$N^{м}_{см}$	54
Умывальная женская	$N^{ж}_{см}$	23
Туалет мужской	$N^{м}_{см}$	54
Туалет женский	$N^{ж}_{см}$	23
Помещение для личной гигиены женщин	$N^{ж}_{см}$	23
Помещение для обогрева	$N_{раб.см}$	69
Помещение для сушилки одежды и обуви	$N_{раб.см}$	69
Места для переодевания	$N_{раб.см}$	69
Помещение для приема пищи в инвентарных/неинвентарных зданиях	$0,25 \cdot N^{р}_{max}$	19
Медпункт	При списочной численности работающих до 150 чел. площадь медицинского пункта следует принимать 12 м^2, а более 150 чел. – 18 м^2	Списочная численность работающих до 150 чел.

Расчет площади и выбор типов временных зданий и сооружений. Расчет площадей временных зданий административного и санитарно-бытового назначения выполняется в табличной форме

Расчет площадей временных зданий административного и санитарно-бытового назначения

Наименование временных зданий	Расчетная численность работающих N_1, чел.	Нормативный показатель площади зданий $S_н$, $м^2$/чел.	Расчетная потребная площадь $S_{пр}$, $м^2$	Принятая полезная площадь здания S, $м^2$	Тип здания, его шифр	Габаритные размеры, м	Количество зданий n, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8
Контора прораба	8	4	32	14,45	420-04-38 к	6,0х2,7х2,68	3
Диспетчерская	1	7	7				
Гардеробные мужские	69	0,7	48,3	16,7	420-13-2 к	6,0х3,0х2,54	3
Умывальные мужские	77	0,065	5,01				
Гардеробные женские	30	0,7	21	14,4	420-04-21 к	6,0х2,7х2,68	2
Умывальные женские	23	0,065	1,5				
Помещение для сушки одежды и обуви	69	0,15	10,35	22	420-01-13 п	9,0х2,7х2,6	1
Место для переодевания	69	0,1	6,9				
Душевые мужские	48	0,287	13,78	24,4	СЦЦ-М к	9,0×3,0х2,6	1
Душевые женские	21	0,287	6,02	24,4	СЦЦ-М к	9,0×3,0х2,6	1
Помещения для личной гигиены женщин	23	0,133	3,06	4,3	494-4-13к	2,7х2х2,8	2
Уборные для женщин	23	0,14	3,22				
Уборные для мужчин	54	0,07	3,78	4,3	494-4-13к	2,7х2х2,8	1
Буфет	19	0,25	4,7	22	420-01-6 п	9,0х2,7х2,6	1
Помещение для обогрева рабочих	69	0,1	6,9	9,2	494-4-9 к	3,7х3,5х3,1	1
Комната отдыха	77	0,2	15,4	24,4	ВКУ-18 к	8,5х3,1х2,7	1
Медпункт	Не менее 12 $м^2$	–	14,45	420-04-38 к	6,0х2,7х2,68	1	

Ход выполнения:

91. Освоение лекционного материала по теме

92. Выполнить задание

Задание 1. По данным практической работы №20 определить перечнь и расчет площадей временных бытовых и санитарно-гигиенических помещений для работников

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 22.

Тема: Выбор и привязка монтажных кранов

Цель: научиться выбирать и привязывать монтажные краны.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

Пример выбора монтажных механизмов и их привязка к объекту

Выполнить выбор монтажного механизма и его привязку к объекту для возведения надземной части девятиэтажного жилого дома.

Исходные данные.

Здание односекционное, с подвалом, кирпичное, с поперечными несущими стенами. Размеры здания в плане: длина – L = 32,1 м, ширина – В = 18,45 м, высота здания – Нзд = 30 м, высота возможного падения груза – Нгр = 40 м, масса самого тяжелого элемента 2,8 т (плиты перекрытия ПТМ 60.15), масса оснастки – 0,3 т, масса строповочных элементов –0,22 т. Необходимая грузоподъемность крана определяется по формуле

$$Q = 2{,}8 + 0{,}3 + 0{,}22 = 3{,}32 \text{ м.}$$

По расчетным техническим характеристикам монтажного механизма (грузоподъемность, высота подъема и вылет крюка) для возведения объекта принимается башенный кран КБ–306(практическая работа №1), технические характеристики которого приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технические характеристики башенного крана КБ-306

Наименование характеристики	Единица измерения	Величина показателя
Грузоподъёмность основой стрелы	т	4–8
Вылет основной стрелы	м	12,5–25
Высота подъёма крюка	м	35–48
Мощность двигателя	л. с.	35,5
Ширина колеи	м	4,5
Габаритные размеры поворотной части	м	3,6

Поперечная привязка монтажного крана.

Положение оси подкрановых путей, а следовательно, и оси передвижения крана относительно строящегося здания определяется

$$C = 3{,}6 + 0{,}7 = 4{,}3 \text{ м.}$$

Продольная привязка монтажного крана.

Графическим методом в соответствии определяется расстояние между крайними стоянками крана 29 м .

Длина подкрановых путей рассчитывается

$$L_{п.п} = 27 + 4{,}5 + 2 \cdot 1{,}5 + 2 \cdot 0{,}5 = 35{,}5 \text{ м.}$$

Полученная длина подкрановых путей корректируется в сторону увеличения с учетом кратности длине полузвена, равной

$$n_{зв} = 35,5/6,25 = 5,68 \approx 6 \text{ шт.}$$

$$L_{п.п} = 6,25 \cdot 6 = 37,5 \geq 25 \text{ м.}$$

6,25 м:

Расстояние от ограждения подкранового пути до оси ближнего к нему рельса определяется

$$\ell_{п.п} = (3,6 - 0,5 \cdot 4,5) + 0,7 = 2,05 \text{ м.}$$

Ход выполнения:

93. Освоение лекционного материала по теме
94. Выполнить задание

Задание 1. По данным практической работы №20 выполнить выбор и привязку монтажных кранов.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

Практическое занятие № 23.

Тема: Определение опасных зон на стройгенплане

Цель: научиться определять опасные зоны на стройгенплане.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

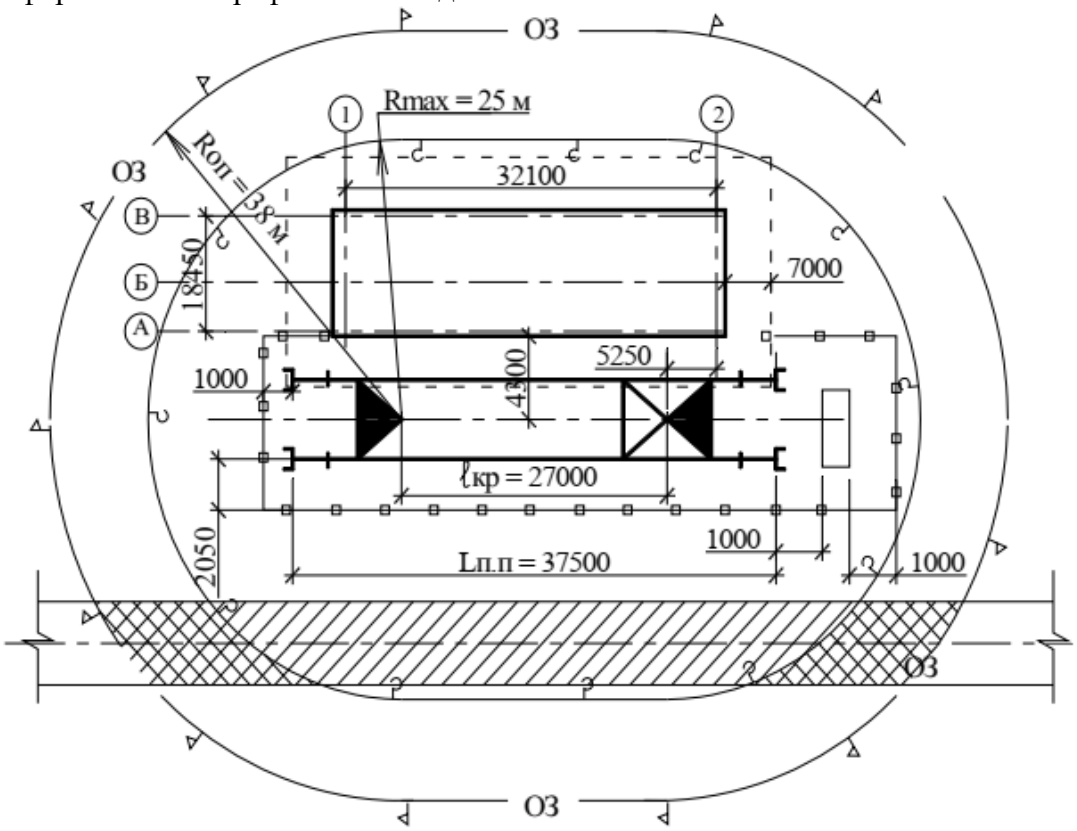
Монтажная зона равна контуру здания плюс 7 м при высоте здания 30 м Граница опасной зоны работы крана определяется радиусом, рассчитываемым по

$$R_{оп} = 25 + 0,5 \cdot 6 + 10 = 38 \text{ м.}$$

Опасную зону поворотной платформы определяем

$$R^{п.п}_{пов} = 3,6 + 1 = 4,6 \text{ м.}$$

В окончательном виде привязка путей и зоны влияния крана с обозначением необходимых деталей и размеров оформляются в графическом виде



Ход выполнения:

95. Освоение лекционного материала по теме
96. Выполнить задание

Задание 1. По данным практической работы №22 определить опасные зоны на стройгенплане.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, чертеж.

Практическое занятие № 24.

Тема: Разработка элементов технологических карт

Цель: научиться разрабатывать элементы технологической карты на производство земляных работ

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

До начала производства работ по устройству земляного полотна необходимо выполнить ряд подготовительных работ. Подготовительные работы выполняются в зимний период и состоят из расчистки снега, разбивки элементов трассы, устройства землевозных дорог.

На участке производства работ организуются склад ГСМ, склад инвентаря, помещения производителя работ, отдыха, приема пищи и обогрева рабочих.

Участок должен быть обеспечен медицинской аптечкой, питьевой, хозяйственной и технической водой.

В темное время суток места производства работ и траншея должны освещаться прожекторами, устанавливаемыми на инвентарные мачты.

Первый вариант средств механизации предусматривает расчистку снега с площади захватки, устройство землевозных дорог и уход за ними, а также перемещение разрыхленного мерзлого грунта во временный отвал бульдозером ДЗ-110ХЛ.

Рыхление мерзлого грунта производится слоями по 0,45 м рыхлителем Д-26С.

Разработку разрыхленного грунта из отвала следует производить гидравлическим экскаватором ЭО-4121А, оборудованным прямой лопатой с ковшом вместимостью 0,65 м^3, с погрузкой лишнего грунта в автотранспорт, а грунта для обратной засыпки - в отвал, расположенный с одной стороны траншеи.

Траншею по глубине необходимо разбить на четыре слоя. Два слоя разрыхленного грунта перемещают во временный отвал послойно. На третий слой грунта после разрыхления его тракторным рыхлителем устанавливают гидравлический экскаватор ЭО-4125, оборудованный обратной лопатой с ковшом вместимостью 1,0 м^3.

Второй вариант средств механизации устройства траншеи предусматривает применение более энергоемких механизмов: бульдозера ДЗ-118; рыхлителя ДП-98ХЛ, экскаватора ЭО-5123ХЛ, оборудованного прямой лопатой с ковшом вместимостью 1,6 м^3; экскаватора Э-652А, оборудованного обратной лопатой с ковшом вместимостью 0,65 м^3.

Третий вариант отличается от первого применением для рыхления грунта гидромолота СП-62, смонтированного на базе гидравлического экскаватора ЭО-4121А. Гидромолот производит рыхление мерзлого грунта на глубину до 1,0 м за один проход.

Разрыхленный грунт разрабатывается гидравлическим экскаватором ЭО-4125, оборудованным обратной лопатой с ковшом вместимостью 1,0 м^3.

Гидромолот СП-62 за второй проход производит рыхление грунта на глубину до 1,0 м.

На разрыхленный грунт устанавливается экскаватор ЭО-4125, оборудованный обратной лопатой с ковшом вместимостью 1 м и зачистным устройством конструкции.

Четвертый вариант средств механизации разработки грунта в траншее предусматривает рыхление грунта зубом-рыхлителем конструкции, смонтированным на базе гидравлического экскаватора ЭО-4121А. Рыхление мерзлого грунта производится послойно с глубиной каждого слоя около 0,7 м.

Для транспортирования лишнего грунта на расстояние до 3000 м используются автомобили-самосвалы КамАЗ-5511 грузоподъемностью 10 т.

Задание для практической работы:

Исходные данные для ведения земляных работ:

1. Грунт – супесь, суглинок.
2. Трубы – стальные ГОСТ 10704-91 о 159х4,5
3. Протяженность трубопровода - l = 346 км.
4. Время строительства - лето
5. Район строительства - п.Южный, г.Барнаул
6. Физико - механические свойства грунта
1) Супесь, суглинок.
2) Средняя плотность в естественном залегании - r = 1,65 т/ $м^3$, -
r = 1,8 т/ $м^3$
3) Коэффициент первоначального разрыхления - 20 % ($К_{пр}$ = 1,2).
4) Группа грунта для работ:
бульдозер - I;
Экскаватор одноковшовый - П;

Ход выполнения:

97. Освоение лекционного материала по теме
98. Выполнить задание

Задание 1. Разработать технологическую карту на производство земляных работ по практической работе №9.

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, тех.карта.

Практическое занятие № 25.

Тема: Разработка элементов технологических карт

Цель: научиться разрабатывать элементы технологической карты на производство отделочных работ

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания:

К отделочным относятся стекольные, штукатурные, облицовочные, малярные работы, а также устройство чистых полов. Для названных видов работ характерен большой объем ручного труда – до 60–90 %. Решение проблемы – индустриализация отделочных работ (механизация, отделка поверхности изделиями и деталями высокой заводской готовности, а также поступление на объект конструкций: сантехкабин, дверей, окон, кухонных узлов – максимальной заводской готовности, приготовление малярных и других отделочных материалов на заводе. Особенно велик объем отделочных работ в кирпичных зданиях: по времени 40 %, по трудоемкости 38 %. Подготовка здания к отделочным работам заключается в следующем: застеклить окна или закрыть все временные проемы, заделать стыки, зазоры, места прокладки трубопроводов, оштукатурить ниши под радиаторы, опрессовать отопление. Условия, необходимые для начала отделочных работ, следующие: температура воздуха не ниже 8 °С, влажность поверхности 6–10 %, относительная влажность воздуха 60 %. Порядок выполнения отделочных работ обычно следующий: отделка мест установки приборов и коммуникаций, проверка поверхностей стен, перегородок, потолков и выправка дефектов; штукатурные работы, облицовочные плиточные работы, подготовка поверхности под малярные и обойные работы; устройство полов (кроме линолеума), крепление плинтусов (кроме помещений с обоями), устройство линолеумных и плиточных полов с плинтусами. Ш

Ход выполнения:

99. Освоение лекционного материала по теме
100. Выполнить задание

Задание 1. Разработать элемент технологической карты на производство отделочных работ (размеры плана выбрать самостоятельно).

Форма отчета: Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой: титульный лист, исходные данные, решение задачи.

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1. Основные электронные издания:

О-1. Проект производства работ на возведение многоэтажного жилого дома : учебно-методическое пособие / Н. Д. Чередниченко, Е. М. Пугач, В. В. Ефимов, В. Е. Базанов. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 105 с. — ISBN 978-5-7264-2090-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149244 (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-2. Михайлов, А. Ю. Технология и организация строительства. Практикум : учебное пособие / А. Ю. Михайлов. — 2-е изд., доп. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0461-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/148432 (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-3. Техническая эксплуатация зданий и инженерных систем : учебник / Е. А. Король, М. Е. Дементьева, С. Д. Сокова [и др.]. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-7264-2222-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149217 (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-4. Основы геодезии : учебное пособие / составители Е. П. Евтушкова, Е. Ю. Конушина. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2022. — 176 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/302687 (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-5. Широкий, Г. Т. Строительные материалы и изделия : учебное пособие / Г. Т. Широкий, М. А. Бортницкая. — Минск : РИПО, 2020. — 403 с. — ISBN 978-985-503-990-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/154204 (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-6. Рыжков, И. Б. Основы строительства и эксплуатации зданий и сооружений / И. Б. Рыжков, Р. А. Сакаев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-507-45901-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/291200 (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2 Дополнительные источники:

Д-1. Киселев, М.И. Геодезия: учебник / М.И. Киселев, Д.Ш. Михилев. – М.: ИЦ Академия, 2014. – 384 с.

Д-2. Короев, Ю.И. Черчение для строителей: учебник / Ю.И. Короев. – М.: Кнорус, 2012. – 256 с.: ил.

Д-3. Куликов, В. П. Стандарты инженерной графики: учебное пособие / В.П. Куликов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 240 с.

Д-4. Маилян, Л.Р. Конструкции зданий и сооружений с элементами статики: учебник / Л.Р. Маилян. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 687 с.

Д-5. Соколов, Г.К. Технология и организация строительства: учебник / Г.К. Соколов. – М.: ИЦ Академия, 2011. – 528 с.

Д-6. Волков, Д.П. Строительные машины и средства малой механизации: учебник / Д.П. Волков. – М.: ИЦ Академия, 2011. – 480 с.

Д-7. Бадьин, Г.М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г.М. Бадьин, С.А. Сычев. – СПб.: БХВ –Петербург, 2013. – 288 с.

Д-8. Николаевская, И.А. Благоустройство территорий: учебное пособие / И.А. Николаевская. – М.: ИЦ Академия, 2010. – 272 с.

Д-9. Платов, Н.А. Основы инженерной геологии: учебник / Н.А. Платов. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 192 с.

Д-10. Николаевская, И.А. Инженерные сети и оборудование территорий, зданий площадок: учебник / И.А. Николаевская, Л.А. Горлопанова, Н.Ю. Морозова. – М.: ИЦ Академия, 2010. – 224 с.

Д-11. Бейербах, В.А. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок: учебное пособие / В.А. Бейербах. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 576 с.

Д-12. Юдина, А.Ф. Строительство жилых и общественных зданий: учебник / А.Ф. Юдина. – М.: ИЦ Академия, 2011. – 368 с.

Д-13. Сетков, В.И. Строительные конструкции. Расчет и проектирование: учебник / В.И. Сетков, Е.П. Сербин.-М.: ИНФРА-М, 2013. – 444 с.

Д-14. Маклакова, Т.Г. Конструкции гражданских зданий: учебник / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 296 с.

Д-15. Павлова, А.И. Сборник задач по строительным конструкциям: учебное пособие / А.И. Павлова. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 143 с.

Д-16. Гаврилов, Д.А. Проектно-сметное дело: учебное пособие / Д.А. Гаврилов. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. – 352 с.: ил. – (ПРОФИль).

Д-17. Белоконев, Е.Н. Основы архитектуры зданий и сооружений: учебник / Е.Н. Белоконев. – Ростов н/Д:Феникс, 2009. – 327 с.

Д-18. Вильчик, Н.П. Архитектура зданий: учебник / Н.П. Вильчик. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 319 с.

Д-19. Барабанщиков, Ю.Г. Строительные материалы и изделия: учебник / Ю.Г. Вильчик. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 416 с.

Д-20. Либерман, И.А. Техническое нормирование, оплата труда и проектно-сметное дело в строительстве: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 400 с. – (Среднее профессиональное образование).

Д-21. Сетков, В.И. Строительство. Введение в специальность: учебное пособие /В.И. Сетков, Е.П. Сербин. – М.: ИЦ Академия, 2009. – 176 с.

Д-22. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник / Ю.Д. Сибикин. – М.: ИЦ Академия, 2009. – 368 с.

Д-23. Синянский, И.А. Проектно-сметное дело: учебник / И.А. Синянский, Н.И. Манешина. – М.: ИЦ Академия, 2008. – 448 с.

Д-24. Юдина, А.Ф. Монтаж металлических и железобетонных конструкций: учебник / А.Ф. Юдина. – М.: ИЦ Академия, 2019. – 320 с.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением	
Было	**Стало**
Основание: **Подпись лица, внесшего изменения**	