Disynergy
Страница материала ↗
EXQT
Готовые ответы — на EXQT
Доступ к ответам приобретается отдельно.
Найти ответы ↗

Образовательная автономная некоммерческая организация высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»



«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор
_____/Ю.В. Вепринцева
Приказ «28-02-01» от 28 февраля 2025 г.

«ОДОБРЕНО»
Ученым советом ОАНО ВО «МосТех»
Протокол №06 от 28.02.2025

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Методические указания по написанию и защите курсовых работ

Направление подготовки: 08.03.01 Строительство

Квалификация выпускника: бакалавр

Москва, 2025

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....3
1. СОСТАВ ПРОЕКТА.....4
Задание на курсовой проект.....4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....10
Общие положения.....10
Компоновка поперечной рамы.....10
Определение нагрузок, действующих на поперечную раму.....11
Статический расчет поперечной рамы.....15
Составление таблицы расчетных усилий.....17
Расчет внецентренно-сжатых колонн.....17
Расчет железобетонного фундамента.....18
Расчет ригеля рамы.....19
3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ С ШАГОМ КОЛОНН 6 м.....22
Исходные данные.....22
Компоновка поперечной рамы.....23
Определение нагрузок на раму.....23
Определение усилий в колоннах рамы.....26
Усилия от вертикальной крановой нагрузки.....29
Усилия от поперечного торможения кранов.....30
Усилия от ветровой нагрузки.....30
4. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КОЛОННЫ ПО ОСИ А (ШАГ КОЛОНН 6 м).....35
Данные для расчета сечений.....35
Расчет арматуры в надкрановой части колонны на уровне верха консоли.....35
Расчет арматуры в подкрановой части колонны на уровне заделки в фундамент.....37
5. РАСЧЕТ МОНОЛИТНОГО ВНЕЦЕНТРЕННО НАГРУЖЕННОГО ФУНДАМЕНТА ПОД КОЛОННУ (ШАГ КОЛОНН 6 м)......40
Данные для проектирования.....40
Определение нагрузок и усилий.....40
Определение размеров подошвы фундамента.....41
Определение конфигурации фундамента.....42
Проверка высоты нижней ступени.....43
Подбор арматуры подошвы.....44
Подбор арматуры в направлении длинной стороны подошвы.....45
Подбор арматуры в направлении короткой стороны.....45
Исходные данные.....47
Компоновка поперечной рамы.....48
Определение нагрузок на раму.....48
Определение усилий в колоннах рамы.....51
7. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КОЛОННЫ ПО ОСИ А (ШАГ КОЛОНН 12 м)......59
Данные для расчета сечений.....59
Расчет арматуры в надкрановой части колонны на уровне верха консоли.....59
Расчет арматуры в подкрановой части колонны по сечению IV-IV.....61
Данные для проектирования.....64
Определение нагрузок и усилий.....64
Определение размеров подошвы фундамента.....65
Определение конфигурации фундамента и проверка нижней ступени.....66

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Проверка высоты нижней ступени.....67
Подбор арматуры подошвы.....68
Подбор арматуры в направлении длинной стороны подошвы......68
Подбор арматуры в направлении короткой стороны.....69
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....70
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Нагрузки и габариты мостовых кранов среднего режима работы......72
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Формулы для расчета двухветвевых и сплошных колонн......74
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расчетные площади поперечных сечений и масса арматуры......78
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Армирование сплошной колонны, закладные детали.....79
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Фундамент под колонну.....81
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Армирование балки......82
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Армирование фермы......84
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Армирование фермы......86
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Армирование КЖС......87
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Форма спецификации и ведомости расхода стали......93
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Перечень вопросов к защите курсового проекта.....96

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к курсовому проекту (работе) составлены на основе программы дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции» образовательного стандарта.

Для выполнения курсового проекта студентам необходимо изучить теоретический курс “Железобетонные и каменные конструкции” составленный в соответствии со СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [3].

Курсовой проект по железобетонным и каменным конструкциям предусматривает проектирование железобетонных конструкций одноэтажного промышленного здания. Выполняются следующие расчеты:

- статический расчет поперечной рамы,
- расчет сборной внецентренно сжатой колонны,
- расчет монолитного внецентренно нагруженного фундамента под колонну,
- расчет стропильной предварительно-напряженной конструкции покрытия (балки, фермы или КЖС).

Проект представляется в виде расчетно-пояснительной записки с необходимыми схемами и рисунками и двух листов чертежей формата А-I.

Задание на курсовой проект и методические указания по его проектированию включают в себя исходные данные по шифру и фамилии студента и пояснения по проектированию. Кроме того, приводятся примеры расчета поперечной рамы (с шагом колонн 6 и 12 м), внецентренно-сжатых колонны и фундамента.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

1. СОСТАВ ПРОЕКТА.

Проект оформляется в виде расчетно-пояснительной записки объемом 40-50 страниц рукописного текста и двух листов чертежей стандартного формата А-I.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

1. Задание и исходные данные.
2. Компоновка поперечной рамы здания.
3. Статический расчет поперечной рамы.
4. Расчет и конструирование колонны и фундамента.
5. Расчет и конструирование ригеля покрытия.
6. Список использованных источников.

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства» [1].

На первом листе вычерчивается поперечный разрез и фрагмент плана здания в масштабах 1:100 (для пролетов $l = 18$ м) и 1:200 (для $l = 24$ м) с указанием размеров, отметок и маркировкой сборных железобетонных элементов каркаса. На поперечном разрезе показать схему расположения стеновых панелей и полос остекления по высоте здания. На этом же листе в масштабе 1:20 помещают общий вид колонны и фундамента с закладными деталями и рисками разбивочных осей; приводят схему армирования, изображение арматурных каркасов, сеток и закладных деталей. Дают узел сопряжения ригеля с колонной в масштабе 1:10

На втором листе помещают общий вид и схему армирования ригеля в масштабе 1:20, изображение арматурных каркасов и сеток; вычеркивают необходимое количество поперечных сечений, наиболее важные узлы (например, опорный). В примечаниях приводятся основные данные о технологии изготовления конструкции: способ натяжения арматуры, величина предварительного напряжения арматуры σ_{sp}, значение передаточной прочности бетона $R_{вр}$ и др.

На каждом листе в табличной форме даются спецификация и ведомость расхода стали с указанием классов бетона и арматуры, а также показателей расхода стали на 1м^3 бетона (прил. 11).

Задание на курсовой проект

Требуется рассчитать и сконструировать сборные несущие железобетонные конструкции одноэтажного однопролетного каркасного промышленного здания, оборудованного двумя электрическими мостовыми кранами среднего режима работы. Схема здания приведена на рис.1.

В ходе работы над проектом необходимо выполнить: компоновку конструктивной схемы здания; статический расчет поперечной рамы; проектирование колонны и фундамента под нее; проектирование стропильной конструкции покрытия.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Исходные данные для выполнения задания студент принимает строго по рис.2 и табл.1-3 в соответствии с учебным шифром и фамилией. В эти данные входят:

1. Схема несущей конструкции покрытия.
2. Пролет здания l, м.
3. Продольный шаг колонн a, м.
4. Плиты покрытия предварительно напряженные железобетонные ребристые размерами 3×6 м и 3×12 м с шагом колонн соответственно 6 и 12 м.
5. Класс бетона железобетонных конструкций без предварительного напряжения B.
6. Класс бетона преднапряженных конструкций B′.
7. Расчетное сопротивление грунта основания R_0, МПа.
8. Грузоподъемность мостового электрического крана $Q_{кр}$, т.
9. Расстояние от уровня чистого пола до верха рельса подкранового пути H_1, м.
10. Расчетное значение веса снегового покрова на горизонтальную поверхность земли S_g, Н/м².
11. Нормативное значение ветрового давления W_0, Н/м².

Класс арматуры для преднапряженных конструкций и конструкций без предварительного напряжения принимается студентом самостоятельно согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [3]. Для армирования следует применять сварные каркасы и сетки. Для железобетонного фундамента принимается класс бетона B12,5.

Длина здания во всех случаях равна семикратному шагу колонн (L=7a).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

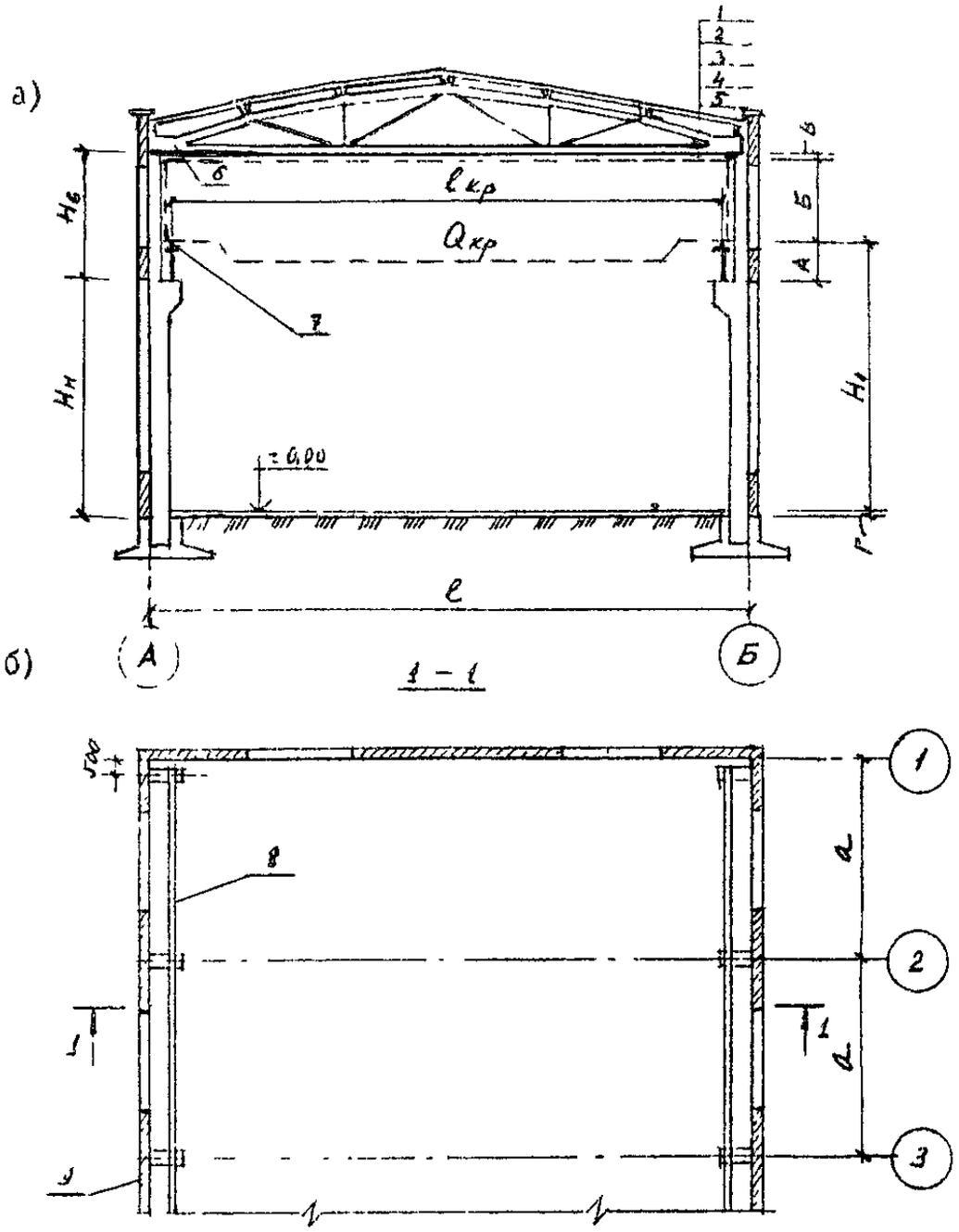


Рис.1. Конструктивная схема здания:

а – поперечный разрез; б – фрагмент плана; 1 – рулонный ковер; 2 – асфальтовая стяжка; 3 – плитный утеплитель; 4 – пароизоляция; 5 – плиты покрытия; 6 – несущая конструкция покрытия; 7 – рельс; 8 – подкрановая балка; 9 – навесные стеновые панели

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

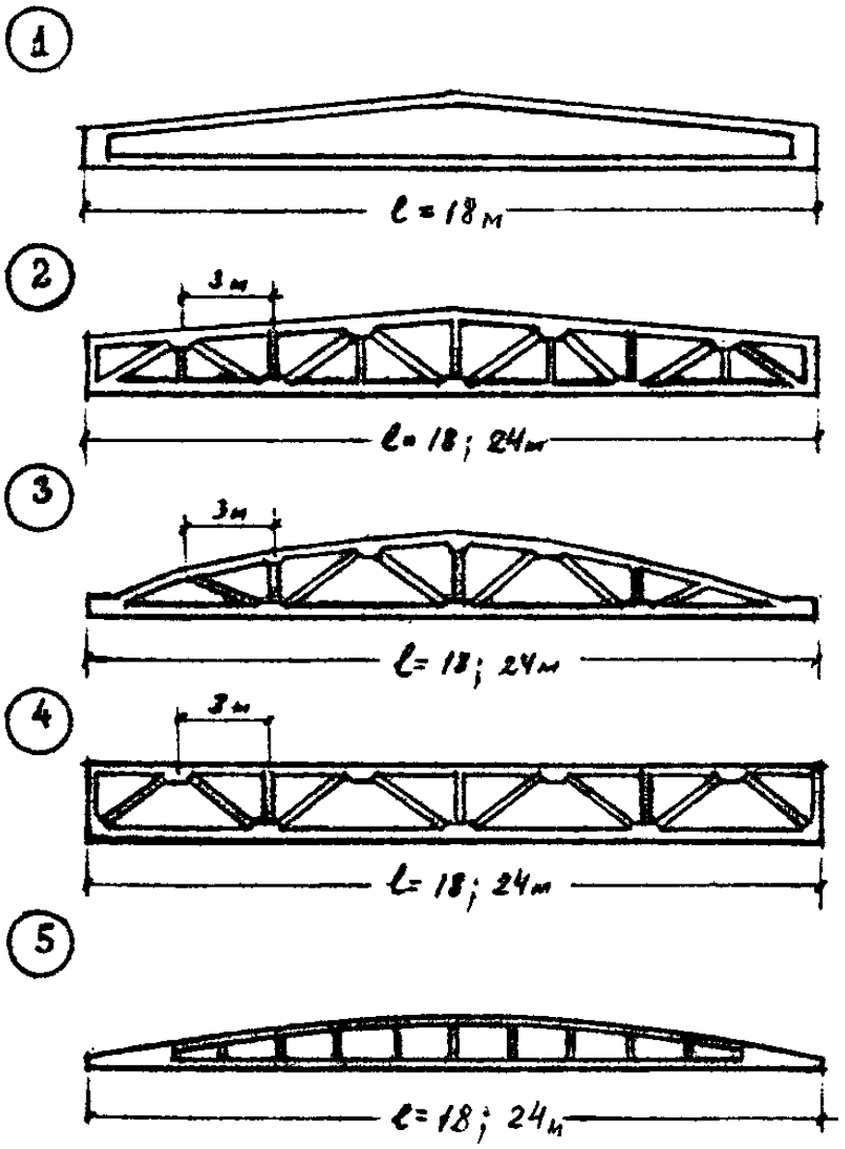


Рис.2. Схемы предварительно напряженных стропильных конструкций покрытия:
1 – двускатная балка; 2 – полигональная ферма; 3 – сегментная ферма; 4 – ферма с параллельными поясами; 5 – панель-оболочка КЖС

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 1

Данные к пунктам 1÷3 и 10

Последняя цифра шифра	Номер схемы несущей конструкции покрытия (рис.2)	Пролет здания ℓ, м	Шаг колонн a, м	Расчетная снеговая нагрузка S_g, Н/м²
	1	2	3	10
1	1	18	6	700
2	2	24	12	800
3	3	24	6	900
4	4	24	12	1000
5	5	18	6	1100
6	2	18	12	1200
7	1	18	6	1300
8	3	18	12	1400
9	4	18	12	1500
0	5	24	6	1600

Таблица 2

Данные к пунктам 5-8

Предпоследняя цифра шифра	B	B'	Расчетное сопротивление грунта основания R_0, МПа	Грузоподъемность крана $Q_{кр}$, т
	5	6	7	8
1	15	25	0,2	10
2	25	30	0,22	15
3	15	40	0,25	20
4	25	45	0,28	30
5	15	25	0,22	20
6	25	30	0,25	30
7	15	40	0,28	10
8	25	45	0,30	15
9	15	40	0,32	20
0	25	45	0,35	30

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 3

Данные к пунктам 9 и 11

Первая буква фамилии студента	Расстояние от нулевой отметки до верха рельса H_1, м (рис.1)	Нормативная ветровая нагрузка W_0, Н/м^2
	9	11
А	10,0	270
Б	10,0	300
В	9,8	350
Г	9,8	400
Д	9,6	450
Е	9,6	500
Ж	9,4	550
З	9,4	600
И	9,0	650
К	9,0	700
Л	8,8	750
М	8,8	800
Н	8,6	850
О	8,6	900
П	8,4	270
Р	8,4	300
С	8,0	350
Т	8,0	400
У	7,8	450
Ф	7,8	500
Х	7,6	550
Ц	7,6	600
Ч	7,4	650
Ш	7,4	700
Щ	7,0	750
Э	7,0	800
Ю	6,8	850
Я	6,8	900

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Общие положения

Пояснительную записку следует начинать с полного перечня исходных данных, принимаемых по табл. 1, 2, 3.

При выполнении проекта рекомендуется пользоваться нормативно-техническими документами [1,2,3] и учебными пособиями [4,5,6,7,8,9,].

Расчеты и конструирование железобетонных конструкций производить в соответствии с СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [3].

При подсчете нагрузок рекомендуется пользоваться СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [2].

Все расчеты необходимо иллюстрировать схемами, эпюрами усилий, эскизами сечений и узлов проектируемых конструкций.

Компоновка поперечной рамы

В поперечном разрезе здание представляет собой однопролетную раму, состоящую из стоек, защемленных на уровне верха фундаментов и шарнирно связанных по верху ригелями. Ригели рам рассматриваются в расчете как абсолютно жесткие (недеформируемые) стержни. Расчет ригелей в такой системе можно выполнять независимо от расчета рамы.

В поперечном направлении пространственная жесткость здания обеспечивается поперечными рамами. В продольном – продольными рамами, образованными теми же колоннами и, связанными с ними подкрановыми балками и жестким диском покрытия.

Расчету подлежит одна из промежуточных рам, так как торцевые рамы являются менее нагруженными.

При компоновке поперечной рамы определяют:

- размеры по высоте надкрановой и подкрановой частей ступенчатой колонны;
- тип колонны и размеры поперечных сечений частей колонны;
- привязку колонн к разбивочным осям здания.

Размеры колонны по высоте определяют, исходя из заданной отметки верха подкранового рельса – H_1 (рис.1).

Высота верхней (надкрановой) части колонны определяется из выражения

$$H_B = A + Б + B,$$

где A – высота подкрановой балки вместе с рельсом $A = h_{п.б.} + 0{,}15$; где $h_{п.б.}$ -высота подкрановой балки; принимается равной 1,4 м при шаге колонн 12 м и 1,0 м при шаге колонн 6 м; 0,15 м – высота кранового рельса с прокладками; $Б$ – высота

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

крана над головкой рельса (рис.1 и прил.1); B – зазор между низом конструкции покрытия и верхом тележки крана – 0,15 м.

Высота нижней (подкрановой) части колонны

$$H_H = H_1 - A + \Gamma,$$

где H_1 и A – см. выше;

Γ – расстояние от верхнего обреза фундамента до уровня чистого пола (рис.1) принимается для всех курсовых проектов равным 0,15м. Полная высота колонны $H = H_в + H_н$. Высоту колонны следует привести в соответствии с унифицированной высотой помещения от уровня пола до низа несущей конструкции покрытия кратной 1,2 м. В частности высота помещения может быть 9,6; 10,8; 12; 13,2 м. Тогда высоту колонны до заделки в фундамент принимаем 9,75; 10,95; 12,15; 13,35 м, изменяя H_H.

Колонны принимаются сплошными прямоугольного сечения.

Сечение верхней части колонны, при шаге колонн 6м, рекомендуется принимать равным $b_в \times h_в = 40 \times 40$ см. Высота сечения нижней части обычно назначается в пределах $h_H = (1/10 - 1/14)H_H$, кратной 20 см. Ширину сечения нижней части принимаем равной ширине верхней части колонны, т.е. $в_н = в_в = 40$ см.

При шаге колонн 12 м сечение верхней части колонны принимают 60 х 50 см, нижней – 80 х 50 см.

Разбивочные оси здания при шаге колонн 6м проходят по наружным граням колонн (нулевая привязка); при шаге колонн 12 м и высоте от пола до низа несущих конструкций покрытия 12-14,4 м наружные грани колонн рекомендуется смещать с продольных осей на 250 мм наружу (рис.3). Геометрические оси торцовых колонн смещаются от поперечных разбивочных осей внутрь здания на 500 мм (рис.1).

Расстояние от осей подкрановых балок до разбивочных осей колонн принимается равным 750 мм (рис.3).

Здание отапливаемое. Наружные стены панельные, навесные. Опираются на опорные столики колонн, на отметке верха консоли колонн. Стеновые панели и остекление ниже этой отметки, также навесные, опираются на фундаментную балку.

Определение нагрузок, действующих на поперечную раму.

Поперечная рама рассчитывается на следующие виды нагрузок:

а) постоянную от веса несущих конструкций (плит и ригелей покрытия, подкрановых балок, колонн) и ограждающих конструкций (кровли, стяжки, теплоизоляции, пароизоляции и также навесных и стеновых панелей и остекления);

б) временную (крановую, снеговую, ветровую) СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [2].

Постоянная, снеговая и крановая нагрузки передаются на колонну не центрально, а с эксцентриситетом (рис.3).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

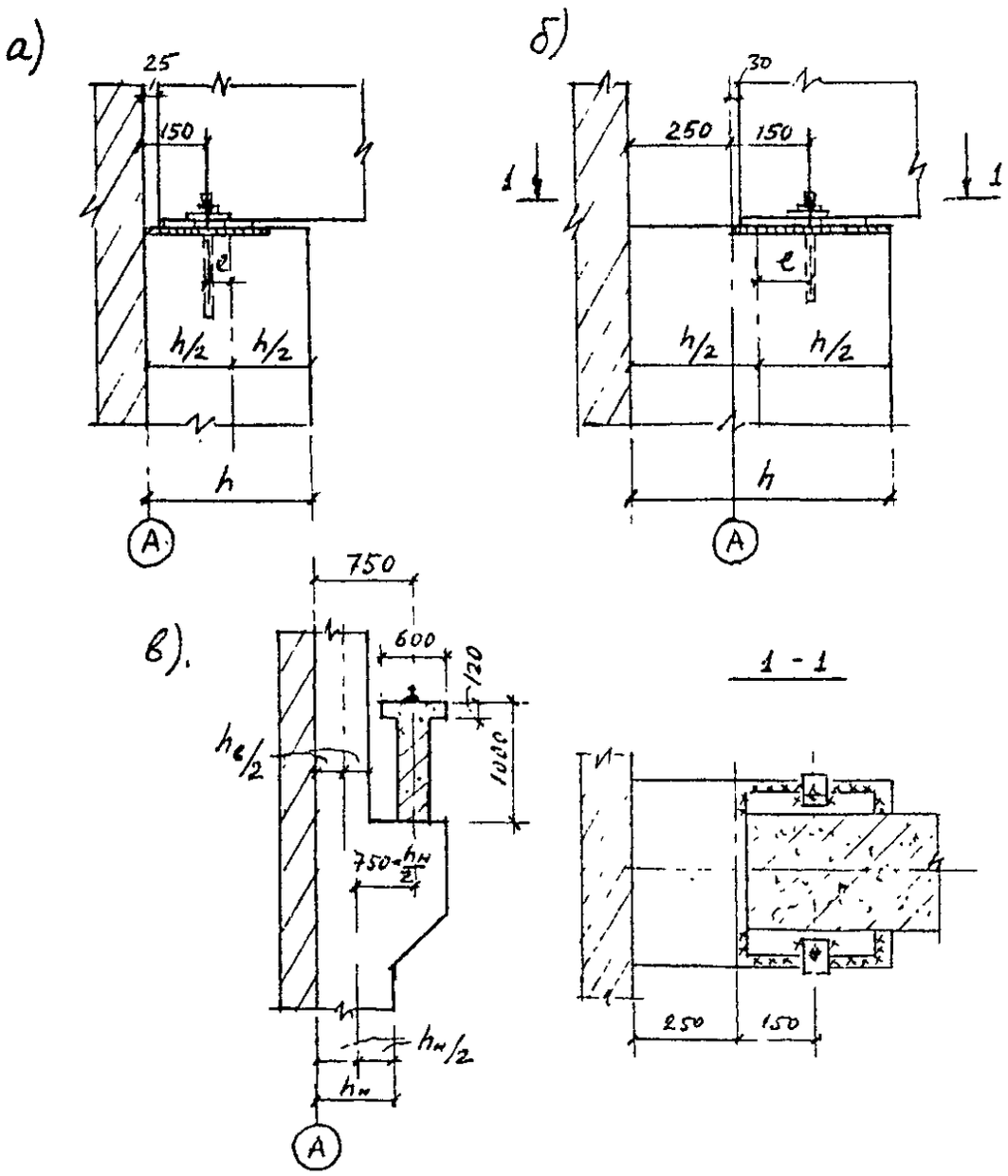


Рис.3. Узлы рамы:

а – опирания ригеля на колонну при шаге колонн 6 м и нулевой привязке осей; б – то же, при шаге колонн 12 м и смещении продольных осей внутрь здания; в – опирания подкрановой балки на консоль колонны при шаге колонн 6 м.

Нормативные нагрузки от веса несущих сборных железобетонных конструкций, а также веса стеновых панелей и остекления могут приниматься по табл.4, 5, 6.

Нагрузка от кровли принимается ориентировочно 400-500 Н/м^2 для холодной кровли и 900-1500 Н/м^2 для утепленной кровли.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 4

Нормативные нагрузки от веса плит покрытий (с учетом заливки швов)

Тип плит:	Размеры в плане, м	Нормативная нагрузка на горизонтальную проекцию покрытия, Н/м^2
Ребристые	3 х6 1,5 х6 3 х12	1570 1750 1700-2050
Ребристые сводчатые типа КЖС	3 х18 3 х24	2000 2250

Таблица 5

Нормативная нагрузка от веса стропильных и подстропильных конструкций, а также железобетонных подкрановых балок

Тип конструкции	Пролет, м	Шаг, м	Вес элемента, кН
Стропильные фермы	18 24	6 12 6 12	45 60-78 92 149
Стропильные балки	12 18 24	6-12 6-12 6-12	41 91 150-165
Подстропильные фермы	12	-	113
Подстропильные балки	12	-	120
Железобетонные подкрановые балки	6 12	Для кранов грузоподъемностью 15-50 т	42 115

Таблица 6

Нормативная нагрузка от веса стеновых панелей и остекления

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Наименование элемента	Характеристика здания	Длина элемента, м	Нормативная нагрузка от веса элемента, Н/м^2
Стеновые панели	Отапливаемое	6	1800-2800
		12	2200-3200
	Не отапливаемое	6	1700
		12	2150
Остекление	-	-	400

Коэффициенты надежности по нагрузке от веса несущих конструкций и остекления принимаются равными 1,1 от веса изоляционных, выравнивающих и отделочных слоев – 1,2 или 1,3.

Вертикальные и горизонтальные нагрузки от кранов принимаются в соответствии с Приложением 1. Горизонтальная сила поперечного торможения крана считается приложенной к стойке на уровне верха подкрановой балки. Горизонтальная сила от продольного торможения кранов обычно учитывается только при расчете стоек коротких цехов, где в одном ряду расположено менее 6-7 стоек; в нашем расчете эта сила не учитывается. Коэффициент надежности для крановых нагрузок принимается равным 1,1. При учете двух кранов для групп режимов работы кранов 1К-6К нагрузки от них умножаются на коэффициент сочетаний $\psi = 0{,}85.$

Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по формуле $S = S_g \mu$,

где S_g - расчетное значение веса снегового покрова на 1м^2 горизонтальной поверхности земли;

μ - коэффициент перехода. При угле наклона покрытия к горизонту $\alpha \le 25^0$ $\mu = 1.$

Нормативное значение снеговой нагрузки определяется умножением расчетного значения на коэффициент 0,7.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки определяется по формуле $W_m = W_0 \cdot k \cdot c$,

где W_0 - нормативное значение ветрового давления;

k - коэффициент, учитывающий изменение скоростного напора по высоте;

c - аэродинамический коэффициент.

Неравномерную по высоте здания ветровую нагрузку приводят к равномерно распределенной, эквивалентной по моменту в заделке колонны.

Ветровое давление, действующее на часть стены выше колонн, передается раме в виде сосредоточенной силы W.

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке γ_f принимается равным 1,4 При проектировании, кроме того, учитывают степень ответственности здания

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

умножением расчетной нагрузки на коэффициент надежности по назначению $\gamma_n = 0{,}95$.

Статический расчет поперечной рамы

Цель статического расчета рамы – определить максимальные усилия в колонне (изгибающие моменты, продольные и поперечные силы), после чего подобрать ее сечение и арматуру. Расчетную схему рамы принимают с шарнирным соединением ригеля с колонной и жестким соединением колонны с фундаментом (см. рис.4).

Статический расчет рамы целесообразно выполнять на ЭВМ с использованием стандартной программы «Лира». Для ручного счета рамы, когда ригели находятся на одном уровне по высоте, наиболее удобен метод перемещений (деформаций) с одним неизвестным Δ_1- горизонтальным перемещением плоской загружаемой рамы. Вводя по направлению неизвестного горизонтального перемещения стержень-связь, получим основную систему.

Расчет рамы на постоянную и снеговую нагрузки сводится (ввиду отсутствия горизонтального смещения) к расчету шарнирно опертых вверху не смещаемых стоек. Расчет на крановые и ветровую нагрузки выполняется с учетом горизонтального смещения рамы.

Моменты в стойке, защемленной внизу и шарнирно опертой вверху, определяют так, как в консольной балке, загруженной рассматриваемой нагрузкой и соответствующей ей реакцией на верхнем конце в уровне сопряжения стойки с ригелем.

Значения реакций R в каждой колонне основной системы от различных внешних нагрузок и R_Δ от единичного перемещения можно определить по формулам, приведенным в прил. 2.

Расчет сводится к определению горизонтальных упругих реакций $R_e = R + \Delta_1 R_\Delta$, где Δ_1 находится из канонического уравнения $C_{\dim} \cdot r_{11} \cdot \Delta_1 + R_{1p} = 0$.

Здесь $r_{11} = \sum R_\Delta$ - суммарная реакция верха колонн поперечной рамы от единичного перемещения; $R_{1p} = \sum R$ - сумма реакций верха колонн от нагрузки (положительные реакции направлены в сторону неизвестного перемещения). Коэффициент $C_{\dim}$, характеризующий пространственную работу каркаса, для различных загружений, кроме крановой нагрузки, равен единице. Для крановой нагрузки при шаге рам 12 м $C_{\dim} = 3{,}4$, при шаге рам 6 м $C_{\dim} = 4$.

Получив значения R_e и значения нагрузок, действующих на колонну, находят N, M и Q в сечениях колонны отдельно для каждого загружения.

Расчетными являются четыре сечения по длине колонн: I-I – на уровне верха колонн; II-II – непосредственно над крановой консолью; III-III непосредственно под крановой консолью; IV-IV – на уровне верха фундамента (рис. 5).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

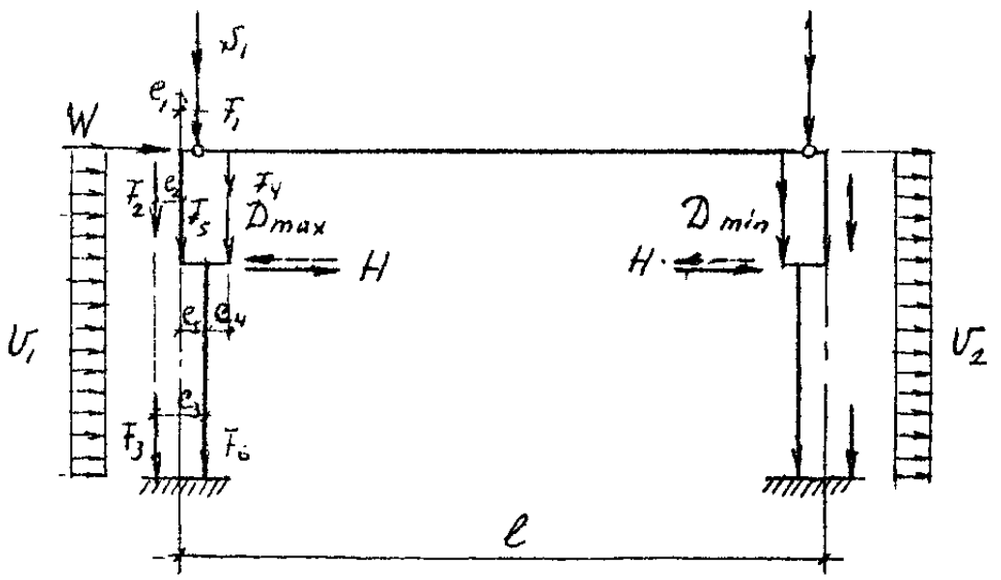


Рис.4. Расчетная схема поперечной рамы и схема нагрузок

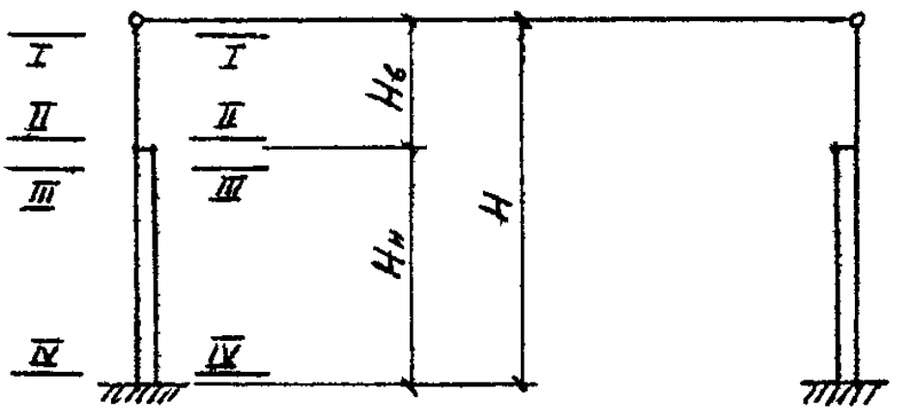


Рис.5. Схема расположения расчетных сечений

При расчете однопролетной рамы рекомендуется придерживаться следующего правила знаков. Положительными условно считают реакции, направленные слева направо, и изгибающие моменты, действующие по ходу часовой стрелки.

Составление таблицы расчетных усилий

По результатам статического расчета поперечной рамы составляют таблицу расчетных усилий (M, N, Q) от отдельных нагрузок в характерных сечениях колонны и определяют неблагоприятные сочетания усилий при одновременном действии нескольких нагрузок. При составлении возможных комбинаций усилий

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

следует различать два основных сочетания нагрузок (или соответствующих им усилий), включающих:

а) постоянные и не менее двух временных нагрузок, принимаемых с понижающим коэффициентом сочетаний $\psi_1 = 0{,}95$ для длительных нагрузок и $\psi_2 = 0{,}9$ для кратковременных;

б) постоянные и одну временную нагрузку (длительную или кратковременную), принимаемую без снижения, т.е. с коэффициентом сочетаний $\psi_1 = \psi_2 = 1{,}0$.

За одну кратковременную нагрузку принимается:

- снеговая;
- крановая (вертикальная вместе с горизонтальной);
- ветровая.

Нельзя вводить в сочетания усилия от сил поперечного торможения без учета усилий от вертикального давления кранов.

Временные длительные нагрузки в курсовом проекте можно не учитывать, всю крановую и снеговую нагрузки считать кратковременными.

Для каждого сечения колонны определяют три комбинации расчетных усилий:

1) наибольший положительный момент $M_{\max}$ и соответствующее N;
2) наибольший отрицательный момент $M_{\min}$ и соответствующее N;
3) наибольшее продольное усилие $N_{\max}$ и соответствующее ему M.

Для расчета фундамента составляются комбинации:

1) $M_{\max}$, $N_{соотв}$, $Q_{соотв}$; 2) $M_{\min}$, $N_{соотв}$, $Q_{соотв}$; 3) $N_{\max}$, $M_{соотв}$, $Q_{соотв}$.

Расчет внецентренно-сжатых колонн

Расчету подлежат надкрановая и подкрановая части стойки. Расчет производится на воздействие момента и нормальной силы по сечениям II-II и IV-IV (рис. 5). В каждом сечении возможны все три комбинации усилий. При заданных размерах поперечного сечения колонны задачей расчета является определение наименьшей площади сечения арматуры, которая отвечала бы условию прочности любой из трех комбинаций усилий.

Расчет сечения следует начинать с того сочетания нагрузок, где действует наибольший по абсолютной величине изгибающий момент. Расчет на сочетание усилий с максимальной продольной силой в данном проекте условно разрешается не делать.

При расчете колонн необходимо учитывать случайный начальный эксцентриситет продольной сжимающей силы N и влияние прогиба на их несущую способность.

Значения расчетной длины надкрановой части стойки принимаются равными $2H_B$ и подкрановой – $1{,}5H_H$.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Для ведения расчета выделяются длительно и кратковременно действующие части усилий.

Торец надкрановой части колонны проверяется на местное сжатие (смятие). В случае необходимости постановки косвенной арматуры последняя устанавливается по конструктивным соображениям, без выполнения расчета.

Максимальная площадь сечения всей продольной арматуры колонн должна составлять не более 3% от площади сечения колонн. Рабочую (продольную) арматуру внецентренно-сжатых колонн необходимо располагать по граням, перпендикулярным плоскости изгиба колонн. Пример армирования внецентренно-сжатой колонны см. в прил. 5.

Расчет железобетонного фундамента

Расчет фундамента производится на комбинации усилий, действующих в сечении IV-IV колонны (рис.5), с учетом усилий от массы стены и фундаментной балки и, в необходимых случаях, от массы фундамента и грунта на его уступах. Расчет сводится к определению размеров его подошвы, высоты, количества ступеней и необходимой арматуры.

Фундамент рекомендуется конструировать со стаканной частью для защемления колонн. Глубину стакана фундамента следует назначать на 50мм больше глубины заделки колонны H_{an}, которая принимается для прямоугольных колонн $\geq h_n$ и $\geq 1{,}5b_n$.

Кроме того, глубина заделки должна обеспечивать анкеровку продольной рабочей арматуры колонны в фундаменте, согласно табл.7.

Таблица 7

Класс арматуры колонны	Класс бетона колонны	Длина заделки арматуры	
		растянутой	сжатой
А – П	15 20 и выше	25*d* 20*d*	15*d* 10*d*
А - Ш	15 20 и выше	30*d* 25*d*	18*d* 15*d*

где *d* – диаметр продольной арматуры колонны

Толщина дна стакана должна быть не менее 200 мм. Исходя из этого высота фундамента должна быть не менее глубины стакана, увеличенной на 200 мм.

При проектировании фундамента следует учесть, что расчет по определению размеров фундамента в плане рациональнее выполнить в первую очередь для наиболее невыгодной комбинации нагрузок. Как правило, таковой является та из них, при которой момент, передающийся на фундамент через колонну, и момент от массы стены и фундаментной балки являются однозначными. После этого

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

расчетом следует проверить достаточность выбранной площади основания на две остальные комбинации нагрузок.

При проектировании фундаментов (с целью сокращения объема работ) задаваемое в курсовом проекте расчетное сопротивление грунта условно считается независимым от глубины заложения, размеров сторон фундамента и других параметров.

Расчет ригеля рамы

Ригель покрытия проектируется с предварительно-напряженной арматурой и рассчитывается по двум предельным состояниям. Согласно заданию (рис.2, табл.1) в качестве несущей конструкции покрытия рекомендуется принимать: балку, ферму или крупноразмерную железобетонную сводчатую панель-оболочку КЖС.

Балки

Высоту балки в середине принимают равной $1/10 - 1/15$ пролета. Уклон верхнего пояса двускатных балок принимают равным 1:12. Типовой размер высоты сечения балок на опоре 0,8-0,9 м. Двускатные балки могут быть решетчатые пролетами 12 или 18 м прямоугольного сечения по всей длине, постоянной ширины 200 мм для балок пролетом 12 м и 200, 240, 280 мм для балок пролетом 18 м (серия 1.4621-3/80), или двускатные двутаврового сечения пролетом 18 м (серия 1.4621-16) с толщиной стенки 70-80 мм. Ширина верхней сжатой полки $\left(1/50 - 1/60\right)l$, ширина нижней полки 250-300 мм. Толщину вертикальной стенки в пролете балки принимают не менее 60-100 мм. В качестве напрягаемой арматуры используют канаты класса К-7, стержневую арматуру классов А-IV, А-V, $А_т$-IVСК и выше.

Балки рассчитывают, как свободно лежащие на двух опорах, нагруженные равномерно распределенной нагрузкой от веса покрытия и снега; проверяют прочность нормальных и наклонных сечений, деформации, образование, раскрытие и закрытие трещин.

Расчет прочности и трещиностойкости балок на действие изгибающего момента по нормальным сечениям ведется по наиболее невыгодному сечению, находящемуся на расстоянии $[0{,}37 - 0{,}4]l_0$ от опоры.

Фермы

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Высоту ферм всех типов в середине пролета назначают равной $1/7 - 1/9$ пролета, но не более 3,3 м.

Для ферм с параллельными поясами и полигональных высоту на опоре желательно назначать кратной 30 см. Ширину сечения верхнего и нижнего поясов ферм принимают одинаковой. Из условия опирания панелей покрытия на верхний пояс ширина должна назначаться 200-250 мм при шаге ферм 6 м. При шаге 12 м. соответственно 300-350 мм Все размеры сечений рекомендуется назначать кратными 50 мм (для размеров сечений менее 200 мм –20 мм) и принимать их не менее 200х160 мм для поясов и 150х100 мм для элементов решетки.

Нижний растянутый пояс ферм всех типов проектируют предварительно-напряженными с натяжением арматуры на упоры. В качестве напрягаемой используется такая же арматура, как в балках. Вся растянутая арматура охватывается замкнутыми конструктивными хомутами с шагом 500 мм. Верхний сжатый пояс и элементы решетки армируют ненапрягаемой арматурой в виде сварных каркасов. Узлы армируют сварными каркасами из окаймляющих цельногнутых стержней диаметром 10-18 мм и вертикальных поперечных стержней диаметром 6-10 мм с шагом 100 мм. Опорные узлы ферм армируют дополнительной продольной ненапрягаемой арматурой и поперечными стержнями. Примеры армирования ферм см. в прил. 8 и 9.

Решетка ферм выбирается студентом самостоятельно так, чтобы нагрузка от плит покрытия и снега передавалась в узлы верхнего пояса ферм и не возникал местный изгиб. При проектировании ферм обычно учитывают следующие возможные комбинации внешних эксплуатационных нагрузок:

1. Ферма загружена полностью панелями, кровлей и снеговой нагрузкой полной интенсивности. Последняя приложена по всему пролету или на одной половине.
2. Ферма загружена полностью панелями, кровлей и длительно действующей частью снеговой нагрузки. Схемы расположения снеговой нагрузки те же, что и в п.1.

Для каждого элемента фермы выбираются опасные усилия при кратковременном и длительном загружениях. Нижний растянутый пояс рассчитывается по первой и второй группам предельных состояний.

Панель-оболочка КЖС

Панель-оболочка КЖС представляет собой короткий цилиндрический пологий предварительно-напряженный свод-оболочку с двумя ребрами-диафрагмами сегментного очертания. Высота поперечного сечения панели в середине пролета принимается равной $1/20 - 1/15$ пролета. Толщина полки 40-50 мм в середине пролета и 140-160 мм в торце у опор. Диафрагмы проектируют с вертикальными

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

ребрами жесткости. Минимальная толщина стенки равна 40 мм. Основная напрягаемая рабочая арматура панели располагается в нижней утолщенной зоне диафрагм. Она выполняется, как правило, из стержневой свариваемой стали. Возможно применение высокопрочной проволоки и стальных канатов. Армирование оболочки выполняется из сварной арматурной сетки рулонного типа. Процент армирования для поперечного направления не менее 0,3, для продольного – 0,2.

Диафрагмы армируют сварными каркасами только в опорных зонах, а также стержнями-подвесками в вертикальных ребрах диафрагм. При расчете оболочка рассматривается как цилиндрический свод, работающий совместно с диафрагмами. Пример армирования КЖС см. в прил. 10.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ С ШАГОМ КОЛОНН 6 м

Исходные данные

Поперечный разрез и фрагмент плана см. рис.1 и 6.

1. Схема несущей конструкции покрытия – 4.
2. $l = 18$ м.
3. $a = 6$ м.
4. B 15
5. B'30
6. $R_0 = 0{,}25$ МПа
7. $Q_{кр} = 20/5$ т
8. $H_1 = 8{,}15$ м
9. $S_g = 1400$ Н/м²
10. $W_0 = 270$ Н/м²

Здание отапливаемое. Кровля рулонная, плотность утеплителя 400 кг/м³, толщина 10 см.

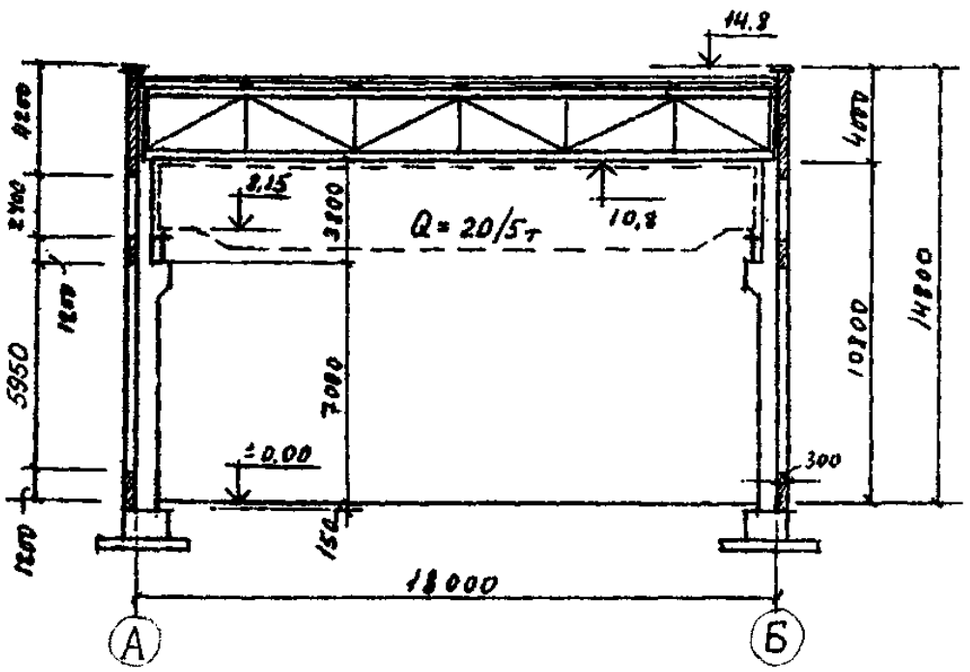


Рис. 6. Конструктивная схема поперечной рамы

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Компоновка поперечной рамы

Колонны – ступенчатые сплошные, прямоугольного сечения. Подкрановые балки пролетом 6 м, высотой 1,0 м. Высота кранового рельса 0,15 м. Наружные стены здания – из навесных панелей толщиной 30 см.

Высота надкрановой части колонны

$$H_B = A + Б + B = (1{,}0 + 0{,}15) + 2{,}4 + 0{,}15 = 3{,}7 \text{ м},$$

где $Б$ принимается по прил.1 в зависимости от грузоподъемности крана.

Высота подкрановой части колонны

$$H_H = H_1 - A + Г = 8{,}15 - 1{,}15 + 0{,}15 = 7{,}15 \text{ м}.$$

$H = 3{,}7 + 7{,}15 = 10{,}85$ м. Принимаем $H = 10{,}95$ м и $H_B = 3{,}8$ м, при этом полная высота колонны до заделки в фундамент $H = H_B + H_H = 3{,}8 + 7{,}15 = 10{,}95$ м, а высота колонны от нулевой отметки пола до низа стропильной конструкции равна 10,8 м, что отвечает модулю кратности 1,2.

Сечение надкрановой части колонны принимаем 40х40 см. Высота сечения подкрановой части $h_H = \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{14}\right) H_H = 71{,}5 \div 51$ см, принимаем 60 см; $b_H = 40$ см.

Привязка колонн к разбивочным осям – нулевая.

Определение нагрузок на раму

А. Постоянные нагрузки

1. Нагрузки от покрытия

Таблица 8

Нагрузка	Нормативная нагрузка, Н/м²	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м²
Рулонный ковер	150	1,3	195
Асфальтовая стяжка толщиной $t = 2$ см	350	1,3	455
Плитный утеплитель	400	1,2	480
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	65
Железобетонные ребристые плиты покрытия 3х6 м	1570	1,1	1730
Итого	2520		2925

Принято для расчета 2930 Н/м².

Нагрузка от фермы покрытия пролетом 18 м – 45 кН (см. табл.5).

Расчетная нагрузка на колонну от покрытия с учетом коэффициента надежности по назначению здания $\gamma_n = 0{,}95$.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$F_1 = (2{,}93 \cdot 6 \cdot 18/2 + 45/2 \cdot 1{,}1) \cdot 0{,}95 = 173{,}8 \approx 174$ кН.

Нагрузка от покрытия приложена на уровне опирания стропильной фермы по вертикали, проходящей по оси анкерных болтов на расстоянии 150 мм от разбивочной оси. Расстояние от линии действия нагрузки до геометрической оси надкрановой части колонны $e_1 = h_b/2 - 0{,}15 = 0{,}20 - 0{,}15 = 0{,}05$ м (см. рис.3, а и 9).

2. Расчетная нагрузка от веса стеновых панелей и остекления, передаваемая на колонну выше отметки 7,0 м.

$F_2 = (2{,}5 \cdot 5{,}4 + 0{,}4 \cdot 2{,}4) \cdot 6 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 90{,}66 = 90{,}7$ кН; то же, на фундаментную балку

$F_3 = (2{,}5 \cdot 1{,}2 + 0{,}4 \cdot 5{,}95) \cdot 6 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 32{,}3$ кН,

где 2,5 кН/м² и 0,4 кН/м² вес 1 м² стеновых панелей и остекления соответственно (см. табл.6 и рис.6).

3. Расчетная нагрузка от веса подкрановой балки

$F_4 = 42 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 43{,}9$ кН.

Расстояние от линии действия нагрузки до геометрической оси подкрановой части колонны

$$e_4 = 0{,}75 - \frac{h_H}{2} = 0{,}75 - \frac{0{,}60}{2} = 0{,}45$$ м (см. рис.3, в).

4. Расчетная нагрузка от веса колонн:

надкрановой части $F_5 = 0{,}4 \cdot 0{,}4 \cdot 3{,}8 \cdot 25 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 15{,}9$ кН,

подкрановой части $F_6 = 0{,}4 \cdot 0{,}6 \cdot 7{,}15 \cdot 25 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 44{,}8$ кН,

где 25 кН/м³ - средняя плотность тяжелого бетона.

Б. Временные нагрузки

1. Снеговая нагрузка на колонну (полная)

$S_1 = 1{,}4 \cdot 6 \cdot 18/2 \cdot 0{,}95 = 71{,}8$ кН, в том числе длительная $71{,}8 \cdot 0{,}5 = 35{,}9$ кН /13 п.1.7/.

2. Крановые нагрузки

Вес груза $Q = 200$ кН. Пролет крана $18 - 2 \cdot 0{,}75 = 16{,}5$ м, $B_2 = 6300$ мм, $K = 4400$ мм, вес тележки $G_T = 84$ кН, $F_{n,\max} = 195$ кН, $F_{n,\min} = 45$ кН (см. прил. 1).

Расчетное максимальное давление на колесо крана при $\gamma_f = 1{,}1$

$F_{\max} = 195 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 203{,}8$ кН,

$F_{\min} = 45 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 47$ кН.

Расчетная поперечная тормозная сила на одно колесо

$$H_{\max} = \frac{Q + G_T}{20} \cdot 0{,}5 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = \frac{200 + 84}{20} \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 7{,}42$$ кН.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Вертикальная крановая нагрузка на колонны от двух сближенных кранов с коэффициентом сочетания $\gamma_i = 0{,}85$.

$D_{\max} = F_{\max} \cdot \gamma_i \cdot \sum y = 203{,}8 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}95 = 337{,}8$ кН,

$D_{\min} = 47 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}95 = 77{,}9$ кН,

где $\sum y = 1{,}95$ - сумма ординат линии влияния двух подкрановых балок на колонну (рис.7).

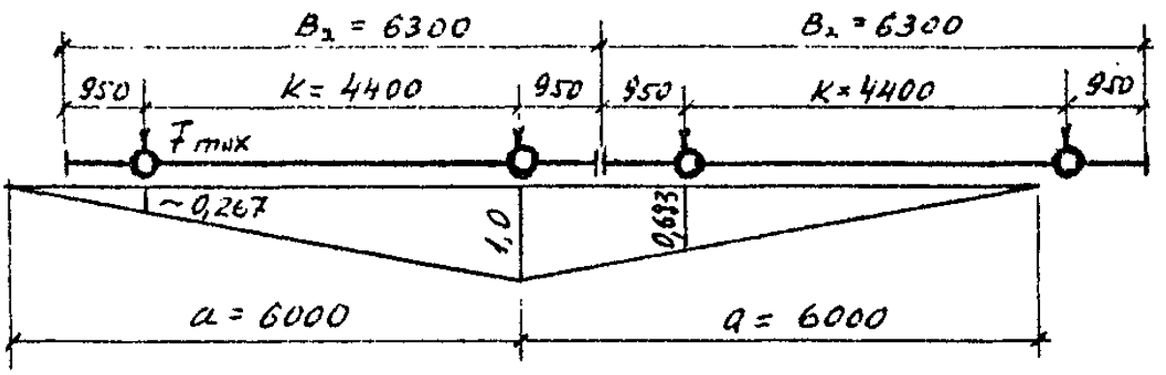


Рис.7. Линия влияния давления на колонну

$H = H_{\max} \cdot \gamma \cdot \sum y = 7{,}42 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}95 = 12{,}3$ кН.

3. Ветровая нагрузка

Тип местности *B* (13, табл.6).

Для части здания высотой до 5 м от поверхности земли

$W_{n_1} = 270$ Н/м² $\cdot 0{,}5 = 135$ Н/м²; то же, на высоте 10 м

$W_{n_2} = 270$ Н/м² $\cdot 0{,}65 = 175{,}5$ Н/м²; то же, на высоте 20 м

$W_{n_5} = 270$ Н/м² $\cdot 0{,}85 = 229{,}5$ Н/м²

По линейной интерполяции на высоте 10,8 м имеем:

$$W_{n_3} = W_{n_2} + \left[\left(W_{n_5} - W_{n_2}\right)/10\right] \cdot \left(H_0 - 10\right) = 175{,}5 + \left[\left(229{,}5 - 175{,}5/10\right)\right]\left(10{,}8 - 10\right) = 179{,}8 \text{ Н/м}^2,$$

то же, на высоте 14,8 м

$$W_n = 175{,}5 + \left[\left(229{,}5 - 175{,}5\right)/10\right] \cdot \left(14{,}8 - 10\right) = 201{,}4 \text{ Н/м}^2.$$

Определяем эквивалентную равномерно распределенную нагрузку через равенство моментов относительно заделки в фундамент

$$W_n = \frac{2M}{H_0^2} = \left\{2\left[135\frac{5^2}{2} + \frac{135 + 175{,}5}{2} \cdot 5 \cdot 7{,}5 + \frac{175{,}5 + 179{,}8}{2} \cdot 0{,}8 \cdot 10{,}4\right]\right\} \Big/ 10{,}8^2 = 154{,}1 \text{ Н/м}^2$$ (см. рис.8).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

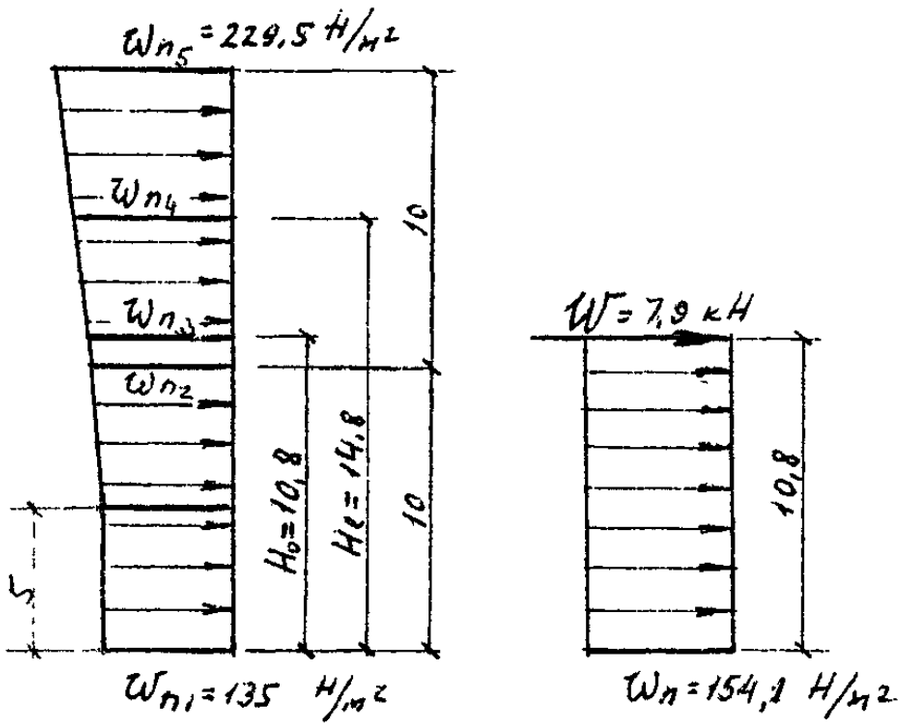


Рис.8. Приведение ломаной эпюры ветровой нагрузки к эквивалентной равномерно распределенной по высоте

При условии $H/(2l) = 14{,}8/(2 \cdot 18) = 0{,}4 < 0{,}5$ значения аэродинамических коэффициентов для наружных стен приняты: с наветренной стороны $C = +0{,}8$, с подветренной $C = -0{,}5$.

Расчетная равномерно распределенная ветровая нагрузка на колонны до отметки 10,8 с наветренной стороны

$$V_1 = W_n \cdot a \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot 0{,}8 = 154{,}1 \cdot 6 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8 = 983{,}8 \text{ Н/м},$$

с подветренной $V_2 = 154{,}1 \cdot 6 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}5 = 614{,}8$ Н/м.

Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на отметке 10,8 м.

$$W = \frac{W_{n_3} + W_{n_4}}{2}\left(H_l - H_0\right) \cdot a \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \left(0{,}8 + 0{,}5\right) = \frac{0{,}201 + 0{,}180}{2}\left(14{,}8 - 10{,}8\right)6 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}3 = 7{,}9 \text{ кН}$$

.

Определение усилий в колоннах рамы

Расчет рамы выполняется методом перемещений. Подвергаем основную систему единичному перемещению $\Delta_1 = 1$ и вычисляем реакции верхнего конца колонны R_Δ по формулам прил.2.

$$R_\Delta = \frac{3E_b \cdot I_H}{H^3\left(1 + k\right)},$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

где $k = \alpha^3\left(I_H / I_в - 1\right)$; $\alpha = \dfrac{H_в}{H}$;

$$\alpha = \frac{3{,}8}{10{,}95} = 0{,}338$$

$I_b = \left(40 \cdot 40^3\right)/12 = 213000 = 213 \cdot 10^3$ см^4;

$I_H = \left(40 \cdot 60^3\right)/12 = 720 \cdot 10^3$ см^4;

$k = 0{,}338^3\left[\left(720 \cdot 10^3 / 213 \cdot 10^3\right) - 1\right] = 0{,}09$;

$$R_\Delta = \frac{3 \cdot 720 \cdot 10^3 E_b}{1095^3\left(1 + 0{,}09\right)} = 1{,}51 \cdot 10^{-3} E_b .$$

Суммарная реакция от единичного перемещения

$r_n = \sum R_\Delta = 2 \cdot 1{,}51 \cdot 10^{-3} E_b = 3{,}02 \cdot 10^{-3} E_b$.

1. Усилия от постоянной нагрузки

В надкрановой части продольная сила $F_1 = 174$ кН действует с эксцентриситетом $e_1 = 0{,}05$ м (см. рис.9).

Момент $M_1 = F_1 \cdot e_1 = 174 \cdot 0{,}05 = -8{,}7$ кН·м.

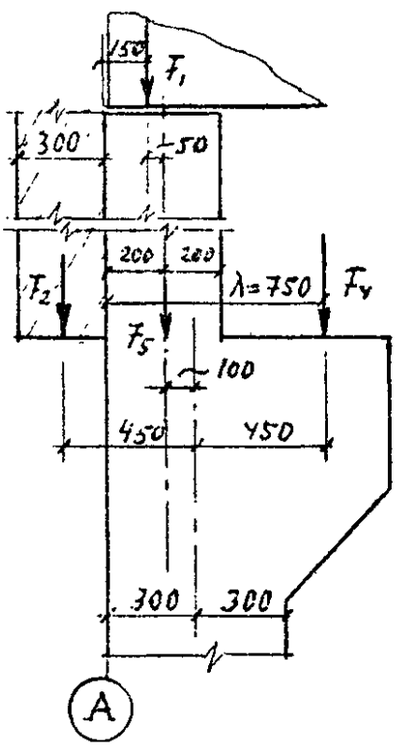


Рис.9. К определению эксцентриситетов продольных сил в колоннах

В подкрановой части кроме F_1, приложенной с эксцентриситетом $e = \left(h_H - h_b\right)/2 = 0{,}1$ м, действуют: расчетная нагрузка от стеновых панелей толщиной 30 см $F_2 = 90{,}7$ кН с $e_2 = 0{,}3/2 + 0{,}6/2 = 0{,}45$ м; расчетная нагрузка от подкрановых балок $F_4 = 43{,}9$ кН с $e_4 = 0{,}45$ м; расчетная нагрузка от надкрановой части колонны $F_5 = 15{,}9$ кН с $e_5 = 0{,}1$ м.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Суммарное значение момента M_2.

$M_2 = -174 \cdot 0{,}1 - 90{,}7 \cdot 0{,}45 + 43{,}9 \cdot 0{,}45 - 15{,}9 \cdot 0{,}1 = -40{,}05$ кН·м.

Реакция верхнего конца левой колонны по оси А

$$R_1 = \frac{-3M_2\left(1-\alpha^2\right)-3M_1\left(1+K/\alpha\right)}{2H\left(1+K\right)} = \frac{3\cdot 40{,}05\left(1-{-0{,}338}^2\right)+3\cdot 8{,}7\left(1+0{,}09/0{,}338\right)}{2\cdot 10{,}95\cdot\left(1+0{,}09\right)} = 5{,}84$$

кН.

Согласно принятому правилу знаков, реакция, направленная слева направо, положительная.

Реакция в колонне по оси Б равна $R_2 = -5{,}84$ кН.

Суммарная реакция в основной системе $R_{1p} = \sum R_i = 5{,}84 - 5{,}84 = 0$; $\Delta_1 = R_{1p}/r_{11} = 0$.

Упругая реакция левой колонны $R_e = R_1 + \Delta_1 R_\Delta = 5{,}84$ кН.

Изгибающие моменты в сечениях колоны (рис.5, табл.9, 10):

$M_I = -8{,}7$ кН·м;

$M_{II} = M_I + R_1 \cdot H_B = -8{,}7 + 5{,}84 \cdot 3{,}8 = 13{,}49$ кН·м;

$M_{III} = M_{II} + M_2 = 13{,}49 - 40{,}05 = -26{,}56$ кН·м;

$M_{IV} = M_1 + M_2 + R_e \cdot H = -8{,}7 - 40{,}05 + 5{,}84 \cdot 10{,}95 = 15{,}2$ кН·м.

Эпюры изгибающих моментов см. в табл.9.

Продольные силы:

$N_I = 174$ кН;

$N_{II} = 174 + 15{,}9 = 189{,}9$ кН;

$N_{III} = 189{,}9 + 90{,}7 + 43{,}9 = 324{,}5$ кН;

$N_{IV} = 324{,}5 + 44{,}8 = 369{,}3$ кН.

Поперечная сила $Q = -R_e = -5{,}84$ кН.

Проверка $Q = (8{,}7 + 13{,}49)/3{,}8 = (26{,}56 + 15{,}2)/7{,}15 = 5{,}84$ кН.

2. *Усилия от снеговой нагрузки:*

$S_1 = 71{,}8$ кН $\quad M_1 = -71{,}8 \cdot 0{,}05 = -3{,}59$ кН·м;

$M_2 = -71{,}8 \cdot 0{,}1 = -7{,}18$ кН·м.

Упругая реакция верха колонны:

$$R_e = R_1 = \frac{3\cdot 7{,}18\left(1-0{,}338^2\right)+3\cdot 3{,}59\left(1+0{,}09/0{,}338\right)}{2\cdot 10{,}95\left(1+0{,}09\right)} = 1{,}37 \text{ кН.}$$

$M_I = -3{,}59$ кН·м;

$M_{II} = -3{,}59 + 1{,}37 \cdot 3{,}8 = 1{,}616$ кН·м;

$M_{III} = -7{,}18 + 1{,}616 = -5{,}564$ кН·м;

$M_{IV} = -3{,}59 - 7{,}18 + 1{,}37 \cdot 10{,}95 = 4{,}23$ кН·м.

Продольные силы

$N = S_1 = 71{,}8$ кН.

Поперечная сила $Q = -R_e = -1{,}37$ кН.

Проверка $Q = (3{,}59 + 1{,}616)/3{,}8 = (5{,}564 + 4{,}231)/7{,}15 = 1{,}37$ кН.

Усилия от вертикальной крановой нагрузки.

Рассматриваем загружение: $M_{\max}$ - на левой колонне; $M_{\min}$ - на правой колонне

$M_{\max} = Д_{\max} \cdot e_4 = 337{,}8 \cdot 0{,}45 = 152$ кН·м.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Реакция верха левой колонны

$$R_1 = \frac{-3M_{\max}\left(1-\alpha^2\right)}{2H\left(1+K\right)} = \frac{3\cdot 152\left(1-0{,}338^2\right)}{2\cdot 10{,}95\left(1+0{,}09\right)} = -16{,}8 \text{ кН.}$$

$$M_{\min} = Д_{\min}\cdot e_4 = -77{,}9\cdot 0{,}45 = -35 \text{ кН·м.}$$

Реакция верха правой колонны

$$R_2 = -R_1 Д_{\min}/Д_{\max} = 16{,}8\cdot 77{,}9/337{,}8 = 3{,}87 \text{ кН.}$$

Суммарная реакция в основной системе

$$R_{1p} = \sum R = -16{,}8 + 3{,}87 = -12{,}93 \text{ кН.}$$

Горизонтальное перемещение

$\Delta_1 = -R_{1p}/C_{\dim}\cdot r_{11} = 12{,}93/\left(4\cdot 3{,}02\cdot 10^{-3}\cdot E_b\right) = 1070/E_e$, где $C_{\dim} = 4{,}0$ при шаге колонн 6 м.

Упругая реакция левой колонны

$$R_{e1} = R_1 + \Delta_1\cdot R_\Delta = -16{,}8 + 1070\cdot 1{,}51\cdot 10^{-3} = -15{,}2 \text{ кН.}$$

То же, правой колонны, которая является зеркальным отображением левой.

$$R_{e2} = 3{,}87 + 1070\cdot 1{,}51\cdot 10^{-3} = 5{,}49 \text{ кН.}$$

Изгибающие моменты в расчетных сечениях левой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = R_{e1}\cdot H_B = -15{,}2\cdot 3{,}8 = -57{,}76$ кН·м;

$M_{III} = R_{e1}\cdot H_B + M_{\max} = -57{,}76 + 152 = 94{,}24$ кН·м;

$M_{iV} = R_{e1}\cdot H + M_{\max} = -15{,}2\cdot 10{,}95 + 152 = -14{,}44$ кН·м;

$N = Д_{\max} = 337{,}8$ кН $\quad Q = 15{,}2$ кН.

Проверка $Q = (94{,}24 + 14{,}44)/7{,}15 = 15{,}2$ кН.

Изгибающие моменты в расчетных сечениях правой колонны:

$M_1 = 0$;

$M_{II} = 5{,}49\cdot 3{,}8 = 20{,}86$ кН·м;

$M_{III} = 20{,}86 - 35 = -14{,}14$ кН·м;

$M_{IV} = 5{,}49\cdot 10{,}95 - 35 = 25{,}1$ кН·м.

При $M_{\max}$ на правой колонне в сечениях левой колонны знаки моментов меняются на обратные:

$M_{II} = -20{,}86$ кН·м;

$M_{III} = 14{,}14$ кН·м;

$M_{iV} = -25{,}1$ кН·м.

$N = Д_{\min} = 77{,}9$ кН; $\quad Q = 5{,}49$ кН.

Проверка $Q = (14{,}14 + 25{,}1)/7{,}15 = 5{,}49$ кН.

Усилия от поперечного торможения кранов

Горизонтальная тормозная сила H передается на колонну через подкрановую балку на высоте $H = 7{,}15 + 1{,}0 = 8{,}15$ м от уровня заделки колонны в фундамент и на расстоянии 2,8 м от низа фермы.

Сила $H = 12{,}3$ кН приложена к левой колонне

$$R = \pm\frac{H\left(1-\alpha\right)}{1+K} = \pm\frac{12{,}3\left(1-0{,}338\right)}{1+0{,}09} = \pm 7{,}47 \text{ кН;}$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$\Delta_1 = \mp\frac{7{,}47}{4 \cdot 3{,}02 \cdot 10^{-3} E_b} = \mp\frac{618}{E_b}.$$

Δ_1 - определяется с учетом пространственной работы каркаса.

Упругая реакция левой колонны:

$$R_{e_1} = \pm 7{,}47 \mp 618 \cdot 1{,}51 \cdot 10^{-3} = \pm 6{,}54 \text{ кН.}$$

Изгибающие моменты в сечениях левой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = \pm 6{,}54 \cdot 3{,}8 \mp 12{,}3 \cdot 1{,}0 = \pm 12{,}55$ кН·м;

$M_{IV} = \pm 6{,}54 \cdot 10{,}95 \mp 12{,}3 \cdot 8{,}15 = \mp 28{,}63$ кН·м;

$M_V = \pm 6{,}54 \cdot 2{,}8 = \pm 18{,}3$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = \pm 12{,}3 \mp 6{,}54 = \pm 5{,}76$ кН.

Проверка $Q = (\pm 12{,}55 \pm 28{,}63)/7{,}15 = \pm 5{,}76$ кН.

Упругая реакция правой колонны:

$$R_{e_2} = \pm 618 \cdot 1{,}51 \cdot 10^{-3} = \pm 0{,}93 \text{ кН.}$$

Изгибающие моменты в сечениях правой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = \pm 0{,}93 \cdot 3{,}8 = \pm 3{,}53$ кН·м;

$M_{IV} = \pm 0{,}93 \cdot 10{,}95 = \pm 10{,}2$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = \mp R_{e_2} = \mp 0{,}93$ кН.

Усилия от ветровой нагрузки

Давление ветра слева направо.

$$R_1 = \frac{-3 \cdot V_1 \cdot H(1 + \alpha K)}{8(1 + K)} = \frac{-3 \cdot 0{,}98 \cdot 10{,}95(1 + 0{,}338 \cdot 0{,}09)}{8(1 + 0{,}09)} = -3{,}8 \text{ кН;}$$

$$R_2 = \frac{-3 \cdot 0{,}61 \cdot 10{,}95(1 + 0{,}338 \cdot 0{,}09)}{8(1 + 0{,}09)} = -2{,}37 \text{ кН;}$$

$R_{12} = W = -7{,}9$ кН;

$\sum R = R_{1p} = -3{,}8 - 2{,}37 - 7{,}9 = -14{,}07$ кН;

$$\Delta_1 = -\frac{R_{1p}}{r_{11}} = -\frac{-14{,}07}{3{,}02 \cdot 10^{-3} E_b} = \frac{4660}{E_b};$$

$R_{e_1} = R_1 + \Delta_1 R_\Delta = -3{,}8 + 4660 \cdot 1{,}51 \cdot 10^{-3} = 3{,}24$ кН;

$R_{e_2} = R_2 + \Delta_1 R_\Delta = -2{,}37 + 4660 \cdot 1{,}51 \cdot 10^{-3} = 4{,}66$ кН.

Изгибающие моменты в сечениях левой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = 3{,}24 \cdot 3{,}8 + 0{,}5 \cdot 0{,}98 \cdot 3{,}8^2 = 19{,}37$ кН·м;

$M_{IV} = 3{,}24 \cdot 10{,}95 + 0{,}5 \cdot 0{,}98 \cdot 10{,}95^2 = 94{,}23$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = R_{e_1} + V_1 \cdot H = -3{,}24 - 0{,}98 \cdot 10{,}95 = -13{,}97$ кН.

То же, в сечениях правой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = -4{,}66 \cdot 3{,}8 - 0{,}5 \cdot 0{,}61 \cdot 3{,}8^2 = -22{,}11$ кН·м;

$M_{IV} = -4{,}66 \cdot 10{,}95 - 0{,}5 \cdot 0{,}61 \cdot 10{,}95^2 = -87{,}6$ кН·м;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$N = 0$; $Q = 4{,}66 + 0{,}61 \cdot 10{,}95 = 11{,}34$ кН.

При действии ветра справа налево эпюра моментов зеркальна.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

Нажмите на мессенджер, чтобы написать

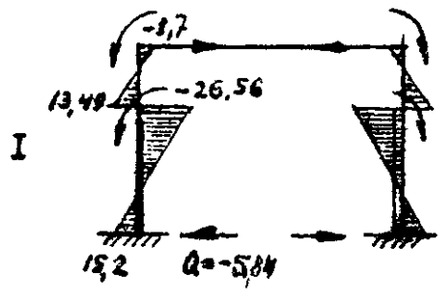
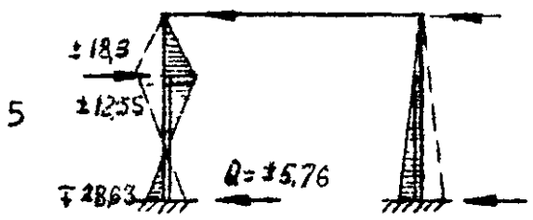
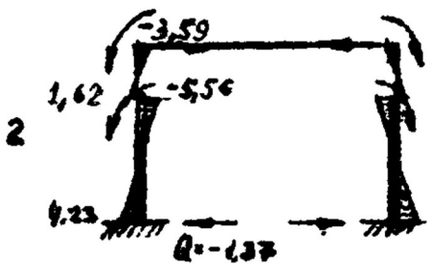
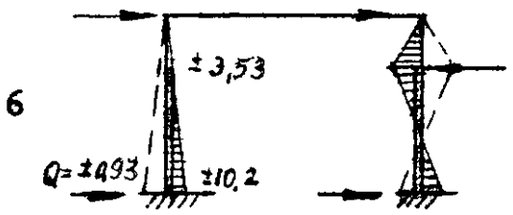
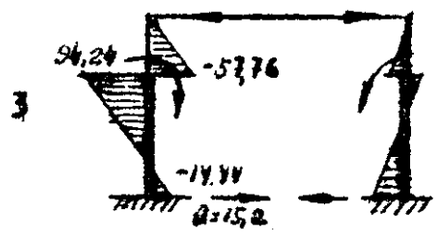
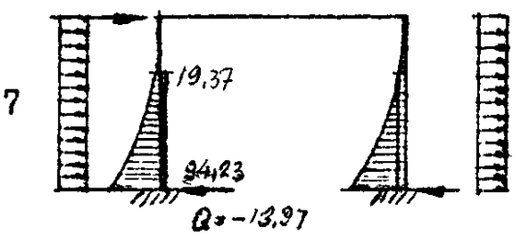
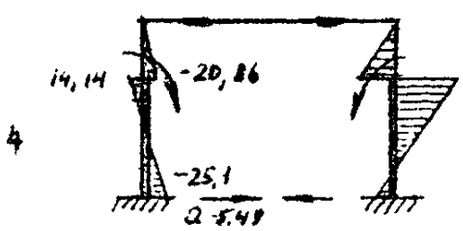
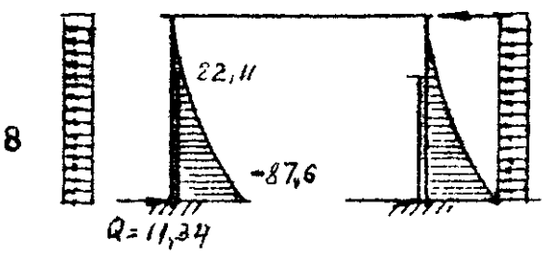
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер

disynergy.ru

Таблица 9

Эпюры моментов в колонне от различных нагрузок

 Постоянная	 Крановая H на левой колонне
 Снеговая	 Крановая H на правой колонне
 Крановая M_{max} на левой колонне	 Ветровая слева
 Крановая M_{max} на правой колонне	 Ветровая справа

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 10

Комбинация нагрузок и расчетные усилия в сечениях левой колонны

№ п.п.	Нагрузка	Номер загружения	Коэффициент сочетаний	Сечение колонны							
				II-II		III-III		IV-IV			
				M	N	M	N	M	N	Q
1	Постоянная	1	1	13,49	189,9	-26,56	324,5	15,2	369,3	-5,84
2	Снеговая	2 3	1 0,9	1,62 1,46	71,8 64,6	-5,56 -5,0	71,8 64,6	4,23 3,8	71,8 64,6	-1,37 -1,23
3	Крановая (M_{max} на левой колонне)	4 5	1 0,9	-57,76 -52,0	0 0	94,24 84,8	337,8 304	-14,44 -13,0	337,8 304	15,2 13,7
4	Крановая (M_{max} на правой колонне)	6 7	1 0,9	-20,86 -18,77	0 0	14,14 12,72	77,9 70,1	-25,1 -22,6	77,9 70,1	5,49 4,94
5	Крановая Н на левой колонне	8 9	1 0,9	±12,55 ±11,29	0 0	12,55 ±11,29	0 0	28,63 25,77	0	±5,76 ±5,18
6	Крановая Н на правой колонне	10 11	1 0,9	±3,53 ±3,18	0 0	±3,53 ±3,18	0 0	±10,2 ±9,18	0 0	0,93 0,84
7	Ветровая слева	12 13	1 0,9	19,37 17,43	0 0	19,37 17,43	0 0	94,23 84,81	0 0	-13,97 -12,57
8	Ветровая справа	14 15	1 0,9	-22,11 -19,9	0 0	-22,11 -19,9	0 0	-87,6 -78,84	0 0	+11,34 +10,2

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение табл.10

Основное сочетание нагрузок с учетом крановых и ветровой	M_{max}	1, 3, 13		1, 5, 9, 13		1, 3, 5, 9, 13		1, 7, 9, 15		1, 3, 5, 9, 13		
	$N_{соотв}$	32,38	254,5	86,96	628,5	116,58	737,9	-11,12				
	$Q_{соотв}$											
	M_{min}	1, 5, 9, 15		1, 3, 15		1, 7, 9, 15						
	$N_{соотв}$	-69,7	189,9	- 51,46	389,1	-112,01	439,4	14,48				
	$Q_{соотв}$											
	N_{max}	1, 3, 13		1, 3, 5, 9, 13		1, 3, 5, 9, 13						
	$M_{соотв}$	32,38	254,5	81,96	693,1	116,58	737,9	-11,12				
	$Q_{соотв}$											
То же, без учета крановых и ветровой		1, 2		1, 2		1, 2						
		15,11	261,7	- 32,12	396,3	19,43	441,1	-7,21				

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

4. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КОЛОННЫ ПО ОСИ А (ШАГ КОЛОНН 6 м)

Необходимое количество арматуры со стороны сжатой и растянутой зон вычисляется по усилиям для сочетаний $M_{\max}$ и соответствующие N_c, Q_c, и $M_{\min}$ и соответствующие N_c, Q_c. Окончательно принимаем большую величину A_s.

Данные для расчета сечений.

Бетон тяжелый В15, подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении, $R_b = 8{,}5$ МПа; $E_b = 20{,}5 \cdot 10^3$ МПа. Арматура класса А-III, $d > 10$ мм, $R_s = R_{sc} = 365$ МПа, $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Расчет арматуры в надкрановой части колонны на уровне верха консоли

(сечение II-II)

Сечение колонны $b \times h = 40 \times 40$ см при $a = a' = 4$ см, полезная высота сечения $h_0 = 40 - 4 = 36$ см.

Комбинация расчетных усилий (см. в табл.10 МУ).

Первая комбинация $M_{\max} = 32{,}38$ кН·м; $N_c = 254{,}5$ кН.

Вторая комбинация $M_{\min} = -69{,}7$ кН·м; $N_c = 189{,}9$ кН.

Третья такая же, как первая.

Усилия от продолжительного действия нагрузки (загружение №1 табл.10 МУ) $M_l = 13{,}49$ кН·м; $N_l = 189{,}9$ кН.

Расчетная длина надкрановой части колонны при учете крановой нагрузки $l_0 = 2H_b = 2 \cdot 3{,}8 = 7{,}6$ м. Гибкость $\lambda = l_0/i = 760/11{,}5 = 66 > 14$, где $i = \sqrt{h^2/12} = \sqrt{40^2/12} = 11{,}5$ см.

Следовательно, необходимо учесть влияние прогиба элемента на величину эксцентриситета продольной силы.

1. Расчет на первую комбинацию усилий: $M_{\max} = 32{,}38$ кН·м; $N_c = 254{,}5$ кН; $e_0 = M/N = 32{,}38/254{,}5 = 0{,}127$ м $= 12{,}7$ см.

Определяем случайный эксцентриситет из следующих условий: $e_a \geq (1/30)h = 40/30 = 1{,}33$ см; $e_a \geq (1/600)l_0 = 760/600 = 1{,}27$ см, $e_a \geq 1$ см.

Принимаем $e_a = 1{,}33$ см.

Расчетный эксцентриситет $e_0 = M/N + e_a = 32{,}38/254{,}5 + 1{,}33 = 12{,}7 + 1{,}33 = 14{,}03$ см.

Условная критическая сила

$$N_{cr} = (6{,}4 E_b / l_0^2)\{(I/\varphi_l)[0{,}11/(0{,}1 + \delta_e) + 0{,}1] + \alpha I_s\} = [$$
$$\cdot \{213 \cdot 10^3 / 1{,}6[0{,}11/(0{,}1 + 0{,}351) + 0{,}1] + 9{,}75 \cdot 1843{,}2\} =$$

где $I = bh^3/12 = 40 \cdot 40^3/12 = 213 \cdot 10^3$ см^4;

$$\delta_e = e_0/h = 0{,}1403/0{,}40 = 0{,}351 > \delta_{e,\min} = 0{,}5 - 0{,}01(l_0/h) - 0{,}01R_b \cdot \gamma_{b2} = 0{,}5 - 0{,}01(760/40) -$$
$$- 0{,}01 \cdot 8{,}5 \cdot 1{,}1 = 0{,}5 - 0{,}19 - 0{,}09 = 0{,}22.$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Принимаем $\delta_e = 0{,}351$; здесь $\gamma_{b2} = 1{,}1$.

$\varphi_l = 1 + \beta \cdot M_{1l}/M_1 = 1 + 1 \cdot 43{,}87/73{,}1 = 1{,}6$; $\beta = 1{,}0$ (тяжелый бетон)

$M_{1l} = M_l + N_l\left(h/2 - a'\right) = 13{,}49 + 189{,}9\left(0{,}4/2 - 0{,}04\right) = 43{,}87$ кН·м;

$M_1 = M_{\max} + N_c\left(h/2 - a\right) = 32{,}38 + 254{,}5 \cdot 0{,}16 = 73{,}1$ кН·м;

$\alpha = E_s/E_b = 2{,}0 \cdot 10^5/0{,}205 \cdot 10^5 = 9{,}75$.

Принимаем предварительно коэффициент армирования $\mu = 0{,}005$.

$I_s = \left(A_s + A_s'\right) \cdot \left(h/2 - a\right)^2 = \mu \cdot bh_0\left(h/2 - a\right)^2 = 0{,}005 \cdot 40 \cdot 36 \cdot \left(20 - 4\right)^2 = 1843{,}2$ см^4.

Коэффициент $\eta = 1/\left(1 - N/N_{cr}\right) = 1/\left(1 - 254{,}5/1448\right) = 1{,}2$.

Расстояние $e = e_0 \cdot \eta + 0{,}5h - a = 14{,}03 \cdot 1{,}2 + 0{,}5 \cdot 40 - 4 = 16{,}83 + 16 = 32{,}83$ см.

Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона

$\xi_R = \omega/\left[1 + \sigma_{sR}/\sigma_{sc,u} \cdot \left(1 - \omega/1{,}1\right)\right] = 0{,}775/\left[1 + 365/400\left(1 - 0{,}775/1{,}1\right)\right] = 0{,}611$,

где $\omega = 0{,}85 - 0{,}008R_b\gamma_{b2} = 0{,}85 - 0{,}008 \cdot 8{,}5 \cdot 1{,}1 = 0{,}775$;

здесь $\gamma_{b2} = 1{,}1$; $\sigma_{sR} = R_s = 365$ МПа, $\sigma_{sc,u} = 400$ МПа.

По табл. прил.3 при $\xi_R = 0{,}611$ находим $A_R = 0{,}424$.

Затем вычисляем площадь сечения сжатой арматуры

$A_s' = (\gamma_n N \cdot e - A_R \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b b h_0^2)/R_{sc}(h_0 - a') = (0{,}95 \cdot 254500 \cdot 32,$
$/365(100)(36 - 4) = (8350000 - 20550000)/1168000 = -10{,}44$ с

Сечение A_s' назначаем по конструктивным соображениям:

$A_s' = 0{,}002 \cdot b \cdot h_0 = 0{,}002 \cdot 40 \cdot 36 = 2{,}88$ см².

Принимаем 2ø16А-III, $A_s = 4{,}02$ см^2 (см. прил. 4) (ø16А- III - минимальный диаметр рабочей арматуры сборных ж.б. колонн). При принятом сечении A_s' значение A_o:

$A_o = [\gamma_n Ne - R_{sc}A_s'(h_o - a')]/R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_o^2 = [0{,}95 \cdot 254500 \cdot 32{,}83 - 36$
$/8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 40 \cdot 36^2 = 0{,}0754; \zeta = 0{,}96; \xi = 0{,}08.$

Площадь сечения растянутой арматуры:

$A_s = (R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot \xi\, b\, h_o - \gamma_n N)/R_s + A_s' = [8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}08 \cdot 40 \cdot 36 - 0{,}95 \cdot 254500]/365(100) +$
$+ 4{,}02 = -4{,}02 + 4{,}02 = 0.$

Сечение A_s также назначаем конструктивно, принимая $A_s = A_s' = 4{,}02$ см^2 (2ø16А-III).

Полученный коэффициент армирования

$\mu = (A_s + A_s')/b\,\text{h} = 2 \cdot 4{,}02/40 \times 40 = 0{,}005$, что соответствует предварительно принятому $\mu = 0{,}005$.

2. Расчет на вторую комбинацию усилий: $M_{\min} = -69{,}7$ кН·м, $N_c = 189{,}9$ кН.

$e_o = 6970/189{,}9 + 1{,}33 = 36{,}7 + 1{,}33 = 38{,}0$ см;

$\delta_e = 38/40 = 0{,}95 > \delta_{e,\min} = 0{,}22$, принимаем $\delta_e = 0{,}95$;

$\varphi_l = 1 + 1 \cdot 43{,}87/100 = 1{,}44$;

$M_1 = M_{\max} + N_c(h/2 - a) = 69{,}7 + 189{,}9 \cdot 0{,}16 = 100{,}0$ кН·м;

$N_{cr} = \left[6{,}4 \cdot 20500(100)/760^2\right]\left\{213 \cdot 10^3/1{,}44\left[0{,}11/(0{,}1 + 0{,}95) + 0{,}1\right] + 18{,}0 \cdot 10^3\right\} = 11{,}0 \cdot 10^5$ Н =
$= 1100$ кН;

$\eta = 1/(1 - 189{,}9/1100) = 1{,}2$;

$e = 38{,}0 \cdot 1{,}2 + 0{,}5 \cdot 40 - 4 = 45{,}6 + 20 - 4 = 61{,}6$ см;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$A_s' = \left[0{,}95 \cdot 189900 \cdot 61{,}6 - 0{,}424 \cdot 1{,}1 \cdot 8{,}5(100) \cdot 40 \cdot 36^2\right] / 365(100)(36-4) =$

$= (11698000 - 20551000)/1168000 = -8853000/1168000 = -7{,}6 \text{ см}^2 < 0.$

Принимаем по конструктивным соображениям 2ø16А-III, $A_s' = 4{,}02$ см²;

$A_0 = \left[0{,}95 \cdot 189900 \cdot 61{,}6 - 365(100) \cdot 4{,}02 \cdot (36-4)\right] / \left[8{,}5 \cdot (100) \cdot 1{,}1 \cdot 40 \cdot 36^2\right] = 0{,}144$;

$\xi = 0{,}156$;

$A_s = \left[8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}156 \cdot 40 \cdot 36 - 0{,}95 \cdot 189900\right] / 365(100) + 4{,}02 = 0{,}55 + 4{,}02 = 4{,}57$ см².

Принимаем 2ø18А-III $A_s = 5{,}09$ см².

$\mu = (4{,}02 + 5{,}09)/40 \cdot 40 = 0{,}0057$, что близко к ранее принятому $\mu = 0{,}005$.

Проверка надкрановой части колонны в плоскости, перпендикулярной к плоскости изгиба.

Расчетная длина $l_0' = 1{,}5 \cdot H_b = 1{,}5 \cdot 3{,}8 = 5{,}7$ м; радиус инерции сечения $i = \sqrt{40^2/12} = 11{,}5$ см; $\lambda = l_0'/i = 570/11{,}5 = 49{,}8$, т.к. $\lambda = 49{,}8 < l_0/i = 66$, то расчет из плоскости изгиба не производим.

Расчет арматуры в подкрановой части колонны на уровне заделки в фундамент (сечение IV-IV)

Сечение колонны $b \times h = 40 \times 60$ см; $h_0 = 56$ см; $a = a' = 4$см.

Комбинация расчетных усилий:

первая $M_{\max} = 116{,}58$ кН·м; $N_c = 737{,}9$ кН; $Q_c = -11{,}12$ кН.

вторая $M_{\min} = -112{,}0$ кН·м; $N_c = 439{,}4$ кН; $Q_c = 14{,}48$ кН.

Усилия от продолжительного действия нагрузки: $M_l = 15{,}2$ кН·м; $N_l = 369{,}3$ кН; $Q_l = -5{,}84$ кН.

Расчетная длина подкрановой части колонны $l_0 = 1{,}5 \cdot H_H = 1{,}5 \cdot 7{,}15 = 10{,}725$ м; гибкость $\lambda = l_0/i = 1072{,}5/17{,}3 = 62 > 14$, где $i = \sqrt{h^2/12} = \sqrt{60^2/12} = 17{,}3$ см.

Необходимость учесть влияние прогиба элемента на его прочность.

Дальнейший расчет ведем по аналогии с расчетом надкрановой части колонны.

1.*Расчет на первую комбинацию усилий:* $M_{\max} = 116{,}58$ кН·м; $N_c = 737{,}9$ кН.

Случайный эксцентриситет: $e_a = h/30 = 60/30 = 2$ см; $e_a = l_0/600 = 1072{,}5/600 = 1{,}78$ см и не менее 1 см; принимаем $e_a = 2$ см.

Расчетный эксцентриситет: $e_0 = M/N + e_a = 11658/737{,}9 + 2 = 15{,}8 + 2 = 17{,}8$ см; $I = bh^3/12 = 40 \cdot 60^3/12 = 720 \cdot 10^3$ см⁴; $\delta_e = e_0/h = 0{,}178/0{,}60 = 0{,}297 >$

$\delta_{e,\min} = 0{,}5 - 0{,}01(l_0/h) - 0{,}01 R_b \gamma_{b2} = 0{,}5 - 0{,}01(1072{,}5/60) - 0{,}01 \cdot 8{,}5 \cdot 1{,}1 = 0{,}5 - 0{,}178 - 0{,}093 =$

$= 0{,}229.$

Принимаем $\delta_e = 0{,}297$

$\varphi_l = 1 + 1 \cdot M_{1l}/M_1 = 1 + 1 \cdot 111{,}2/308{,}4 = 1 + 0{,}36 = 1{,}36$;

$M_{1l} = M_l + N_l(h/2 - a') = 15{,}2 + 369{,}3(0{,}6/2 - 0{,}04) = 111{,}2$ кН·м;

$M_1 = M_{\max} + N_c(h/2 - a) = 116{,}58 + 737{,}9 \cdot 0{,}26 = 308{,}4$ кН·м.

Принимаем предварительно коэффициент $\mu = 0{,}007$

$I_s = \mu \cdot b \cdot h_0 (h/2 - a)^2 = 0{,}007 \cdot 40 \cdot 56(30-4)^2 = 10600$ см⁴; $\alpha = E_s/E_b = 9{,}75$;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$N_{cr} = \left[6{,}4 \cdot 20500\,(100)/1072{,}5^2\right]\{(720 \cdot 10^3/1{,}36) \cdot [0{,}11/(0{,}1 + 0{,}297) + 0{,}1] + 103{,}35 \cdot 10^3\} =$$
$$= 34{,}5 \cdot 10^5\,\text{Н} = 3450\ \text{кН};$$
$$\eta = 1/(1 - 737{,}9/3450) = 1{,}27;$$
$$e = e_0\eta + 0{,}5h - a = 17{,}8 \cdot 1{,}27 + 30 - 4 = 48{,}6\ \text{см};$$
$$\xi_R = 0{,}611;\ A_R = 0{,}424;$$

$A'_s = [0{,}95 \cdot 737900 \cdot 48{,}6 - 0{,}424 \cdot 1{,}1 \cdot 8{,}5(100) \cdot 40 \cdot 56^2]/365(100)(56 - 4) = -13867$
$/1898000 = -7{,}3\ \text{см}^2 < 0;$

Назначаем A'_s по конструктивным соображениям:

$A'_s = 0{,}002bh_0 = 0{,}002 \cdot 40 \cdot 56 = 4{,}48\ \text{см}^2$.

Принимаем 2ø18А-III, $A_s = 5{,}09\ \text{см}^2$.

$$A_0 = [0{,}95 \cdot 737900 \cdot 48{,}6 - 365 \cdot (100) \cdot 5{,}09 \cdot (56 - 4)]/8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 40 \cdot 56^2 =$$
$$= 26200000/117286000 = 0{,}22;$$
$$\zeta = 0{,}875;\quad \xi = 0{,}25;$$
$$A_s = [8{,}5 \cdot (100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}25 \cdot 40 \cdot 56 - 0{,}95 \cdot 737900]/365(100) + 5{,}09 = -5{,}87 + 5{,}09 < 0.$$

Сечение A_s также назначаем конструктивно, принимая $A_s = A'_s = 5{,}09\ \text{см}^2$ (2ø18А-III).

2. *Расчет на вторую комбинацию усилий*: $M_{\min} = -112{,}0\ \text{кН} \cdot \text{м}$; $N_c = 439{,}4\ \text{кН}$;

$$e_0 = 11200/439{,}4 + 2 = 25{,}5 + 2 = 27{,}5\ \text{см};$$
$$\delta_e = 27{,}5/60 = 0{,}46 > \delta_{e,\min} = 0{,}229.$$

Принимаем $\delta_e = 0{,}46$;

$$\varphi_l = 1 + 1 \cdot (M_{1l}/M_1) = 1 + 1 \cdot 111{,}2/226{,}2 = 1{,}49;$$
$$M_{1l} = 111{,}2\ \text{кН} \cdot \text{м};$$
$$M_1 = 112 + 439{,}4 \cdot 0{,}26 = 226{,}2\ \text{кН} \cdot \text{м};$$
$$I_s = 10600\ \text{см}^4;\quad \alpha = 9{,}75;$$
$$N_{cr} = [6{,}4 \cdot 20500(100)]/1072{,}5^2\{720 \cdot 10^3/1{,}49[0{,}11/(0{,}1 + 0{,}46) + 0{,}1] + 103{,}35 \cdot 10^3\} =$$
$$= 28{,}1 \cdot 10^5\ \text{Н} = 2810\ \text{кН}$$
$$\eta = 1/(1 - 439{,}4/2810) = 1{,}18;$$
$$e = e_0\eta + 0{,}5h - a = 27{,}5 \cdot 1{,}18 + 30 - 4 = 32{,}45 + 30 - 4 = 58{,}45\ \text{см};$$
$$\xi_R = 0{,}611;\ A_R = 0{,}424;$$
$$A'_s = [0{,}95 \cdot 439400 \cdot 58{,}45 - 0{,}424 \cdot 1{,}1 \cdot 8{,}5(100) \cdot 40 \cdot 56^2]/365(100)(56 - 4) =$$
$$= 24046500/1898000 = -12{,}67\ \text{см}^2 < 0.$$

По конструктивным соображениям $A'_s = 0{,}002bh_0 = 4{,}48\ \text{см}^2$.

Принимаем $A'_s = 5{,}09\ \text{см}^2$ (2ø18А-III)

$$A_0 = [0{,}95 \cdot 439400 \cdot 58{,}45 - 365(100) \cdot 5{,}09 \cdot (56 - 4)]/8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 40 \cdot 56^2 = 0{,}137;$$
$$\zeta = 0{,}925;\quad \xi = 0{,}15;$$
$$A_s = [8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}15 \cdot 40 \cdot 56 - 0{,}95 \cdot 439400]/365(100) + 5{,}09 = -3{,}43 + 5{,}09 = 1{,}66\ \text{см}^2.$$

Сечение арматуры $A_s = A'_s = 5{,}09\ \text{см}^2$ (2ø18А-III).

Коэффициент армирования: $\mu = A_s + A'_s/bh = 0{,}0042$, что отличается от ранее принятого $\mu = 0{,}007$. Требуется пересчет.

Принимаем $\mu = 0{,}004$

$$I_s = 0{,}004 \cdot 40 \cdot 56(60/2 - 4)^2 = 6057\ \text{см}^4;$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$N_{cr} = 6{,}4 \cdot 20500(100)/\left(1072{,}5^2 \cdot \left\{(720 \cdot 10^3/1{,}49)[0{,}11/(0{,}1+0{,}46)+0{,}1]+9{,}75 \cdot 6057\right\}\right) =$$

$$= 23{,}15 \cdot 10^5 \text{ Н} = 2315 \text{ кН}.$$

$$\eta = 1/(1-439{,}4/2315) = 1{,}23;$$

$$e = e_0 \cdot \eta + 0{,}5h - a = 27{,}5 \cdot 1{,}23 + 30 - 4 = 59{,}8 \text{ см};$$

$$\xi_R = 0{,}611; \quad A_R = 0{,}424;$$

$$A'_s = \left[0{,}95 \cdot 439400 \cdot 59{,}8 - 0{,}424 \cdot 1{,}1 \cdot 8{,}5(100) \cdot 40 \cdot 56^2\right]/365(100)(56-4) =$$

$$= \text{-}12{,}36 \text{ см}^2 < 0.$$

Принимаем $A'_s = 5{,}09$ см² (2ø18А-III)

$$A_0 = \left[0{,}95 \cdot 439400 \cdot 59{,}8 - 365(100) \cdot 5{,}09(56-4)\right]/8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 40 \cdot 56^2 = 0{,}142;$$

$$\xi = 0{,}154;$$

$$A_s = \left[8{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}154 \cdot 40 \cdot 56 - 0{,}95 \cdot 439400\right]/365(100) + 5{,}09 = 1{,}89 \text{ см}^2.$$

Сечение арматуры $A_s = A'_s = 5{,}09$ см² (2ø18А-III). Коэффициент армирования $\mu = 0{,}0042$, что близко к ранее принятому $\mu = 0{,}004$.

Окончательно принимаем в сечении надкрановой части колонны у наружной грани 2ø16А-III, у внутренней 2ø18А-III; в сечении подкрановой части колонны у наружной и внутренней грани по 2ø18А-III.

Армирование колонны см. в прил.5.

Спецификация арматуры в чертежах должна быть выполнена по прил.11.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

5. РАСЧЕТ МОНОЛИТНОГО ВНЕЦЕНТРЕННО НАГРУЖЕННОГО ФУНДАМЕНТА ПОД КОЛОННУ (ШАГ КОЛОНН 6 м).

Данные для проектирования

Глубину заложения подошвы принимаем из условия промерзания грунта равной $d = 1{,}35$ м. Обрез фундамента на отметке -0,15 м. Расчетное сопротивление грунта основания $R_0 = 0{,}25$ МПа = 250 кПа; средний удельный вес материала фундамента и грунта на нем $\gamma_m = 20$ кН/м³. Бетон фундамента тяжелый класса В12,5 с расчетными характеристиками при $\gamma_{b2} = 1{,}1$; $R_b = 1{,}1 \cdot 7{,}5 = 8{,}25$ МПа; $R_{bt} = 1{,}1 \cdot 0{,}66 = 0{,}726$ МПа. Под фундаментом предусматривается бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона класса В3,5.

Определение нагрузок и усилий

На фундамент в уровне его обреза (сечение IV-IV) передаются от колонны следующие усилия $M_{\max}$, N_c, Q_c:

расчетные при $\gamma_f > 1$: $M_{\max} = 116{,}58$ кН·м; $N_c = 737{,}9$ кН; $Q_c = -11{,}12$ кН;

нормативные при $\gamma_f = 1$: $M_n = 116{,}58/\gamma_f = 116{,}58/1{,}15 = 101{,}37$ кН·м;

$N_n = 737{,}9/1{,}15 = 641{,}65$ кН; $Q_n = 11{,}2/1{,}15 = 9{,}67$ кН,

где $\gamma_f = 1{,}15$ - усредненный коэффициент надежности по нагрузке.

Расчетная нагрузка от веса части стены ниже отметки $7{,}0$, передающаяся на фундамент: $F_3 = G_w = 32{,}3$ кН; нормативная нагрузка $G_{nw} = 29{,}36$ кН. Эксцентриситет приложения нагрузки от стены $e_w = t_w/2 + h_c/2 = 300/2 + 600/2 = 450$ мм $= 0{,}45$ м, тогда изгибающий момент от веса стены относительно оси фундамента:

при $\gamma_f > 1$ $M_w = G_w \cdot e_w = -32{,}3 \cdot 0{,}45 = -14{,}53$ кН·м;

при $\gamma_f = 1$ $M_{nw} = -14{,}53/1{,}1 = -13{,}2$ кН·м.

Расчетная схема усилий для фундамента показана на рис.10.

Расчетные усилия, действующие относительно оси симметрии подошвы фундамента, без учета массы фундамента и грунта на нем

$M_f = M_{\max} + Q_c \cdot h_f - M_w = 116{,}58 + 11{,}12 \cdot 1{,}2 - 14{,}53 = 115{,}4$ кН·м;

$N_f = N_c + G_w = 737{,}9 + 32{,}3 = 770{,}2$ кН;

то же, нормативные значения усилий

$M_{nf} = 101{,}37 + 9{,}67 \cdot 1{,}2 - 13{,}2 = 99{,}77$ кН·м;

$N_{nf} = 641{,}65 + 29{,}36 = 671{,}01$ кН.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

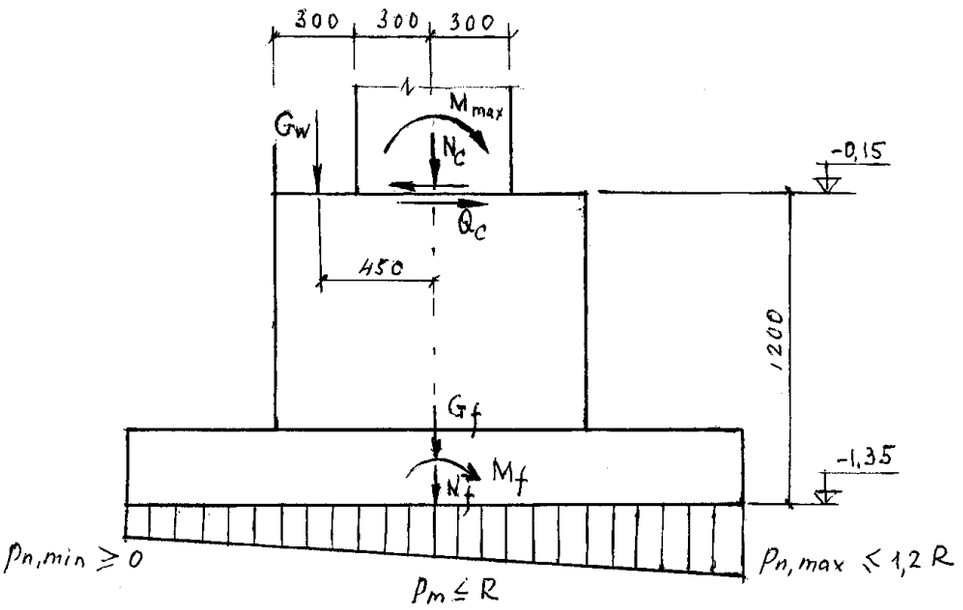


Рис.10. Расчетная схема усилий для фундамента

Определение размеров подошвы фундамента

Примем соотношение сторон $m = b/l = 0{,}8$ и предварительно устанавливаем размер меньшей стороны как для центрально нагруженного фундамента

$$b = \sqrt{\frac{N_n + G_{nw}}{R_0 - \gamma_m \cdot d}} = \sqrt{\frac{641{,}65 + 29{,}36}{250 - 20 \cdot 1{,}35}} = 1{,}73 \text{ м.}$$

Размер большей стороны $l = b/m = 1{,}73/0{,}8 = 2{,}16$ м; принимаем унифицированные размеры $b \times l = 1{,}8 \times 2{,}4$ м; тогда площадь подошвы $A = 1{,}8 \times 2{,}4 = 4{,}32$ м², а момент сопротивления $W = bh^2/6 = 1{,}8 \cdot 2{,}4^2/6 = 1{,}73$ м³.

Проверка давлений под подошвой фундамента

Проверяем наибольшие $p_{n,\max}$, наименьшие $p_{n,\min}$ и средние $p_{n,m}$ давления под подошвой. Принятые размеры подошвы должны обеспечивать выполнение следующих условий:

$$p_{n,\max} \le 1{,}2R_0; \quad p_{n,\min} \ge 0; \quad p_{n,m} \le R_0.$$

Давление на грунт определяем с учетом веса фундамента и грунта на нем по формуле

$$p_n = \frac{N_{nf}}{A} \pm \frac{M_{nf}}{W} + \gamma_m \cdot d,$$

где $N_{nf} = 671{,}01$ кН, $M_{nf} = 99{,}77$ кН·м – усилия на уровне подошвы фундамента от нагрузок с коэффициентом $\gamma_f = 1$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$$p_n = \frac{671{,}01}{4{,}32} \pm \frac{99{,}77}{1{,}73} + 20 \cdot 1{,}35 = 155{,}3 \pm 57{,}6 + 27;$$

$p_{n,\max} = 155{,}3 + 57{,}6 + 27 = 240$ кПа $< 1{,}2R_0 = 1{,}2 \cdot 250 = 300$ кПа;

$p_{n,\min} = 155{,}3 - 57{,}6 + 27 = 124{,}7$ кПа > 0;

$p_{n,m} = 155{,}3 + 27 = 182{,}3$ кПа $< R_0 = 250$ кПа.

Давления p_n не превышают допускаемых, т.е. принятые размеры подошвы фундамента достаточны.

Для расчета фундамента по прочности нужны также величины давления на грунт от расчетных нагрузок при коэффициенте $\gamma_f > 1$, но без учета веса фундамента и грунта на нем.

Вычислим эти давления

$$p = \frac{737{,}9 + 32{,}3}{4{,}32} \pm \frac{116{,}58 + 11{,}12 \cdot 1{,}2 - 14{,}53}{1{,}73} = 178{,}3 \pm 66{,}7;$$

$p_{\max} = 178{,}3 + 66{,}7 = 245$ кПа;

$p_{\min} = 178{,}3 - 66{,}7 = 111{,}6$ кПа;

$p_m = 178{,}3$ кПа.

Определение конфигурации фундамента

Проектируем фундамент с подколонником и ступенчатой плитной частью (рис.11).

Размеры подколонника в плане:

$l_{cf} = h_c + 2t_1 + 2\delta_1 = 600 + 2 \cdot 225 + 2 \cdot 75 = 1200$ мм;

$b_{cf} = b_c + 2t_2 + 2\delta_2 = 400 + 2 \cdot 325 + 2 \cdot 75 = 1200$ мм,

где t_1, t_2 и δ_1, δ_2 - соответственно толщина стенок стакана и зазор между гранью колонны и стенкой стакана в направлении сторон l и b.

Рабочую высоту плитной части фундамента предварительно можно установить из условия продавливания подколонника по формуле

$$h_{0,pl} = -\frac{b_c}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{b_c^2 + \frac{2b(l - h_c) - (b - b_c)^2}{1 + R_{bt}/p_{\max}}},$$

принимая $b_c = b_{cf} = 1{,}2$ м и $h_c = l_{cf} = 1{,}2$ м, получим

$$h_{0,pl} = -\frac{1{,}2}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{1{,}2^2 + \frac{2 \cdot 1{,}8 \cdot (2{,}4 - 1{,}2) - (1{,}8 - 1{,}2)^2}{1 + 726/245}} = -0{,}6 + 0{,}78 = 0{,}18 \text{ м}.$$

По расчету можно принять плитную часть в виде одной ступени высотой $h = 300$ мм, при этом консольный вынос нижней ступени получается меньше оптимального, равного $3h_{01}$

$$0{,}5(l - l_{cf}) = 0{,}5(2{,}4 - 1{,}2) = 0{,}6 < 3 \cdot h_{01} = 3 \cdot 0{,}25 = 0{,}75 \text{ м},$$

где $h_{01} = h_1 - a = 300 - 50 = 250$ мм $= 0{,}25$ м.

Поэтому принимаем плитную часть из одной ступени высотой 300 мм. Тогда консольный вынос ступени составит: $c = 0{,}5(2{,}4 - 1{,}2) = 0{,}6$ м.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Глубина стакана под колонну $h_d = h_c + 50 = 600 + 50 = 650$ мм, размеры дна стакана: $b_h = 400 + 2 \cdot 50 = 500$ мм; $h_h = 600 + 2 \cdot 50 = 700$ мм.

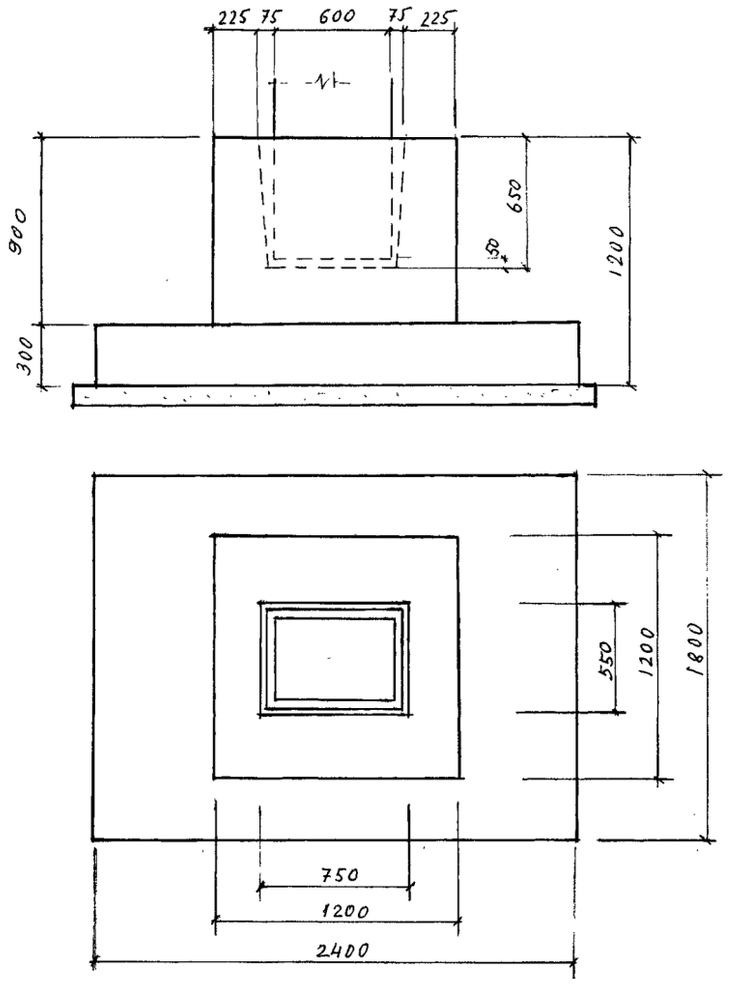


Рис.11. Геометрические размеры фундамента

Проверка высоты нижней ступени

Высота и вынос ступени проверяются на продавливание и поперечную силу. Проверку на продавливание выполняем из условия

$$P \le R_{bt} \cdot b_m \cdot h_{01},$$

где $P = p_{\max} \cdot A_{f0}$ - продавливающая сила;

$b_m = b_1 + h_{01} = 1{,}2 + 0{,}25 = 1{,}45$ м – размер средней линии грани пирамиды продавливания.

При $b - b_1 = 1{,}8 - 1{,}2 = 0{,}6$ м $> 2 \cdot 0{,}25 = 0{,}5$ м площадь $A_{f0} = 0{,}5b(l - l_1 - 2h_{01}) -$

$- 0{,}25(b - b_1 - 2h_{01})^2 = 0{,}5 \cdot 1{,}8 \cdot (2{,}4 - 1{,}2 - 2 \cdot 0{,}25) - 0{,}25(1{,}8 - 1{,}2 - 2 \cdot 0{,}25)^2 = 0{,}63 - 0{,}0025 =$

$= 0{,}6275$ м², тогда продавливающая сила $P = 245 \cdot 0{,}627 = 153{,}6$ кН

$< 726 \cdot 1{,}45 \cdot 0{,}25 = 263{,}2$ кН – продавливание ступени не произойдет.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Выполним проверку по поперечной силе для наклонного сечения, начинающегося от грани подколонника. Длина горизонтальной проекции этого наклонного сечения $c = h_{01} = 0{,}25$ м; поперечная сила, создаваемая реактивным давлением грунта, в конце наклонного сечения

$Q = p_{\max} \cdot (c_1 - h_{01})b = 245 \cdot (0{,}6 - 0{,}25) \cdot 1{,}8 = 154{,}35$ кН.

Минимальное поперечное усилие, воспринимаемое одним бетоном $Q_{b,\min} = 0{,}6 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{01} = 0{,}6 \cdot 726 \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}25 = 196{,}02$ кН.

Так как $Q = 154{,}35$ кН $< Q_{b,\min} = 196{,}02$ кН прочность ступени по поперечной силе достаточна.

Подбор арматуры подошвы

Под действием реактивного давления грунта ступень фундамента работает на изгиб как консоль, защемленная в теле фундамента. Изгибающие моменты определяют в обоих направлениях для сечений по грани уступа и по грани колонны (рис.12).

Площадь сечения рабочей арматуры подошвы определяется по формуле

$$A_{s,f} = \frac{M_{i-i}}{0{,}9 R_s h_{0i}},$$

где M_{i-i} и h_{0i} - момент и рабочая высота в *i*-ом сечении.

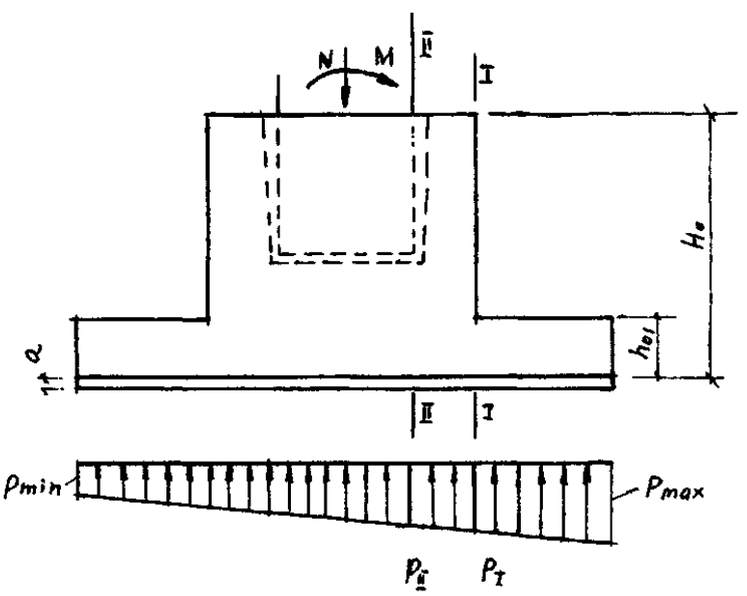


Рис.12. К подбору арматуры подошвы фундамента

Подбор арматуры в направлении длинной стороны подошвы.

Сечение I-I по грани подколонника ($h_{01} = 250$ мм) $c_I = \frac{2{,}4 - 1{,}2}{2} = 0{,}6$

$$p_1 = p_{\max} - (p_{\max} - p_{\min})\frac{c_1}{l} = 245 - (245 - 111{,}6) \cdot \frac{0{,}6}{2{,}4} = 211{,}6 \text{ кПа};$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$M_{I-I} = b \cdot c_1^2 \cdot \frac{2p_{\max} + p_1}{6} = 1{,}8 \cdot 0{,}6^2 \cdot \frac{2 \cdot 245 + 211{,}6}{6} = 75{,}77 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,I} = \frac{75{,}77 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 250} = 1202{,}7 \text{ мм².}$$

Сечение II-II ($h_{02} = 1150$ мм) $c_{II} = \frac{2{,}4 - 0{,}6}{2} = 0{,}9$

$$p_{II} = 245 - (245 - 111{,}6) \cdot \frac{0{,}9}{2{,}4} = 195 \text{ кПа;}$$

$$M_{II-II} = 1{,}8 \cdot 0{,}9^2 \frac{2 \cdot 245 + 195}{6} = 166{,}45 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,II} = \frac{166{,}45 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 1150} = 574{,}3 \text{ мм².}$$

Принимаем в направлении длинной стороны 10ø12A-II ($A_s = 1131$ мм² $\approx A_{s,I} = 1202{,}7$ мм²) с шагом 200 м или 10ø14A-II ($A_s = 1539$ мм² $> A_{s,I} = 1202{,}7$ мм² с шагом 200 м.

Подбор арматуры в направлении короткой стороны.

Расчет ведем по среднему давлению по подошве $p_m = 178{,}3$ кПа. Учитываем, что стержни этого направления будут во втором (верхнем) ряду, поэтому рабочая высота $h_{0i} = h_i - a - (d_1 + d_2)/2$. Полагаем, что диаметр стержней вдоль короткой стороны будет не более 12 мм. Сечение I'-I' по грани подколонника ($h_{01} = 300 - 50 - 12 = 238$ мм)

$$M'_{I-I} = 0{,}125 \cdot p_m \cdot l(b - b_1)^2 = 0{,}125 \cdot 178{,}3 \cdot 2{,}4 \cdot (1{,}8 - 1{,}2)^2 = 19{,}25 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,I'} = \frac{19{,}25 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 238} = 321 \text{ мм².}$$

Сечение II'-II' по грани колонны ($h_{02} = 1200 - 50 - 14 = 1138$ мм)

$$M'_{II-II} = 0{,}125 \cdot 178{,}3 \cdot 2{,}4 \cdot (1{,}8 - 0{,}4)^2 = 104{,}84 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,II'} = \frac{104{,}84 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 1138} = 365{,}6 \text{ мм².}$$

В соответствии с конструктивными требованиями наименьший допустимый диаметр стержней должен быть не менее 10 мм (при длине стороны до 3 м), а наибольший шаг стержней не должен превышать 200 мм. Принимаем вдоль короткой стороны фундамента 13ø10A-II ($A_s = 1021$ мм² $> A_{s,II'} = 365{,}6$ мм²) с шагом 200 мм.

Расчет подколонника и его стаканной части не производим. По конструктивным требованиям количество продольной арматуры должно быть не менее 0,05% площади поперечного сечения подколонника

$$A_s = A'_s = 0{,}0005 \cdot b_{cf} \cdot h_{cf} = 0{,}0005 \cdot 1200 \cdot 1200 = 720 \text{ мм².}$$

Принимаем 5ø14A-II ($A_s = A'_s = 769$ мм²) у граней подколонника, перпендикулярных плоскости изгиба. У смежных граней, параллельных плоскости изгиба, принимаем стержни минимально допустимого диаметра с

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

шагом не более 400 мм, т.е. по 3ø10A-II. Поперечную арматуру стакана принимаем конструктивно ø8A-I ($A_{sw} = 50{,}3$ мм²).
Армирование фундамента см. в прил. 6.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ С ШАГОМ КОЛОНН 12 м

Исходные данные

Поперечный разрез и фрагмент плана см. рис.1 и 13.

1. Схема несущей конструкции покрытия – 4.
2. $l = 18$ м.
3. $a = 12$ м.
4. B 25
5. B'30
6. $R_0 = 0{,}25$ МПа
7. $Q_{кр} = 30$ т
8. $H_1 = 9{,}6$ м
9. $S_g = 2100$ Н/м²
10. $W_0 = 270$ Н/м²
11. Плиты покрытия, предварительно напряженные, ж.б. ребристые размерами в плане 3х12 м.

Длина здания $L = 7 \cdot a = 7 \cdot 12 = 84$ м.

Здание отапливаемое. Кровля рулонная. Плотность утеплителя 400 кг/м³, толщина 10 см.

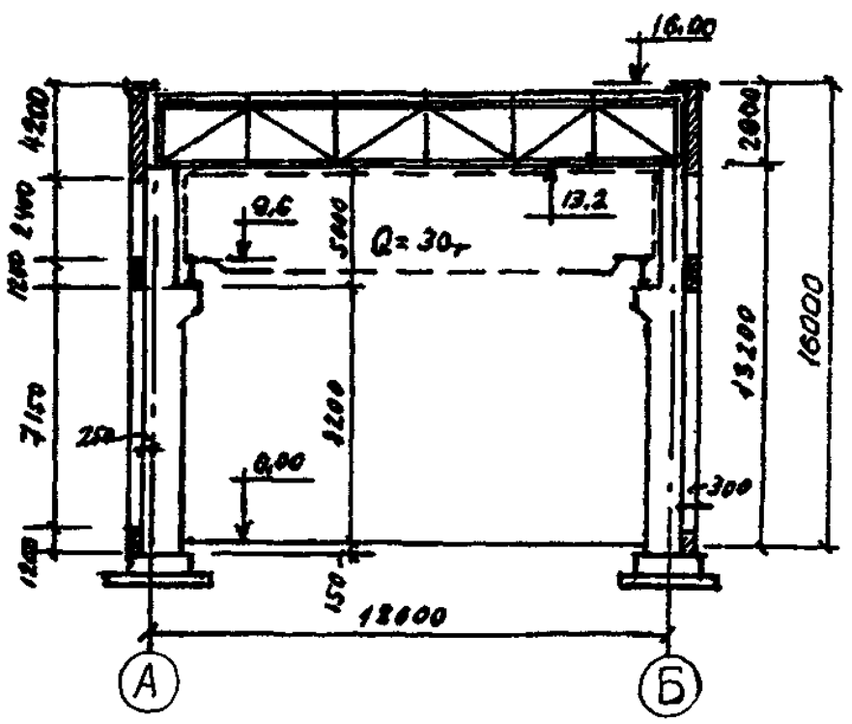


Рис.13. Конструктивная схема поперечной рамы

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Компоновка поперечной рамы

Колонны – ступенчатые сплошные, прямоугольного сечения. Подкрановые балки пролетом 12 м, высотой 1,4 м. Высота кранового рельса 0,15 м. Наружные стены здания – из навесных панелей толщиной 30 см.

Высота надкрановой части колонны

$$H_B = A + Б + B = (1{,}4 + 0{,}15) + 2{,}75 + 0{,}15 = 4{,}45 \text{ м},$$

где $Б$ принимается по прил.1 в зависимости от грузоподъемности крана.

Высота подкрановой части колонны

$$H_H = H_1 - A + Г = 9{,}6 - 1{,}55 + 0{,}15 = 8{,}2 \text{ м}.$$

$H = 4{,}45 + 8{,}2 = 12{,}65$ м. Принимаем $H = 13{,}35$ м и $H_B = 5$ м и $H_H = 8{,}35$ м, при этом полная длина колонны до заделки в фундамент $H = H_H + H_B = 8{,}35 + 5 = 13{,}35$ м, т.е. длина от нулевой отметки до низа стропильной конструкции равна 13,2 м, что отвечает модулю кратности 1,2.

Сечение надкрановой части колонны принимаем 60х50 см, подкрановой части 80х50 см.

Разбивочные оси здания смещены относительно наружных граней колонн на 250 мм – внутрь здания.

Определение нагрузок на раму

А. Постоянные нагрузки

1. Нагрузки от покрытия

Таблица 11

Нагрузка	Нормативная нагрузка, Н/м²	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м²
Рулонный ковер	150	1,3	195
Асфальтовая стяжка толщиной $t = 2$ см	350	1,3	455
Плитный утеплитель	400	1,2	480
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	65
Железобетонные ребристые плиты покрытия 3х12 м	1700	1,1	1870
Итого	2650		3065≈3070

Нагрузка от фермы покрытия пролетом 18 м – 60 кН (см. табл.5).

Расчетная нагрузка на колонну от покрытия с учетом коэффициента надежности по назначению здания $\gamma_n = 0{,}95$.

$$F_1 = (3{,}07 \cdot 12 \cdot 18/2 + 60/2 \cdot 1{,}1) \cdot 0{,}95 = 346{,}33 \approx 346 \text{ кН}.$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Нагрузка от покрытия приложена на уровне опирания стропильной фермы по вертикали, проходящей по оси анкерных болтов на расстоянии 150 мм от разбивочной оси. Расстояние от линии действия нагрузки до геометрической оси надкрановой части колонны $e_1 = 0{,}25 + 0{,}15 - \frac{h_в}{2} = 0{,}4 - 0{,}3 = 0{,}1$ м (см. рис.3, б).

Расчетная нагрузка от веса стеновых панелей и остекления, передаваемая на колонну выше отметки 8,2 м.

$F_2 = (2{,}5 \cdot 5{,}4 + 0{,}4 \cdot 2{,}4) \cdot 12 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 181{,}3$ кН; то же, на фундаментную балку

$F_3 = (2{,}5 \cdot 1{,}2 + 0{,}4 \cdot 7{,}15) \cdot 12 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 72{,}7$ кН, где 2,5 кН/м² и 0,4 кН/м² вес 1 м² стеновых панелей и остекления соответственно (см. табл.6).

Расчетная нагрузка от веса подкрановой балки

$F_4 = 115 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 120{,}2$ кН, где 115 кН – вес подкрановой балки (см. табл.5).

Расстояние от линии действия нагрузки до геометрической оси подкрановой части колонны

$e_4 = 0{,}25 + 0{,}75 - \frac{h_H}{2} = 1{,}0 - 0{,}4 = 0{,}6$ м.

Расчетная нагрузка от веса колонн:

- надкрановой части $F_5 = 0{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 \cdot 5 \cdot 25 = 39{,}2$ кН,
- подкрановой части $F_6 = 0{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 25 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 \cdot 8{,}35 = 83{,}5$ кН,

где 25 кН/м² - средняя плотность тяжелого бетона.

Б. Временные нагрузки

1. Снеговая нагрузка на колонну (полная)

$S_1 = 2{,}1 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 18/2 \cdot 0{,}95 = 215{,}46$ кН, в том числе длительная $215{,}46 \cdot 0{,}5 = 107{,}73$ кН /13 п.1.7/.

2. Крановые нагрузки

Вес груза $Q = 300$ кН. Пролет крана $18 - 2 \cdot 0{,}75 = 16{,}5$ м, $B_2 = 6300$ мм, $K = 5100$ мм, вес тележки $G_T = 112$ кН, $F_{n,\max} = 275$ кН, $F_{n,\min} = 80$ кН (см. прил.1).

Расчетное максимальное давление на колесо крана при $\gamma_f = 1{,}1$

$F_{\max} = 275 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 287{,}4$ кН,

$F_{\min} = 80 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 83{,}6$ кН.

Расчетная поперечная тормозная сила на одно колесо

$H_{\max} = \frac{Q + G_T}{20} \cdot 0{,}5 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = \frac{300 + 112}{20} \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 10{,}8$ кН.

Вертикальная крановая нагрузка на колонны от двух сближенных кранов с коэффициентом сочетания $\gamma_i = 0{,}85$.

$D_{\max} = F_{\max} \cdot \gamma_i \cdot \sum y = 287{,}4 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}95 = 720{,}66$ кН,

$D_{\min} = F_{\min} \cdot \gamma_i \cdot \sum y = 209{,}63$ кН, где $\sum y = 2{,}95$ - сумма ординат линии влияния двух подкрановых балок на колонну.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$H = H_{\max} \cdot \gamma_i \cdot \sum y = 10{,}8 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}95 = 27{,}08 \text{ кН.}$$

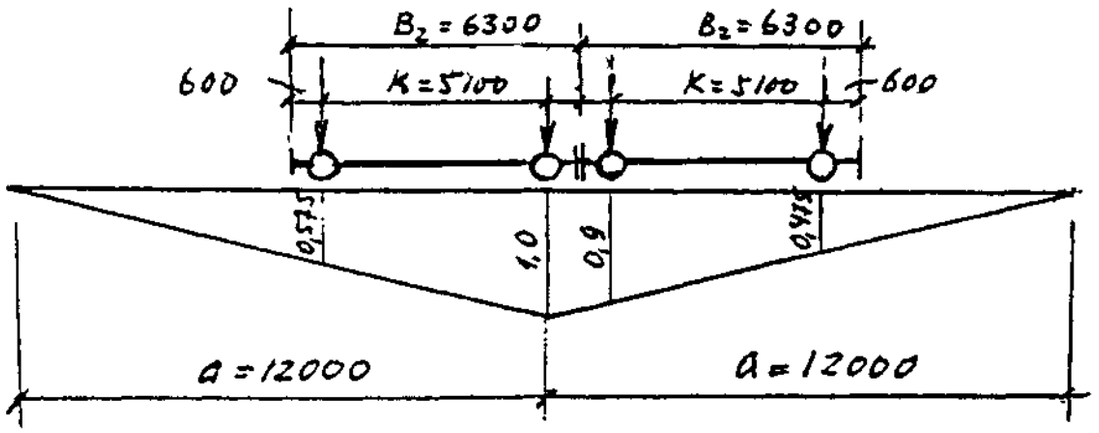


Рис.14. Линия влияния давления на колонну

3. Ветровая нагрузка

Тип местности *B* (13, табл.6).

Для части здания высотой до 5 м от поверхности земли

$W_{n_0} = 270$ Н/м² $\cdot 0{,}5 = 135$ Н/м²; то же, на высоте 10 м

$W_{n_1} = 270$ Н/м² $\cdot 0{,}65 = 175{,}5$ Н/м²; то же, на высоте 20 м

$W_{n_2} = 270$ Н/м² $\cdot 0{,}85 = 229{,}5$ Н/м².

По линейной интерполяции на высоте 16 м имеем:

$$W_{n_3} = W_{n_1} + \left[\left(W_{n_2} - W_{n_1}\right)/10\right] \cdot \left(H_b - 10\right) = 175{,}5 + \left[\left(229{,}5 - 175{,}5\right)/10\right]\left(16 - 10\right) = 207{,}9 \text{ Н/м²,}$$

то же, на высоте 13,2 м

$$W_{n_4} = 175{,}5 + \left[\left(229{,}5 - 175{,}5\right)/10\right] \cdot \left(13{,}2 - 10\right) = 192{,}78 \text{ Н/м².}$$

Определяем эквивалентную равномерно распределенную нагрузку через равенство моментов относительно заделки в фундамент

$$W_n = \frac{2M}{H_0^2} = \left\{2\left[\frac{192{,}78 + 175{,}5}{2} \cdot \left(13{,}2 - 10\right) \cdot \left(\frac{13{,}2 - 10}{2} + 10\right) + \frac{175{,}5 + 135}{2} \cdot 5 \cdot 7{,}5 + 135 \cdot \frac{5^2}{2}\right]\right\} \Big/ 13{,}2^2 =$$

$= 164{,}6 \text{ Н/м}^2$ (см. рис.15).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

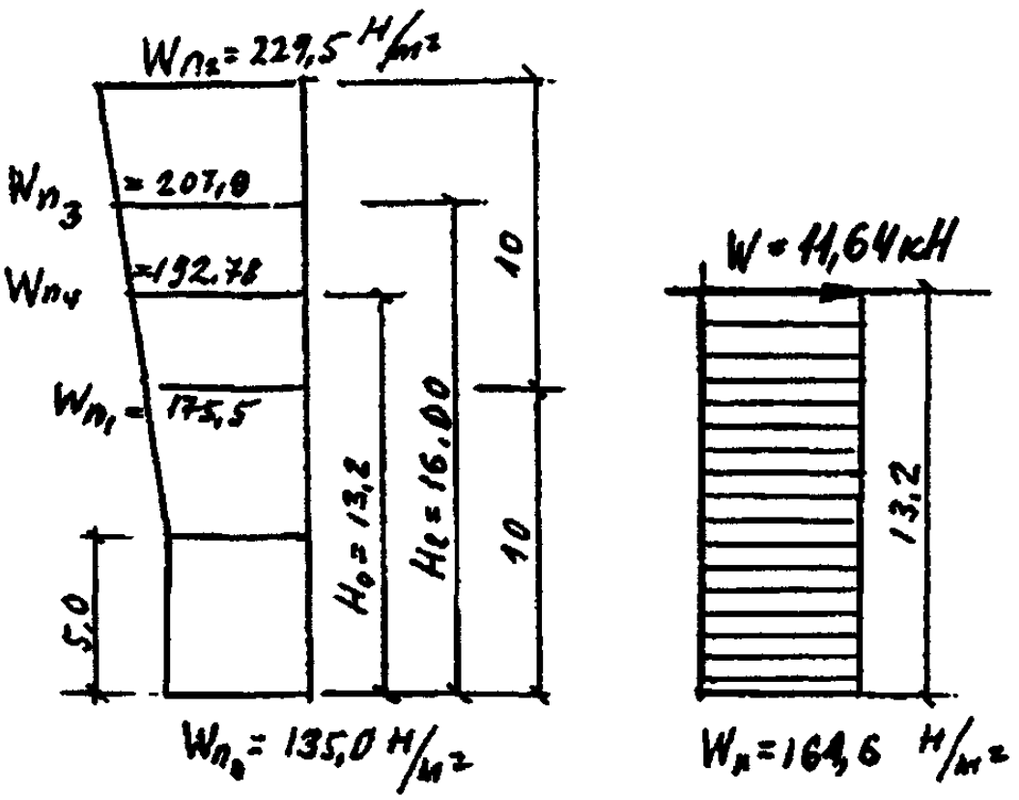


Рис.15. Приведение ломаной эпюры ветровой нагрузки к эквивалентной равномерно распределенной по высоте

При условии $H/(2l) = 16/(2 \cdot 18) = 0{,}44 < 0{,}5$ значения аэродинамических коэффициентов для наружных стен принимаем:

с наветренной стороны $C = +0{,}8$,

с подветренной $C = -0{,}5$.

Расчетная равномерно распределенная ветровая нагрузка на колонны до отметки 13,2 м с наветренной стороны

$$V_1 = W_n \cdot a \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot 0{,}8 = 164{,}6 \cdot 12 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8 = 2101{,}6 \text{ Н/м},$$

с подветренной стороны

$$V_2 = 164{,}6 \cdot 12 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}5 = 1313{,}5 \text{ Н/м}.$$

Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на отметке 13,2 м

$$W = \frac{W_{n_3} + W_{n_4}}{2}(H_l - H_0) \cdot a \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot (0{,}8 + 0{,}5) = \frac{0{,}20790 + 0{,}19278}{2}(16 - 13{,}2) \cdot 12 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}3 =$$

$$= 11{,}64 \text{ кН}.$$

Определение усилий в колоннах рамы

Расчет рамы выполняется методом перемещений. Подвергаем основную систему единичному перемещению $\Delta_1 = 1$ и вычисляем реакции R_Δ верхнего конца колонны по формулам прил.2.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$$R_{\Delta} = \frac{3E_{в} \cdot I_{H}}{H^{3}(1+k)},$$

где $k = \alpha^{3}(I_{H}/I_{в} - 1)$; $\alpha = \frac{H_{в}}{H}$; $\alpha = \frac{5}{13{,}35} = 0{,}375$

$I_{в} = (50 \cdot 60^{3})/12 = 900 \cdot 10^{3}$ см^4;

$I_{H} = (50 \cdot 80^{3})/12 = 2133 \cdot 10^{3}$ см^4;

$k = 0{,}375^{3}\left[(2133 \cdot 10^{3}/900 \cdot 10^{3}) - 1\right] = 0{,}07$;

$R_{\Delta} = \frac{3 \cdot 2133 \cdot 10^{3} E_{в}}{1335^{3}(1+0{,}07)} = 2{,}51 \cdot 10^{-3} E_{B}$.

Суммарная реакция от единичного перемещения

$r_{11} = \sum R_{\Delta} = 2 \cdot 2{,}51 \cdot 10^{-3} E_{B} = 5{,}02 \cdot 10^{-3} E_{B}$.

1. *Усилия от постоянной нагрузки*

В надкрановой части продольная сила $F_1 = 346$ кН действует с эксцентриситетом $e_1 = 0{,}1$ м. Момент $M_1 = F_1 \cdot e_1 = 364 \cdot 0{,}1 = 34{,}6$ кН·м.

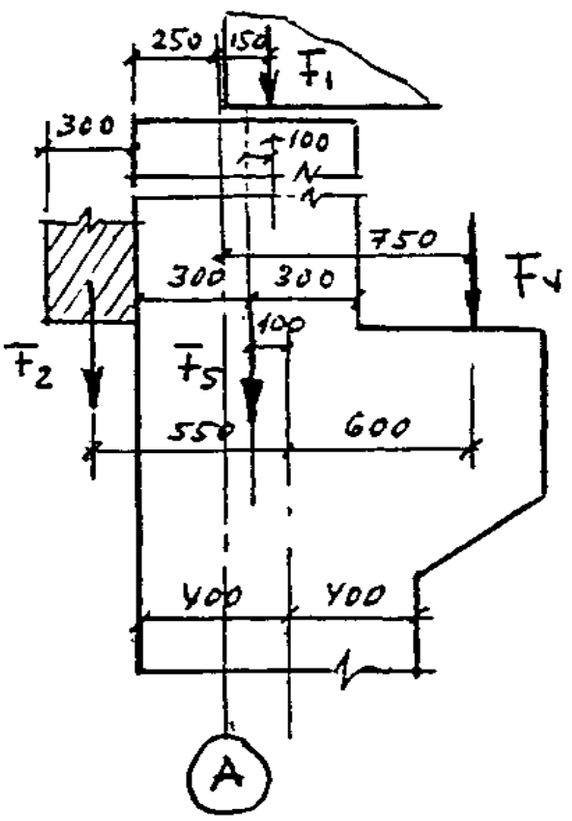


Рис.16. К определению эксцентриситетов продольных сил в колоннах

В подкрановой части кроме F_1 действует: расчетная нагрузка от стеновых панелей толщиной 30 см $F_2 = 181{,}3$ кН с $e_2 = 0{,}55$ м; расчетная нагрузка от подкрановых балок $F_4 = 120{,}2$ кН с $e_4 = 0{,}6$ м; расчетная нагрузка от надкрановой части колонны $F_5 = 39{,}2$ кН с $e_5 = 0{,}1$ м.

Суммарное значение момента M_2

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$M_2 = -346 \cdot 0{,}1 - 181{,}3 \cdot 0{,}55 + 120{,}2 \cdot 0{,}6 - 39{,}2 \cdot 0{,}1 = -66{,}115$ кН·м.

Реакция верхнего конца левой колонны по оси А

$$R_1 = \frac{-3M_2\left(1-\alpha^2\right)-3M_1\left(1+K/\alpha\right)}{2H\left(1+K\right)} = \frac{3 \cdot 66{,}115 \cdot \left(1-0{,}375^2\right)-3 \cdot 34{,}6 \cdot \left(1+0{,}07/0{,}375\right)}{2 \cdot 13{,}35 \cdot \left(1+0{,}07\right)} = 1{,}65 \text{ кН.}$$

Согласно принятому правилу знаков, реакция, направленная слева направо, положительная.

Реакция в колонне по оси Б равна $R_2 = -1{,}65$ кН.

Суммарная реакция в основной системе $R_{1p} = \sum R_i = 1{,}65 - 1{,}65 = 0$; $\Delta_1 = R_{1p}/r_{11} = 0$.

Упругая реакция левой колонны $R_e = R_1 + \Delta_1 R_\Delta = 1{,}65$ кН.

Изгибающие моменты в сечениях колонны (рис.5, табл.9, 10):

$M_I = 34{,}6$ кН·м;

$M_{II} = M_I + R_e \cdot H_B = 34{,}6 + 1{,}65 \cdot 5 = 42{,}85$ кН·м;

$M_{III} = M_{II} + M_2 = 42{,}85 - 66{,}115 = -23{,}265$ кН·м;

$M_{IV} = M_1 + M_2 + R_e \cdot H = 34{,}6 - 66{,}115 + 1{,}65 \cdot 13{,}35 = -9{,}5$ кН·м.

Продольные силы:

$N_I = F_1 = 346$ кН;

$N_{II} = F_1 + F_5 = 346 + 39{,}2 = 385{,}2$ кН;

$N_{III} = N_{II} + F_2 + F_4 = 385{,}2 + 181{,}3 + 120{,}2 = 686{,}7$ кН;

$N_{IV} = N_{III} + F_6 = 686{,}7 + 83{,}5 = 770{,}2$ кН.

Поперечная сила $Q = -R_e = -1{,}65$ кН.

Проверка: $Q = (34{,}6 - 42{,}85)/5 = (-23{,}265 + 9{,}5)/8{,}35 = -1{,}65$ кН.

2. *Усилия от снеговой нагрузки:*

$S_1 = 215{,}46$ кН. В надкрановой части сила S_1 действует с эксцентриситетом e_1 $M_1 = 215{,}46 \cdot 0{,}1 = 21{,}546$ кН·м. В подкрановой части эта же сила S_1 действует с эксцентриситетом $e_2 = -0{,}1$ $M_2 = -215{,}46 \cdot 0{,}1 = -21{,}546$ кН·м.

Упругая реакция верха колонны:

$$R_e = R_1 = \frac{3 \cdot 21{,}546\left(1-0{,}375^2\right)-3 \cdot 21{,}546\left(1+0{,}07/0{,}375\right)}{2 \cdot 13{,}35\left(1+0{,}07\right)} = -0{,}741 \text{ кН.}$$

$M_I = 21{,}546$ кН·м;

$M_{II} = 21{,}546 - 0{,}741 \cdot 5 = 17{,}843$ кН·м;

$M_{III} = 17{,}843 - 21{,}546 = -3{,}703$ кН·м;

$M_{IV} = R_e \cdot H = -0{,}741 \cdot 13{,}35 = -9{,}89$ кН·м.

Продольные силы

$N = S_1 = 215{,}46$ кН.

Поперечная сила $Q = -R_e = 0{,}741$ кН.

Проверка: $Q = (21{,}546 - 17{,}843)/5 = (-3{,}703 + 9{,}89)/8{,}35 = 0{,}741$ кН.

3. *Усилия от вертикальной крановой нагрузки*

Рассматриваем загружение: $M_{\max}$ - на левой колонне; $M_{\min}$ - на правой колонне

$M_{\max} = Д_{\max} \cdot e_4 = 720{,}66 \cdot 0{,}6 = 432{,}4$ кН·м.

Реакция верха левой колонны

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$R_1 = \frac{-3M_{\max}\left(1-\alpha^2\right)}{2H\left(1+K\right)} = \frac{-3\cdot 432{,}4\left(1-0{,}375^2\right)}{2\cdot 13{,}35\left(1+0{,}07\right)} = -39{,}05 \text{ кН.}$$

$M_{\min} = Д_{\min}\cdot e_4 = -209{,}63\cdot 0{,}6 = -125{,}778$ кН·м.

Реакция верха правой колонны

$R_2 = -R_1 Д_{\min}/Д_{\max} = 39{,}05\cdot 209{,}63/720{,}66 = 11{,}36$ кН.

Суммарная реакция в основной системе

$R_{1p} = \sum R = -39{,}05 + 11{,}36 = -27{,}7$ кН.

Горизонтальное перемещение $\Delta_1 = -R_{1p}/C_{\dim}\cdot r_{11} = 27{,}7/\left(3{,}4\cdot 5{,}02\cdot 10^{-3}\cdot E_B\right) = 1623/E_B$, где $C_{\dim} = 3{,}4$.

Упругая реакция левой колонны

$R_{e1} = R_1 + \Delta_1\cdot R_\Delta = -39{,}05 + 1623\cdot 2{,}51\cdot 10^{-3} = -35{,}1$ кН.

То же, правой колонны, которая является зеркальным отображением левой.

$R_{e2} = R_2 + \Delta_1\cdot R_\Delta = 11{,}36 + 1623\cdot 2{,}51\cdot 10^{-3} = 15{,}31$ кН.

Изгибающие моменты в расчетных сечениях левой колонны от $M_{\max}$:

$M_I = 0$;

$M_{II} = R_{e1}\cdot H_B = -35{,}1\cdot 5 = -175{,}5$ кН·м;

$M_{III} = R_{e1}\cdot H_B + M_{\max} = -35{,}1\cdot 5 + 432{,}4 = 256{,}9$ кН·м;

$M_{IV} = R_{e1}\cdot H + M_{\max} = -35{,}1\cdot 13{,}35 + 432{,}4 = -36{,}2$ кН·м;

$N = Д_{\max} = 720{,}66$ кН $\quad Q = -R_{e1} = 35{,}1$ кН.

Проверка: $Q = \left(256{,}9 + 36{,}2\right)/8{,}35 = 35{,}1$ кН.

Изгибающие моменты в расчетных сечениях правой колонны от $M_{\min}$:

$M_I = 0$;

$M_{II} = 15{,}31\cdot 5 = 76{,}55$ кН·м;

$M_{III} = 76{,}55 - 125{,}778 = -49{,}23$ кН·м;

$M_{IV} = 15{,}31\cdot 13{,}35 - 125{,}778 = 78{,}61$ кН·м;

$N = Д_{\min} = 209{,}63$ кН $\quad Q = -15{,}31$ кН.

Проверка: $Q = \left(-49{,}23 - 78{,}61\right)/8{,}35 = -15{,}31$ кН.

При $M_{\max}$ на правой колонне в сечениях левой колонны знаки моментов меняются на обратные:

$M_I = 0$;

$M_{II} = -76{,}55$ кН·м;

$M_{III} = 49{,}23$ кН·м;

$M_{IV} = -78{,}61$ кН·м;

$N = Д_{\min} = 209{,}63$ кН $\quad Q = 15{,}31$ кН.

Проверка: $Q = \left(49{,}23 - (-78{,}61)\right)/8{,}35 = 15{,}31$ кН.

4. Усилия от поперечного торможения кранов

Горизонтальная тормозная сил передается на колонну через подкрановую балку на высоте $H = 8{,}35 + 1{,}4 = 9{,}75$ м от уровня заделки колонны в фундамент и на расстоянии 3,6 м от низа фермы.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Сила $H = 27{,}08$ кН приложена к левой колонне

$$R = \pm\frac{H(1-\alpha)}{1+K} = \pm\frac{27{,}08(1-0{,}375)}{1+0{,}07} = \pm 15{,}82 \text{ кН};$$

$$\Delta_1 = \mp\frac{15{,}82}{3{,}4\cdot 5{,}2\cdot 10^{-3} E_B} = \mp\frac{894}{E_B};$$

Δ_1 - определяется с учетом пространственной работы каркаса.

Упругая реакция левой колонны:

$$R_{e_1} = \pm 15{,}82 \mp 894\cdot 2{,}51\cdot 10^{-3} = \pm 13{,}64 \text{ кН}.$$

Изгибающие моменты в сечениях левой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = \pm 13{,}64\cdot 5 \mp 27{,}08\cdot 1{,}4 = \pm 30{,}29$ кН·м;

$M_{IV} = \pm 13{,}64\cdot 13{,}35 \mp 27{,}08\cdot 9{,}75 = \mp 81{,}94$ кН·м;

$M_V = \pm 13{,}64\cdot 3{,}6 = \pm 49{,}1$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = \pm 27{,}08 \mp 13{,}64 = \pm 13{,}44$ кН.

Проверка: $Q = (30{,}29 + 81{,}94)/8{,}35 = \pm 13{,}44$ кН.

Упругая реакция правой колонны:

$$R_{e_2} = \pm 894\cdot 2{,}51\cdot 10^{-3} = \pm 2{,}18 \text{ кН}.$$

Изгибающие моменты в сечениях правой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = \pm 2{,}18\cdot 5 = \pm 10{,}9$ кН·м;

$M_{IV} = \pm 2{,}18\cdot 13{,}35 = \pm 29{,}1$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = \mp R_{e_2} = \mp 2{,}18$ кН.

Проверка: $Q = (29{,}1 - 10{,}9)/8{,}35 = 2{,}18$ кН.

1. *Усилия от ветровой нагрузки*

Давление ветра слева направо:

$$R_1 = \frac{-3\cdot V_1\cdot H(1+\alpha K)}{8(1+K)} = \frac{-3\cdot 2{,}101\cdot 13{,}35(1+0{,}07\cdot 0{,}375)}{8(1+0{,}07)} = -10{,}08 \text{ кН};$$

$$R_2 = \frac{-3\cdot 1{,}313\cdot 13{,}35(1+0{,}07\cdot 0{,}375)}{8\cdot 1{,}07} = -6{,}3 \text{ кН};$$

$R_{12} = W = -11{,}64$ кН;

$\sum R = R_{1p} = -10{,}08 - 6{,}3 - 11{,}64 = -28{,}02$ кН;

$$\Delta_1 = -\frac{R_{1p}}{r_{11}} = -\frac{28{,}02}{5{,}02\cdot 10^{-3} E_B} = \frac{5582}{E_B};$$

$R_{e_1} = -10{,}08 + 5582\cdot 2{,}51\cdot 10^{-3} = 3{,}93$ кН;

$R_{e_2} = -6{,}3 + 5582\cdot 2{,}51\cdot 10^{-3} = 7{,}71$ кН.

Изгибающие моменты в сечениях левой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = 3{,}93\cdot 5 + 0{,}5\cdot 2{,}101\cdot 5^2 = 45{,}91$ кН·м;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$M_{IV} = 3{,}93 \cdot 13{,}35 + 0{,}5 \cdot 2{,}101 \cdot 13{,}35^2 = 239{,}66$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = R_{e_1} + V_1 \cdot H = -3{,}93 - 2{,}101 \cdot 13{,}35 = -32{,}43$ кН.

То же, в сечениях правой колонны:

$M_I = 0$;

$M_{II} = M_{III} = 7{,}71 \cdot 5 + 0{,}5 \cdot 1{,}313 \cdot 5^2 = 54{,}96$ кН·м;

$M_{IV} = 7{,}71 \cdot 13{,}35 + 0{,}5 \cdot 1{,}313 \cdot 13{,}35^2 = 219{,}92$ кН·м;

$N = 0$; $\quad Q = -7{,}71 - 1{,}313 \cdot 13{,}35 = -25{,}24$ кН.

При давлении ветра справа налево значения моментов для левой колонны принимаются по правой колонне с обратными знаками.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
крановая (M_{max} на правой колонне)		6	1	-76,55	0	49,23	209,63	-78,61	209,63	15,31
		7	0.9	-68.9	0	44.3	188.67	-70.75	188.67	13.78
крановая H на левой колонне		8	1	±30,29	0	±30,29	0	81,94	0	±13,44
		9	0.9		0	±27.26	0	73.75	0	±12.1
крановая H на правой колонне		10	1	±10,9	0	±10,9	0	±29,1	0	±2,18
		11	0.9	±9.81	0	±9.81	0	±26.2	0	±1.96
ветровая слева		12	1	45,91	0	45,91	0	239,66	0	-32,43
		13	0.9	41.32	0	41.32	0	215.7	0	-29.19
ветровая справа		14	1	-54,96	0	-54,96	0	-219,92	0	25,94
		15	0.9	-49.46	0	-49.46	0	-197.93	0	23.35

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение табл. 12

Основное сочетание усилий с учетом крановых и ветровой нагрузок	M_{max} $N_{соотв.}$ $Q_{соотв.}$	100,23	1, 3, 13 579,11	276,51	1, 5, 9, 13 1335,3	247,37	1, 5, 9, 13 1418,8	-11,34
	M_{min} $N_{соотв.}$ $Q_{соотв.}$	-191,82	1, 5, 9, 15 385,2	-76,06	1, 3, 15 880,61	-360,83	1,3, 7, 9, 15 1152,8	48,25
	N_{max} $M_{соотв.}$ $Q_{соотв.}$	100,23	1, 3, 13 579,11	273,18	1, 3, 5, 9, 13 1529,3	-322,66	1, 3, 5, 9, 15 1612,7	66,01
то, же без учета крановых и ветровой нагрузок		60,69	1, 2 600,66	-26,97	1, 2 902,16	-19,39	1, 2 985,66	-0,909

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

7. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КОЛОННЫ ПО ОСИ А (ШАГ КОЛОНН 12 м).

Данные для расчета сечений.

Бетон тяжелый В25, подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении, $R_b = 14{,}5$ МПа; $R_{bt} = 1{,}05$ МПа; $E_b = 27 \cdot 10^3$ МПа. Арматура класса А-III, $d > 10$ мм, $R_s = R_{sc} = 365$ МПа, $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Расчет арматуры в надкрановой части колонны на уровне верха консоли

(сечение II-II)

Сечение колонны $b \times h = 50 \times 60$ см, $a = a' = 4$ см; $h_0 = 56$ см.

Комбинация расчетных усилий:

первая комбинация $M_{\max} = 100{,}23$ кН·м; $N_c = 579{,}11$ кН.

вторая комбинация $M_{\min} = -191{,}82$ кН·м; $N_c = 385{,}2$ кН.

Усилия от продолжительного действия нагрузки $M_l = 42{,}85$ кН·м; $N_l = 385{,}2$ кН (загружение №1 табл.12 МУ).

Расчетная длина $l_0 = 2H_в = 2 \cdot 5 = 10$ м.

Гибкость надкрановой части колонны $\lambda = l_0 / i = 1000/17{,}32 = 57{,}7 > 14$, где $i = \sqrt{h^2/12} = \sqrt{60^2/12} = 17{,}32$ см, следовательно, необходимо учесть влияние прогиба элемента на величину эксцентриситета продольной силы.

1. Расчет на первую комбинацию усилий:

$M_{\max} = 100{,}23$ кН·м; $N_c = 579{,}11$ кН; $e_0 = M/N = 10023/579{,}11 = 17{,}3$ см.

Определяем случайный эксцентриситет из следующих условий:

$e_a = 1$ см $e_a = (1/30)h = 60/30 = 2$ см; $e_a \geq (1/600)l_0 = 1000/600 = 1{,}66$ см; принимаем $e_a = 2$ см.

Расчетный эксцентриситет $e_0 = M/N + e_a = 17{,}3 + 2 = 19{,}3$ см.

Условная критическая сила.

$$N_{cr} = (6{,}4\,E_b / l_0^2)\{(I/\varphi_l)[0{,}11/(0{,}1+\delta_e)+0{,}1] + \alpha \cdot I_s\} = [6{,}4 \cdot$$
$$\cdot \{900000/1{,}57 \cdot [0{,}11/(0{,}1+0{,}322)+0{,}1] + 7{,}41 \cdot 8112\} = 4614$$

где $I = bh^3/12 = 50 \cdot 60^3/12 = 900000$ см^4 $= 900 \cdot 10^3$ см^4;

$\varphi_l = 1 + \beta \cdot M_{1l}/M_1 = 1 + 1 \cdot 143/250{,}8 = 1{,}57$; $\beta = 1$ (тяжелый бетон);

$M_{1l} = M_l + N_l(h/2 - a') = 42{,}85 + 385{,}2 \cdot (0{,}3 - 0{,}04) = 42{,}85 + 100{,}15 = 143$ кН·м;

$M_1 = M_{\max} + N_c(h/2 - a) = 100{,}23 + 579{,}11 \cdot (0{,}6/2 - 0{,}04) = 250{,}8$ кН·м;

$\delta_e = e_0/h = 0{,}1930/0{,}60 = 0{,}322 > \delta_{e,\min} = 0{,}5 - 0{,}01(l_0/h) - 0{,}01R_b \cdot \gamma_{b2} = 0{,}5 - 0{,}01(1000/60) -$

$- 0{,}01 \cdot 1{,}1 \cdot 14{,}5 = 0{,}174;$

здесь $\gamma_{b2} = 1{,}1$.

Принимаем $\delta_e = 0{,}322$; $\alpha = E_s/E_b = 200000/27000 = 7{,}41$.

При $\mu = 0{,}004$ (первое приближение)

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$I_s = \mu \cdot bh(0{,}5h - a)^2 = 0{,}004 \cdot 50 \cdot 60 \cdot (30-4)^2 = 8112$ см^4;

$\eta = 1/(1 - N/N_{cr}) = 1/(1 - 579{,}11/4614) = 1{,}14$;

расстояние $e = e_0 \cdot \eta + 0{,}5h - a = 19{,}3 \cdot 1{,}14 + 0{,}5 \cdot 60 - 4 = 22 + 30 - 4 = 48$ см.

Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона

$\xi_R = \omega/[1 + (\sigma_{sR}/\sigma_{sc,u}) \cdot (1 - \omega/1{,}1)] = 0{,}723/[1 + 365/400(1 - 0{,}723/1{,}1)] = 0{,}550$,

$\omega = \alpha - 0{,}008\gamma_{b2} R_b = 0{,}85 - 0{,}008 \cdot 1{,}1 \cdot 14{,}5 = 0{,}723$;

$\sigma_{sR} = R_s = 365$ МПа, $\sigma_{sc,u} = 400$ МПа.

При $\xi_R = 0{,}550$ (табл. прил.3) находим $A_R = 0{,}399$;

$A'_s = (\gamma_n N \cdot e - A_R \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b b h_0^2)/R_{sc}(h_0 - a') = (0{,}95 \cdot 579110 \cdot 48 - 0{,}399 \cdot 1{,}1 \cdot 14{,}5$
$/365(100)(56-4) = -37{,}16$ см$^2 < 0$.

Назначаем A'_s по конструктивным соображениям:

$A'_s = 0{,}002 \cdot b \cdot h_0 = 0{,}002 \cdot 50 \cdot 56 = 5{,}6$ см².

Принимаем (прил. 4) 3ø16А-III, $A_s = 6{,}03$ см^2 .

При принятом сечении A'_s значение A_o:

$A_o = [\gamma_n Ne - R_{sc} A'_s (h_o - a')]/R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_o^2 = [0{,}95 \cdot 579110 \cdot 48 - 365 \cdot (100) \cdot 6$,
$/14{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 50 \cdot 56^2 = 0{,}0599$;

по табл. прил.3 находим $\xi = 0{,}06$.

Определяем сечение растянутой арматуры A_s:

$A_s = (R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot \xi b h_0 - N\gamma_n)/R_s + A'_s = \{[14{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}06 \cdot 50 \cdot 56 - 579110 \cdot 0{,}95]/365(100)\} +$
$+ 6{,}03 = -7{,}73 + 6{,}03 = < 0$.

Сечение A_s также назначаем конструктивно, принимая $A_s = A'_s = 6{,}03$ см^2 (3ø16А-III).

Полученный коэффициент армирования

$\mu = (A_s + A'_s)/b\,\text{h} = (2 \cdot 6{,}03)/50 \cdot 60 = 0{,}00402$, что близко к предварительно принятому $\mu = 0{,}004$; расчет можно не уточнять.

Расчет сечения колонны в плоскости, перпендикулярной к плоскости изгиба, не производим, т.к. $l'_0/i = 750/14{,}43 = 51{,}97 < l_0/i = 57{,}7$,

Где $l'_0 = 1{,}5 \cdot H_b = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5$ м; $i = \sqrt{b^2/12} = \sqrt{50^2/12} = 14{,}43$ см.

2. Расчет на вторую комбинацию усилий:

$M_{\min} = -191{,}82$ кН·м, $N_c = 385{,}2$ кН;

$e_o = 19182/385{,}2 + 2 = 48{,}78 + 2 = 51{,}8$ см;

$\delta_e = e_0/h = 51{,}8/60 = 0{,}863 > \delta_{e,\min} = 0{,}174$, принимаем $\delta_e = 0{,}863$;

$\varphi_l = 1 + 1 \cdot 143/292 = 1 + 0{,}490 = 1{,}490$; $M_{1l} = 143$ кН·м;

$M_1 = 191{,}82 + 385{,}2 \cdot 0{,}26 = 292$ кН·м;

$N_{cr} = [6{,}4 \cdot 27000(100)/1000^2]\{[900000/1{,}490][0{,}11/(0{,}1 + 0{,}863) + 0{,}1] + 7{,}41 \cdot 8112\} =$
$= 32{,}66 \cdot 10^5$ Н $= 3266$ кН;

$\eta = 1/[1 - (N/N_{cr})] = 1/[1 - 385{,}2/3266] = 1{,}13$;

$e = 51{,}8 \cdot 1{,}13 + 0{,}5 \cdot 60 - 4 = 58{,}5 + 30 - 4 = 84{,}5$ см;

$\xi_R = 0{,}55$; $A_R = 0{,}399$.

$A'_s = (\gamma_n Ne - A_R \gamma_{b2} R_b b h_0^2)/R_{sc}(h_0 - a') = [0{,}95 \cdot 385200 \cdot 84{,}5 - 0{,}399 \cdot 1{,}1 \cdot 14{,}5(100) \cdot 50 \cdot 56^2]/$
$/365(100)(56-4) = -36{,}28$ см$^2 < 0$.

Арматуру A'_s ставим конструктивно не менее 0,2 % принимаем 3ø16А-III, $A'_s = 6{,}03$ см²;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$A_0 = [0{,}95 \cdot 385200 \cdot 84{,}5 - 365(100) \cdot 6{,}03 \cdot 52] / [14{,}5 \cdot (100) \cdot 1{,}1 \cdot 50 \cdot 56^2] = 0{,}0779 \cong 0{,}078$;

$\xi = 0{,}08$;

$A_s = \{[14{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}08 \cdot 50 \cdot 56 - 385200 \cdot 0{,}95] / 365(100)\} + 6{,}03 = -0{,}24 + 6{,}03 = 5{,}79$ см².

Принимаем 3ø18А-III $A_s = 6{,}03$ см².

Расчет арматуры в подкрановой части колонны по сечению IV-IV

Сечение колонны 50×80 см; $a = a' = 4$см; $h_0 = 76$ см.

Комбинации расчетных усилий:

первая $M_{max} = 247{,}37$ кН·м; $N_c = 1418{,}8$ кН; $Q_c = -11{,}34$ кН;

вторая $M_{min} = -360{,}83$ кН·м; $N_c = 1152{,}8$ кН; $Q_c = 48{,}25$ кН;

третья $N_{max} = 1612{,}7$ кН; $M_c = -322{,}66$ кН·м; $Q_c = 66{,}01$ кН;

$M_l = -9{,}5$ кН·м; $N_l = 770{,}2$ кН.

Расчетная длина $l_0 = 1{,}5 \cdot H_H = 1{,}5 \cdot 8{,}35 = 12{,}52$ м;

гибкость $\lambda = l_0 / i = 1252/23{,}1 = 54{,}2 > 14$, где $i = \sqrt{h^2/12} = \sqrt{80^2/12} = 23{,}1$ см; необходимо учесть влияние прогиба на эксцентриситет продольной силы.

Дальнейший расчет ведем по аналогии с расчетом надкрановой части колонны.

1. Расчет на первую комбинацию усилий:

$M_{max} = 247{,}37$ кН·м; $N_c = 1418{,}8$ кН.

Случайный эксцентриситет: $e_a = h/30 = 80/30 = 2{,}67$ см; $l_0/600 = 1252/600 = 2{,}086$ см и не менее 1 см; принимаем $e_a = 2{,}67$ см.

Расчетный эксцентриситет: $e_0 = M/N + e_a = 24737/1418{,}8 + 2{,}67 = 20{,}1$ см.

Условная критическая сила:

$N_{cr} = 6{,}4 \cdot 27000(100)/1252^2 \{(2133000/1{,}31) \cdot [0{,}11/(0{,}1 + 0{,}251) + 0{,}1] + 7{,}41 \cdot 20736\} =$

$= 91{,}01 \cdot 10^5$ Н $= 9101$ кН.

$I = bh^3/12 = 50 \cdot 80^3/12 = 2133000$ см^4 $= 2133 \cdot 10^3$ см^4; $\delta_e = e_0/h = 0{,}201/0{,}8 = 0{,}251 >$

$\delta_{e,min} = 0{,}5 - 0{,}01(l_0/h) - 0{,}01 R_b \gamma_{b2} = 0{,}5 - 0{,}01(1252/80) - 0{,}01 \cdot 14{,}5 \cdot 1{,}1 = 0{,}185$.

Принимаем $\delta_e = 0{,}251$

$\varphi_l = 1 + \beta \cdot M_{1l}/M_1 = 1 + 1 \cdot 236{,}8/758{,}14 = 1{,}31$;

$M_{1l} = 9{,}5 + 770{,}2(0{,}40 - 0{,}04) = 9{,}5 + 227{,}3 = 236{,}8$ кН·м;

$M_1 = M_{max} + N_c(h/2 - a) = 247{,}37 + 1418{,}8(0{,}40 - 0{,}04) = 758{,}14$ кН·м.

Принимаем $\mu = 0{,}004$

$I_s = \mu \cdot b \cdot h(h/2 - a)^2 = 0{,}004 \cdot 50 \cdot 80(40 - 4)^2 = 20736$ см^4;

$\eta = 1/(1 - N/N_{cr}) = 1/(1 - 1418{,}8/9101) = 1{,}131$.

Расстояние $e = e_0\eta + 0{,}5h - a = 20{,}1 \cdot 1{,}131 + 0{,}5 \cdot 80 - 4 = 58{,}73$ см.

Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона

$\xi_R = \omega / [1 + \sigma_{sR}/\sigma_{sc,u}(1 - \omega/1{,}1)] = 0{,}723/[1 + 365/400(1 - 0{,}723/1{,}1)] = 0{,}550$; $A_R = 0{,}399$;

$A_s' = [0{,}95 \cdot 1418800 \cdot 58{,}73 - 0{,}399 \cdot 1{,}1 \cdot 14{,}5(100) \cdot 50 \cdot 76^2] / 365(100)(76 - 4) = -39{,}8$ см$^2 < 0$.

Назначаем A_s' по конструктивным соображениям:

$A_s' = 0{,}002 b h_0 = 0{,}002 \cdot 50 \cdot 76 = 7{,}6$ см². Принимаем 2ø16А-III и 1ø22А-III.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$A'_s = 4{,}02 + 3{,}80 = 7{,}821$ см² или 3ø18А-III $A'_s = 7{,}63$ см²

$A_0 = [0{,}95 \cdot 1418800 \cdot 58{,}73 - 365 \cdot (100) \cdot 7{,}821 \cdot (76-4)] / 14{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 50 \cdot 76^2 = 0{,}127$

$\xi = 0{,}14$;

$A_s = [14{,}5 \cdot (100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}14 \cdot 50 \cdot 76 - 1418800 \cdot 0{,}95] / 365(100) + A'_s = -13{,}68 + 7{,}82 < 0$.

Сечение A_s также назначаем конструктивно, принимая $A_s = A'_s = 7{,}821$ см² (2ø16А-III+1ø22А-III)

$\mu = 2 \cdot 7{,}821 / 50 \cdot 80 = 0{,}0039$, что близко к предварительно принятому $\mu = 0{,}004$.

2. Расчет на вторую комбинацию усилий:

$M_{\min} = -360{,}83$ кН·м; $N_c = 1152{,}8$ кН;

$e_0 = 36083/1152{,}8 + 2{,}67 = 31{,}3 + 2{,}67 = 33{,}97$ см;

$\delta_e = e_0 / h = 33{,}97/80 = 0{,}42 > \delta_{e,\min} = 0{,}185$; принимаем $\delta_e = 0{,}42$;

$\varphi_l = 1 + \beta \cdot (M_{1l} / M_1) = 1 + 236{,}8/775{,}8 = 1 + 0{,}305 = 1{,}305$;

$M_1 = M_{\min} + N_c (h/2 - a) = 360{,}83 + 1152{,}8(0{,}40 - 0{,}04) = 775{,}8$ кН·м;

$I_s = 20736$ см^4;

$N_{cr} = [6{,}4 \cdot 27000(100)] / 1252^2 \{2133000/1{,}31[0{,}11/(0{,}1 + 0{,}42) + 0{,}1] + 7{,}41 \cdot 20736\} =$

$= 72{,}93 \cdot 10^5$ Н $= 7293$ кН;

$\eta = 1/(1 - N/N_{cr}) = 1/(1 - 1152{,}8/7293) = 1/(1 - 0{,}158) = 1{,}188$;

$e = 33{,}97 \cdot 1{,}188 + 36 = 40{,}35 + 36 = 76{,}35$ см;

при $\xi_R = 0{,}550$ и $A_R = 0{,}399$ находим:

$A'_s = [0{,}95 \cdot 1152800 \cdot 76{,}35 - 0{,}399 \cdot 1{,}1 \cdot 14{,}5(100) \cdot 50 \cdot 76^2] / 365(100) \cdot 72 = -38{,}1 < 0$;

назначаем A'_s по конструктивным соображениям равным 7,6 см². Принимаем 3ø18А-III $A'_s = 7{,}63$ см²

$A_0 = [0{,}95 \cdot 1152800 \cdot 76{,}35 - 365(100) \cdot 7{,}63 \cdot 72] / 14{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 50 \cdot 76^2 = 0{,}138$; $\xi = 0{,}15$;

$A_s = [14{,}5(100) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}15 \cdot 50 \cdot 76 - 1152800 \cdot 0{,}95] / 365(100) + 7{,}63 = -5{,}10 + 7{,}63 = 2{,}53$ см².

Сечение A_s также назначаем конструктивно, принимая $A_s = A'_s = 7{,}63$ см² (3ø18А-III);

$\mu = 2 \cdot 7{,}63 / 50 \cdot 80 = 0{,}0038$, что близко к предварительно принятому $\mu = 0{,}004$.

Проверка подкрановой части колонны в плоскости, перпендикулярной плоскости изгиба: расчетная длина $l'_0 = 0{,}8 H_H = 0{,}8 \cdot 8{,}35 = 6{,}68$ м.

Радиус инерции $i = \sqrt{b^2/12} = \sqrt{50^2/12} = 14{,}43$ см.

Гибкость $\lambda = l'_0 / i = 668/14{,}43 = 46{,}29$, что меньше $l_0 / i = 1252/23{,}1 = 54{,}2$ в плоскости действия момента; следовательно, расчет из плоскости изгиба можно не выполнять.

Окончательно принимаем в сечении надкрановой части колонны у наружной и внутренней грани по 3ø16А-III; в сечении подкрановой части колонны у наружной и внутренней грани по 3ø18А-III.

Армирование колонны см. в прил.5.

Спецификация арматуры в чертежах должна быть выполнена по прил.11.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

8. РАСЧЕТ МОНОЛИТНОГО ВНЕЦЕНТРЕННО НАГРУЖЕННОГО ФУНДАМЕНТА ПОД КОЛОННУ (ШАГ КОЛОНН 12 м)

Данные для проектирования

Глубину заложения подошвы принимаем из условия промерзания грунта равной $d = 1{,}65$ м. Обрез фундамента на отметке -0,15 м. Расчетное сопротивление грунта основания $R_0 = 0{,}25$ МПа, средний удельный вес материала фундамента и грунта на нем $\gamma_m = 20$ кН/м³. Бетон фундамента тяжелый класса В12,5 с расчетными характеристиками при $\gamma_{b2} = 1{,}1$; $R_b = 1{,}1 \cdot 7{,}5 = 8{,}25$ МПа; $R_{bt} = 1{,}1 \cdot 0{,}66 = 0{,}726$ МПа под фундаментом предусматривается бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона класса В3,5.

Определение нагрузок и усилий

На фундамент в уровне его обреза (сечение IV-IV) передаются от колонны следующие усилия (табл.12).

Расчет выполняем на наиболее опасную комбинацию расчетных усилий $N_{\max} = 1612{,}7$ кН; $M_c = -322{,}66$ кН·м; $Q_c = 66{,}01$ кН.

Нормативные значения усилий:

$N_n = N_{\max} / \gamma_f = 1612{,}7/1{,}15 = 1402{,}3$ кН;

$M_n = 322{,}66/1{,}15 = 280{,}6$ кН·м;

$Q_n = 66{,}01/1{,}15 = 57{,}4$ кН,

где $\gamma_f = 1{,}15$ - усредненный коэффициент надежности по нагрузке.

Расчетная нагрузка от веса части стены ниже отметки $8{,}2$, передающаяся на фундамент $F_3 = G_w = 72{,}7$ кН; нормативная нагрузка $G_{nw} = 72{,}7/1{,}1 = 66{,}1$ кН.

Эксцентриситет приложения нагрузки от стены $e_w = t_w/2 + h_H/2 = 300/2 + 800/2 = 550$ мм $= 0{,}55$ м.

Изгибающие моменты от веса стены относительно оси фундамента:

$M_w = -72{,}7 \cdot 0{,}55 = -39{,}98$ кН·м;

$M_{n,w} = -66{,}1 \cdot 0{,}55 = -36{,}3$ кН·м.

Расчетная схема усилий для фундамента, показана на рис.17.

Расчетные усилия, действующие относительно оси симметрии подошвы фундамента, без учета массы фундамента и грунта на нем

$M_f = -M_c - Q_c \cdot h_f - M_w = -322{,}66 - 66{,}01 \cdot 1{,}5 - 39{,}98 = -461{,}65$ кН·м;

$N_f = N_{\max} + G_w = 1612{,}7 + 72{,}7 = 1685{,}4$ кН.

То же, нормативные значения усилий

$M_{nf} = -280{,}6 - 57{,}4 \cdot 1{,}5 - 36{,}3 = -403$ кН·м;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$N_{nf} = 1402{,}3 + 66{,}1 = 1468{,}4$ кН.

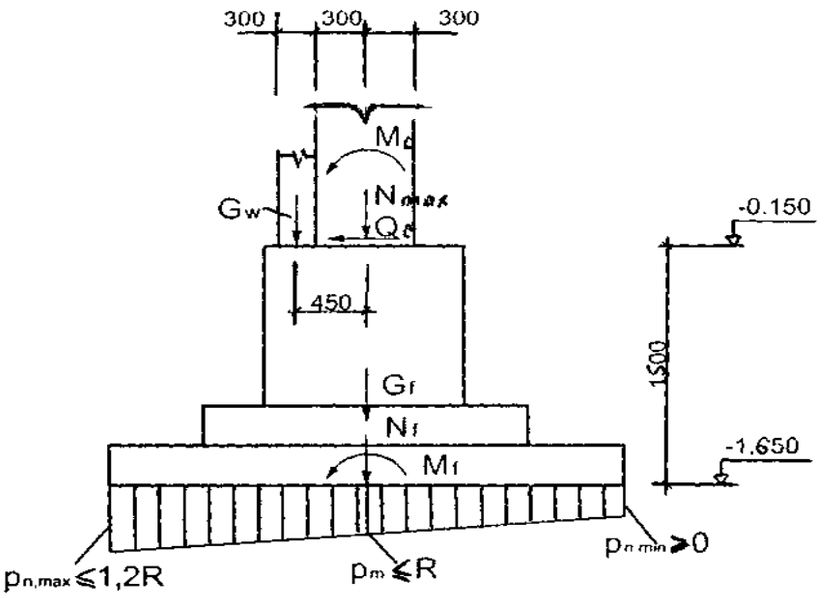


Рис.17. Расчетная схема усилий для фундамента

Определение размеров подошвы фундамента

Примем соотношение сторон $m = b/l = 0{,}8$ и предварительно устанавливаем размер меньшей стороны как для центрально нагруженного фундамента

$$b = \sqrt{\frac{N_n + G_{nw}}{R_0 - \gamma_m \cdot d}} = \sqrt{\frac{1468{,}4}{250 - 20 \cdot 1{,}65}} = 2{,}6 \text{ м.}$$

Размер большей стороны $l = b/m = 2{,}6/0{,}8 = 3{,}25$ м; принимаем унифици-рованные размеры кратные 0,3 м $b \times l = 2{,}7 \times 3{,}3$ м; тогда площадь подошвы $A = 2{,}7 \times 3{,}3 = 8{,}91$ м², а момент сопротивления $W = bl^2/6 = 2{,}7 \cdot 3{,}3^2/6 = 4{,}9$ м³.

Проверка давлений под подошвой фундамента

Принятые размеры подошвы должны обеспечивать выполнение следующих условий:

$p_{n,\max} \le 1{,}2R_0$; $p_{n,\min} \ge 0$; $p_{n,m} \le R_0$.

Давление на грунт определяем с учетом веса фундамента и грунта на нем по формуле

$$p_n = \frac{N_{nf}}{A} \pm \frac{M_{nf}}{W} + \gamma_m \cdot d,$$

где $N_{nf} = 1468{,}4$ кН, $M_{nf} = 403$ кН – усилия на уровне подошвы фундамента от нагрузок с коэффициентом $\gamma_f = 1$. Знак Q при переходе на фундамент меняется на обратный.

Комбинация $N_{\max}$

$$p_n = \frac{1468{,}4}{8{,}91} \pm \frac{-403}{4{,}9} + 20 \cdot 1{,}65 = 164{,}8 \pm 82{,}2 + 33;$$

$p_{n,\max} = 164{,}8 + 82{,}2 + 33 = 280$ кПа < 300 кПа;

$p_{n,\min} = 164{,}8 - 82{,}2 + 33 = 115{,}6$ кПа > 0;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$p_{n,m} = 164{,}8 + 33 = 197{,}8 < 250$ кПа.

Давление p_n не превышают допускаемых, т.е. принятые размеры подошвы фундамента достаточны.

Для расчета фундамента по прочности нужны также величины давления на грунт от нагрузок при коэффициенте $\gamma_f > 1$, но без учета веса фундамента и грунта на нем.

$$p = \frac{1685{,}4}{8{,}91} \pm \frac{461{,}65}{4{,}9} = 189{,}1 \pm 94{,}2;$$

$p_{\max} = 189{,}1 + 94{,}2 = 283{,}3$ кПа;

$p_{\min} = 189{,}1 - 94{,}2 = 94{,}9$ кПа;

$p_m = 189{,}1 \approx 190$ кПа.

Определение конфигурации фундамента и проверка нижней ступени

Проектируем фундамент с подколонником и ступенчатой плитной частью (рис.18)

$l_{cf} = h_c + 2t_1 + 2\delta_1 = 800 + 2 \cdot 250 + 2 \cdot 100 = 1500$ мм;

$b_{cf} = b_c + 2t_2 + 2\delta_2 = 500 + 2 \cdot 250 + 2 \cdot 100 = 1200$ мм,

где t_1, t_2 и δ_1, δ_2 - соответственно толщина стенок стакана и зазор между гранью колонны и стенкой стакана в направлении сторон l и b.

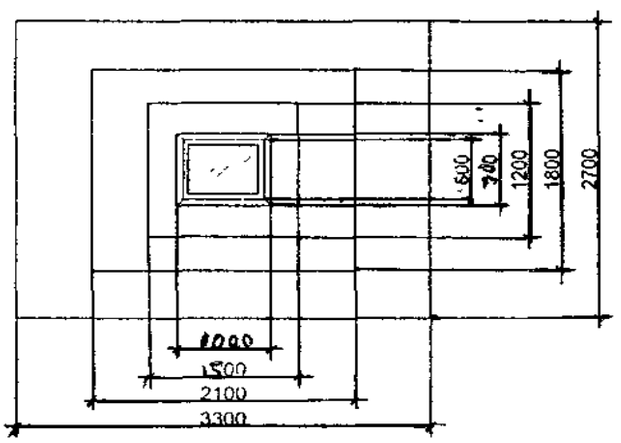


Рис.18. Геометрические размеры фундамента

Рабочую высоту плитной части фундамента предварительно можно установить из условия продавливания от граней подколонника по формуле

$$h_{0,pl} = -\frac{b_c}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{b_c^2 + \frac{2b(l - h_c) - (b - b_c)^2}{1 + R_{bt}/p_{\max}}},$$

принимая $b_c = b_{cf} = 1{,}2$ м и $h_c = l_{cf} = 1{,}5$ м, получим

$$h_{0,pl} = -\frac{1{,}2}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{1{,}2^2 + \frac{2 \cdot 2{,}7 \cdot (3{,}3 - 1{,}5) - (2{,}7 - 1{,}2)^2}{1 + 726/283{,}3}} = 0{,}34 \text{ м}.$$

Принимаем плитную часть из двух ступеней высотой $h_1 = h_2 = 300$ мм, при этом консольный вынос нижней ступени получается меньше оптимального, равного $3h_{01}$

$$0{,}5(l - l_{cf}) = 0{,}5(3{,}3 - 2{,}1) = 0{,}6 < 3 \cdot 0{,}25 = 0{,}75 \text{ м},$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

где $h_{01} = h_1 - a = 300 - 50 = 250$ мм $= 0{,}25$ м.

Размеры в плане второй ступени назначаем кратно 300 мм, т.е. $b_1 \times l_1 = 1{,}8 \times 2{,}1$ м. Тогда консольные выносы ступеней составят:

первой (нижней) - $c_1 = 0{,}5(3{,}3 - 2{,}1) = 0{,}6$ м $< 0{,}75$ м;

второй - $c_2 = 0{,}5(2{,}1 - 1{,}5) = 0{,}3$ м.

Глубина стакана под колонну $h_d = h_c + 50 = 800 + 50 = 850$ мм, размеры дна стакана: $b_h = 500 + 2 \cdot 50 = 600$ мм; $h_h = 800 + 2 \cdot 50 = 900$ мм.

Проверка высоты нижней ступени

Высота и вынос нижней ступени проверяются на продавливание и поперечную силу. Проверку на продавливание выполняем из условия

$$P \le R_{bt} \cdot b_m \cdot h_{01},$$

где $P = p_{\max} \cdot A_{f0}$ - продавливающая сила;

$b_m = b_1 + h_{01} = 1{,}8 + 0{,}25 = 2{,}05$ м – размер средней линии грани пирамиды продавливания.

При $b - b_1 = 2{,}7 - 1{,}8 = 0{,}9$ м $> 2h_{01} = 2 \cdot 0{,}25 = 0{,}5$ м площадь $A_{f0} = 0{,}5b(l - l_1 - 2h_{01}) -$

$- 0{,}25(b - b_1 - 2h_{01})^2 = 0{,}5 \cdot 2{,}7 \cdot (3{,}3 - 2{,}1 - 2 \cdot 0{,}25) - 0{,}25(2{,}7 - 1{,}8 - 2 \cdot 0{,}25)^2 = 0{,}945 - 0{,}04 =$

$= 0{,}905$ м², тогда продавливающая сила

$P = 283{,}3 \cdot 0{,}905 = 256{,}4$ кН $< 726 \cdot 2{,}05 \cdot 0{,}25 = 372$ кН – продавливание нижней ступе-ни не произойдет.

Выполним проверку по поперечной силе для наклонного сечения, начинающегося от грани второй ступени. Длина горизонтальной проекции этого наклонного сечения $c = h_{01} = 0{,}25$ м: поперечная сила, создаваемая реактивным давлением грунта, в конце наклонного сечения

$Q = p_{\max} \cdot (c_1 - h_{01})b = 283{,}3 \cdot (0{,}6 - 0{,}25) \cdot 2{,}7 = 267{,}7$ кН.

Минимальное поперечное усилие, воспринимаемое одним бетоном $Q_{b,\min} = 0{,}6 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{01} = 0{,}6 \cdot 726 \cdot 2{,}7 \cdot 0{,}25 = 294$ кН.

Так как $Q = 267{,}7$ кН $< Q_{b,\min} = 294$ кН прочность нижней ступени по поперечной силе достаточна.

Проверку второй ступени на продавливание можно не производить, так как принятая рабочая высота плитной части $h_{0,pl} = h_{02} = 600 - 50 = 550$ мм значительно превышает требуемую из расчета на продавливание.

Подбор арматуры подошвы

Под действием реактивного давления грунта ступени фундамента работают на изгиб как консоли, защемленные в теле фундамента. Изгибающие моменты определяют в обоих направлениях для сечений по граням уступов и по грани колонны (рис.19).

Площадь сечения рабочей арматуры подошвы определяется по формуле

$$A_{s,i} = \frac{M_{i-i}}{0{,}9 R_s h_{0i}},$$

где M_{i-i} и h_{0i} - момент и рабочая высота в *i*-ом сечении.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

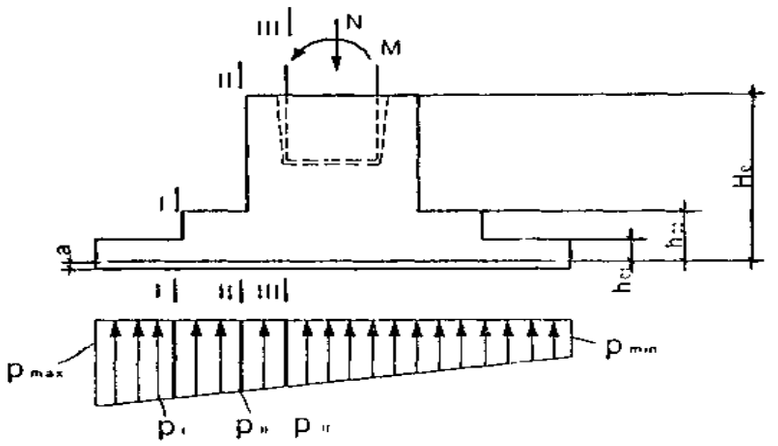


Рис.19. К подбору арматуры подошвы фундамента

Подбор арматуры в направлении длинной стороны подошвы.

Сечение I-I ($h_{01} = 250$ мм)

$$p_1 = p_{\max} - (p_{\max} - p_{\min})\frac{c_1}{l} = 283,,-(283,3 - 94,9)\cdot\frac{0,6}{3,3} = 249 \text{ кПа;}$$

$$M_{I-I} = b \cdot c_1^2 \cdot \frac{2p_{\max} + p_1}{6} = 2,7 \cdot 0,6^2 \cdot \frac{2 \cdot 283,3 + 249}{6} = 132,1 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,I} = \frac{132,1 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 280 \cdot 250} = 2096,8 \text{ мм².}$$

Сечение II-II ($h_{02} = 550$ мм)

$$p_{II} = 283,3 - (283,3 - 94,9)\cdot\frac{0,9}{3,3} = 231,9 \text{ кПа;}$$

$$M_{II-II} = 2,7 \cdot 0,9^2 \frac{2 \cdot 283,3 + 231,9}{6} = 291 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,II} = \frac{291 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 280 \cdot 550} = 2099,5 \text{ мм².}$$

Сечение III-III ($h_{03} = 1450$ мм)

$$p_{III} = 283,3 - (283,3 - 94,9)\frac{1,25}{3,3} = 211,94 \text{ кПа;}$$

$$M_{III-III} = 2,7 \cdot 1,25^2 \frac{2 \cdot 283,3 + 211,94}{6} = 547,4 \text{ кН·м;}$$

$$A_{s,III} = \frac{547,4 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 280 \cdot 1450} = 1498 \text{ мм².}$$

Принимаем в направлении длинной стороны 14ø14А-II ($A_s = 2155$ мм² $> A_{s,II} = 2099,5$ мм²) с шагом 200 м.

Подбор арматуры в направлении короткой стороны

Расчет ведем по среднему давлению по подошве $p_m = 190$ кПа. Учитываем, что стержни этого направления будут во втором (верхнем) ряду, поэтому рабочая высота $h_{0i} = h_i - a - (d_1 + d_2)/2$. Полагаем, что диаметр стержней вдоль короткой

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

стороны тоже будет не более 14 мм. Сечение I'-I' по грани второй ступени ($h_{01} = 300 - 50 - 14 = 236$ мм)

$$M'_{I-I} = 0{,}125 \cdot p_m \cdot l(b - b_1)^2 = 0{,}125 \cdot 190 \cdot 3{,}3 \cdot (2{,}7 - 1{,}8)^2 = 63{,}5 \text{ кН·м};$$

$$A_{s,I'} = \frac{63{,}5 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 236} = 1067{,}7 \text{ мм}^2.$$

Сечение II'-II' по грани подколонника ($h_{02} = 600 - 50 - 14 = 536$ мм)

$$M'_{II-II} = 0{,}125 \cdot 190 \cdot 3{,}3 \cdot (2{,}7 - 1{,}2)^2 = 176{,}3 \text{ кН·м};$$

$$A_{s,II'} = \frac{176{,}3 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 536} = 1305{,}2 \text{ мм}^2.$$

Сечение III'-III' по грани колонны ($h_{03} = 1500 - 50 - 14 = 1436$ мм)

$$M'_{III-III} = 0{,}125 \cdot 190 \cdot 3{,}3 \cdot (2{,}7 - 0{,}5)^2 = 379{,}3 \text{ кН·м};$$

$$A_{s,III'} = \frac{379{,}3 \cdot 10^6}{0{,}9 \cdot 280 \cdot 1436} = 1048 \text{ мм}^2.$$

В соответствии с конструктивными требованиями наименьший допустимый диаметр стержней должен быть не менее 10 мм (при длине стороны до 3 м), а наибольший шаг стержней не должен превышать 200 мм. Принимаем вдоль короткой стороны фундамента 17ø10A-II ($A_s = 1335$ мм² $> A_{s,II'} = 1305{,}2$ мм²) с шагом 200 мм.

Расчет подколонника и его стаканной части не производим. По конструктивным требованиям количество продольной арматуры должно быть не менее 0,05% площади поперечного сечения подколонника

$$A_s = A'_s = 0{,}0005 \cdot b_{cf} \cdot h_{cf} = 0{,}0005 \cdot 1500 \cdot 1200 = 900 \text{ мм}^2.$$

Принимаем 5ø16A-II ($A_s = A'_s = 1005$ мм²) у граней подколонника, перпендикулярных плоскости изгиба, принимаем стержни минимально допустимого диаметра с шагом не более 400 мм, т.е. по 5ø10A-II. Поперечную арматуру стакана принимаем конструктивно ø8A-I ($A_{sw} = 50{,}3$ мм²).Армирование фундамента см. в прил.6.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства». Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2020 г. N 282-ст взамен ГОСТ Р 21.1101-2013
2. Илюнин, В. А. Железобетонные и каменные конструкции : учебно-методическое пособие / В. А. Илюнин, А. С. Чугунов, О. В. Жадан ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Кафедра строительства зданий и сооружений. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2019. – 153 с. : схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/
3. Петров, Е. В. Технология возведения каменных конструкций зданий : учебное пособие : [16+] / Е. В. Петров, А. В. Рубанов ; Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), 2017. – 116 с. : схем, табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/
4. Румянцева, И. А. Железобетонные и каменные конструкции : [16+] / И. А. Румянцева ; Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2011. – 143 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/
5. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 20.13330.2011 "СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия".
6. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции». ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 63.13330.2012.
7. Фролов, А. А. Строительные конструкции : учебное пособие / А. А. Фролов. – 2-е изд., стер. – Минск : РИПО, 2021. – 284 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/

информационно-коммуникационная сеть «Интернет»

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации	https://minstroyrf.gov.ru/
2.	Научный журнал «Инженерный вестник Дона»	http://www.ivdon.ru/
3.	Журнал «Архитектура и строительство России»	http://asrmag.ru/
4.	Сайт студент-строитель	https://student-stroitel.ru/

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Нагрузки и габариты мостовых кранов среднего режима работы.

Основные параметры мостовых кранов и их параметры															
			Грузоподъемность крана Q, т	Пролеты, м		Размеры, мм			Давление колеса крана, кН		Вес, кН				
				пром. здания l	моста крана $l_к$	Б	B_2	К	максим. $F_{n,\,max}$	миним. $F_{n,\,min}$	крана $G_{кр}$	тележки $G_т$			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
			10	12	10,5	1900	6300	4400	115	22	175	40			
				18	16,5			4400	125	30	215				
				24	22,5			4400	145	40	270				
				30	28,5			5000	170	54	348				
			15	12	10,5	2300	6300	4400	145	30	200	53			
				18	16,5			4400	165	35	250				
				24	22,5			4400	185	45	310				
				30	28,5			5000	210	70	410				
			20	12	10,5	2400	6300	4400	175	40	230	84			
				18	16,5			4400	195	45	280				
				24	22,5			4400	220	58	350				
				30	28,5			5000	255	75	460				

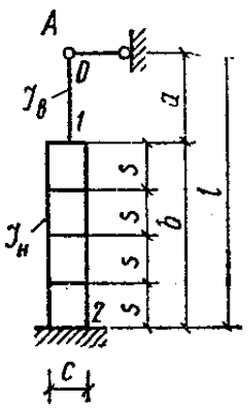
Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Окончание прил.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
30	12	10,5	2750	6300	5100	255	68	335	112	
	18	16,5			5100	275	80	410		
	24	22,5			5100	310	92	500		
	30	28,5			5100	340	112	605		

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Формулы для расчета двухветвевых и сплошных колонн.



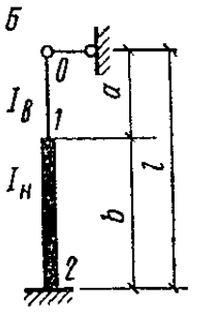
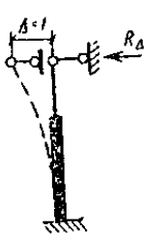
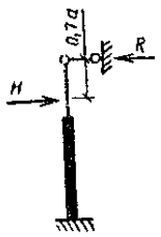
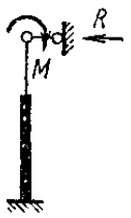
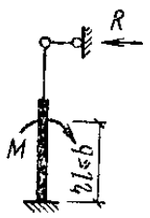
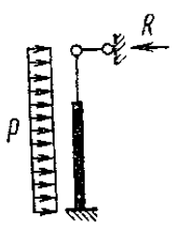


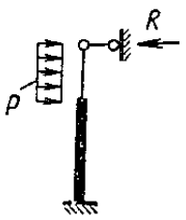
Схема загружения	Опорная реакция R
	$R_\psi = \frac{3E_b I_H}{l^2(1+k+k_1)}$
	$R_\Delta = \frac{3E_b I_H}{l^3(1+k+k_1)}$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение прил. 2

Схема загружения	Опорная реакция R
	$R=\frac{3M\left(1-\alpha^2\right)}{2l\left(1+k+k_1\right)}$
	$R=\frac{H\left(1-\alpha+k_1\right)}{1+k+k_1}$
	$R=\frac{3M\left(1+k/\alpha\right)}{2l\left(1+k+k_1\right)}$
	$R=\frac{3M\eta\left(2-\eta\right)}{2l\left(1+k+k_1\right)}$
	$R=\frac{3pl\left[1+\alpha k+1{,}33\left(1+\alpha\right)k_1\right]}{8\left(1+k+k_1\right)}$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Схема загружения	Опорная реакция R
	$R=\dfrac{pl\left[3\left(1+\alpha k\right)-\left(3+\alpha\right)\left(1-\alpha\right)^3+k_1\right]}{8\left(1+k+k_1\right)}$

Обозначения: $\alpha=a/l$; $k=\alpha^3\left(I_H/I_B-1\right)$; $k_1=\left(1-\alpha\right)^3 I_H/8n^2 I$; $I_H=Ac^2/2$; A - площадь сечения ветви, n - число панелей двухветвевой колонны. Остальные обозначения см. *на рис. А*.

В расчете сплошных колонн (*рис. Б*) при определении реакции R следует в формулах, приведенных выше для двухветвевых колонн, принять $k_1=0$, а момент инерции I_H нижней подкрановой части колонны определять как для сплошного сечения.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Вспомогательная таблица для расчета изгибаемых элементов прямоугольного сечения, армированных одиночной арматурой.

$\varepsilon = \chi/h_0$	$\zeta = z_b/h_0$	A_0	$\varepsilon = \chi/h_0$	$\zeta = z_b/h_0$	A_0
0,01	0,995	0,01	0,37	0,815	0,301
0,02	0,99	0,02	0,38	0,81	0,309
0,03	0,985	0,03	0,39	0,805	0,314
0,04	0,98	0,039	0,4	0,8	0,32
0,05	0,975	0,048	0,41	0,795	0,326
0,06	0,97	0,058	0,42	0,79	0,332
0,07	0,965	0,067	0,43	0,785	0,337
0,08	0,96	0,077	0,44	0,78	0,343
0,09	0,955	0,085	0,45	0,775	0,349
0,1	0,95	0,095	0,46	0,77	0,354
0,11	0,945	0,104	0,47	0,765	0,359
0,12	0,94	0,113	0,48	0,76	0,365
0,13	0,935	0,121	0,49	0,755	0,37
0,14	0,93	0,13	0,5	0,75	0,375
0,15	0,925	0,139	0,51	0,745	0,38
0,16	0,92	0,147	0,52	0,74	0,385
0,17	0,915	0,155	0,53	0,735	0,39
0,18	0,91	0,164	0,54	0,73	0,394
0,19	0,905	0,172	0,55	0,725	0,399
0,2	0,9	0,18	0,56	0,72	0,403
0,21	0,895	0,188	0,57	0,715	0,408
0,22	0,89	0,196	0,58	0,71	0,412
0,23	0,885	0,203	0,59	0,705	0,416
0,24	0,88	0,211	0,6	0,7	0,42
0,25	0,875	0,219	0,61	0,695	0,424
0,26	0,87	0,226	0,62	0,69	0,428
0,27	0,865	0,236	0,63	0,685	0,432
0,28	0,86	0,241	0,64	0,68	0,435
0,29	0,855	0,248	0,65	0,675	0,439
0,3	0,85	0,255	0,66	0,67	0,442
0,31	0,845	0,262	0,67	0,665	0,446
0,32	0,84	0,269	0,68	0,66	0,449
0,33	0,835	0,275	0,69	0,655	0,452
0,34	0,83	0,282	0,7	0,65	0,455
0,35	0,825	0,289			
0,36	0,82	0,295			

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

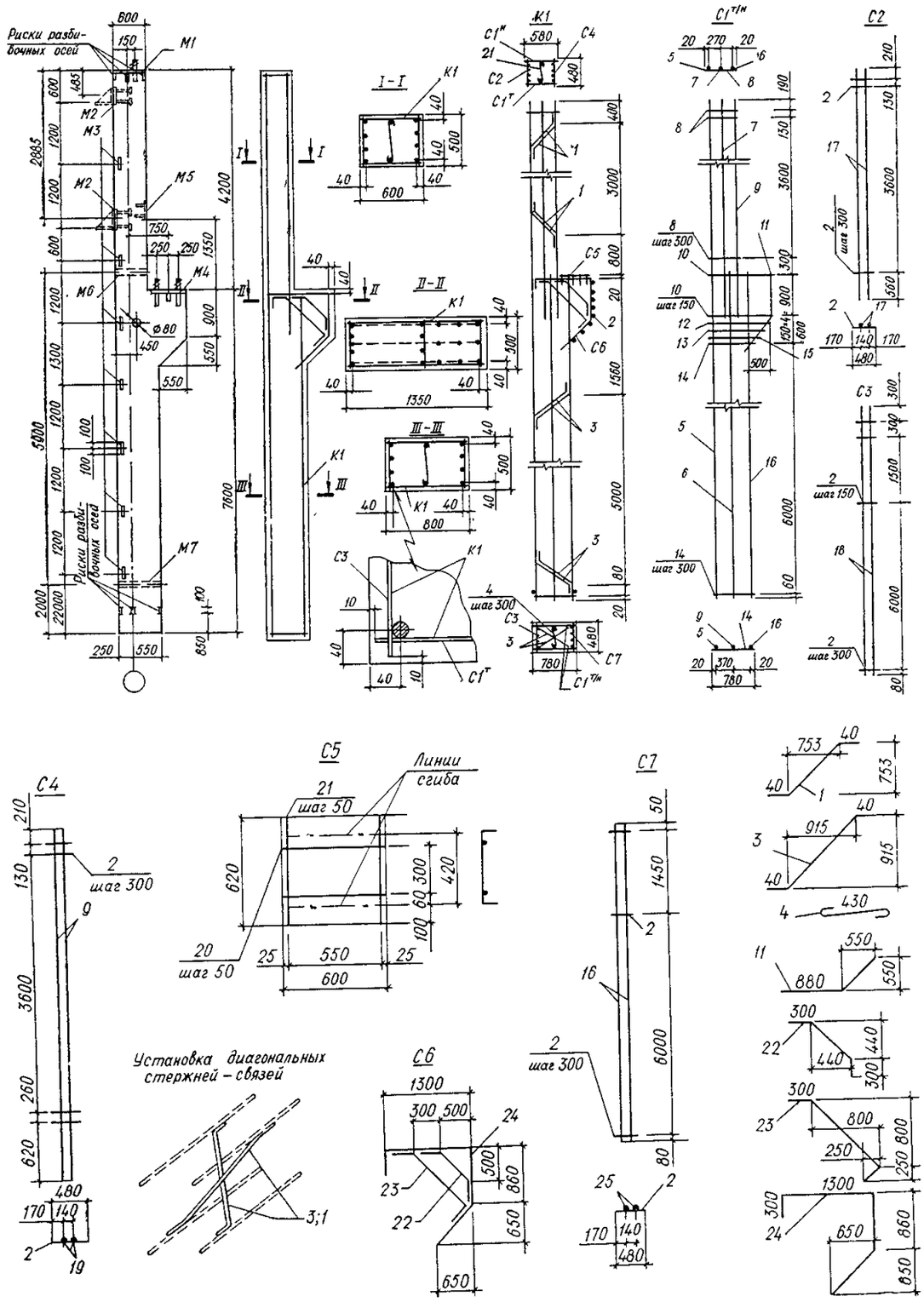
Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram
WhatsApp
MAX
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расчетные площади поперечных сечений и масса арматуры.

Диаметр, мм	Расчетные площади поперечного сечения, см², при числе стержней										Масса, кг/м	Диаметр, мм	Сортамент горячекатанной арматуры периодического профиля из стали классов							Сортамент арматурной проволоки		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			A-II	A-III	A-IV	Ат-IVс	A-V	Ат-V	A-VI Ат-VI	Вр-I	Вр-II	В-II
3	0,071	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,052	3	-	-	-	-	-	-	-	X	X	
4	0,126	0,25	0,38	0,5	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	0,092	4	-	-	-	-	-	-	-	X	X	
5	0,196	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,144	5	-	-	-	-	-	-	-	X	X	
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,42	1,7	1,98	2,26	2,55	2,83	0,222	6	-	X	-	-	-	-	-	-	X	
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	0,302	7	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03	0,395	8	-	X	-	-	-	-	-	-	X	
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36	0,499	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	0,617	10	X	X	X	-	X	X	X	-	-	
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	0,888	12	X	X	X	-	X	X	X	-	-	
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39	1,208	14	X	X	X	-	X	X	X	-	-	
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	20,11	1,578	16	X	X	X	X	X	X	-	-	-	
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,9	25,45	1,998	18	X	X	X	X	X	X	-	-	-	
20	3,142	6,28	9,41	12,56	15,71	18,85	21,99	25,14	28,28	31,42	2,466	20	X	X	-	X	X	X	-	-	-	
22	3,801	7,6	11,4	15,2	19	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	2,984	22	X	X	-	X	X	X	-	-	-	
25	4,909	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,13	49,09	3,853	25	X	X	-	X	-	X	-	-	-	
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,1	49,26	55,42	61,58	4,834	28	X	X	-	X	-	-	-	-	-	
32	8,042	16,06	24,13	32,17	40,21	48,25	56,3	64,34	72,38	80,42	6,313	32	X	X	-	-	-	-	-	-	-	
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,9	61,08	71,26	81,44	91,62	101,8	7,99	36	X	X	-	-	-	-	-	-	-	
40	12,56	25,12	37,68	50,24	62,8	75,36	87,92	100,48	113,04	125,6	9,87	40	X	X	-	-	-	-	-	-	-	

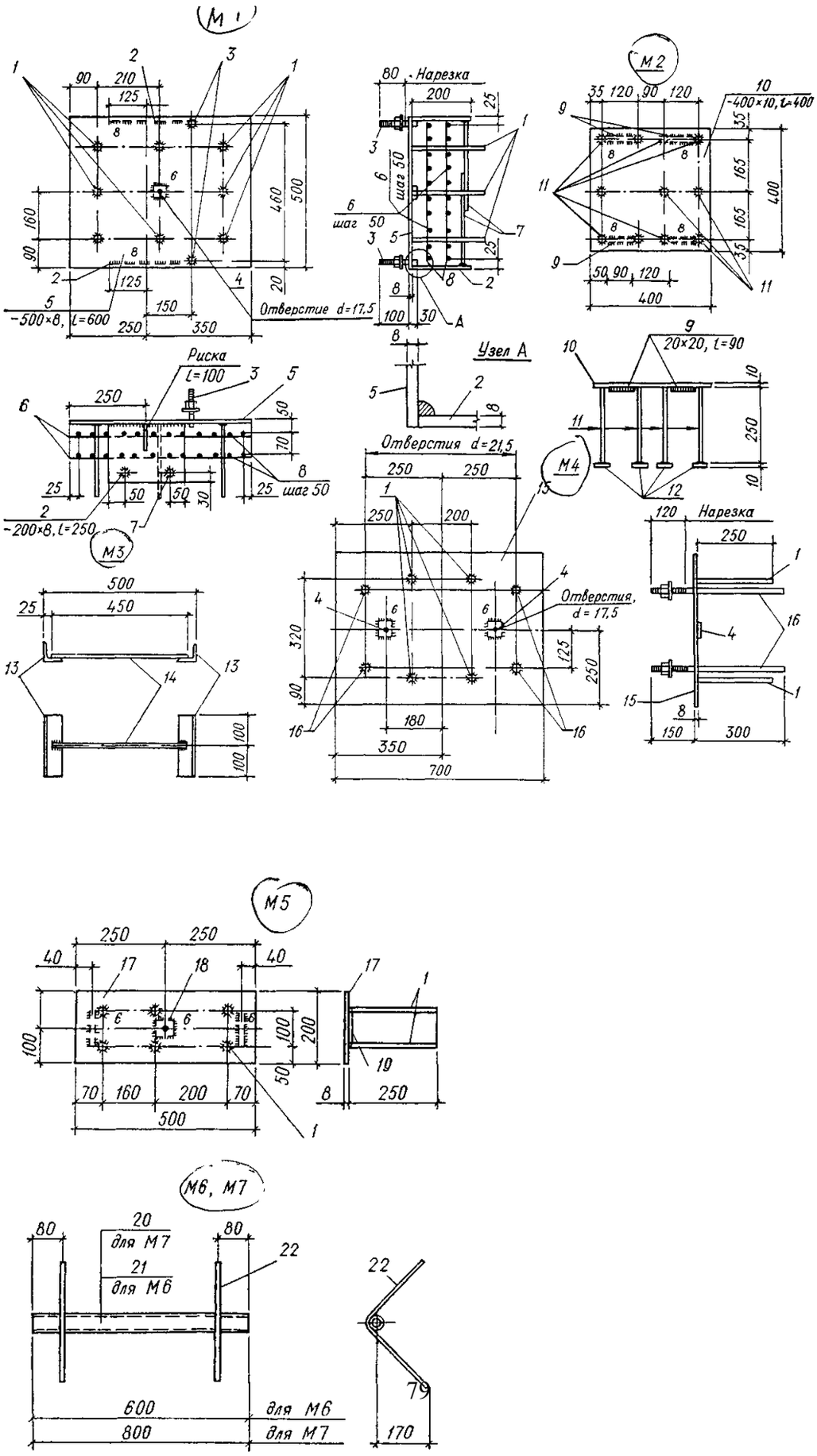
Примечание. Значком "X" отмечены прокатываемые диаметры.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Армирование сплошной колонны, закладные детали к колонне.



Колонна по оси А (опалубочный чертеж и детали)

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru



Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

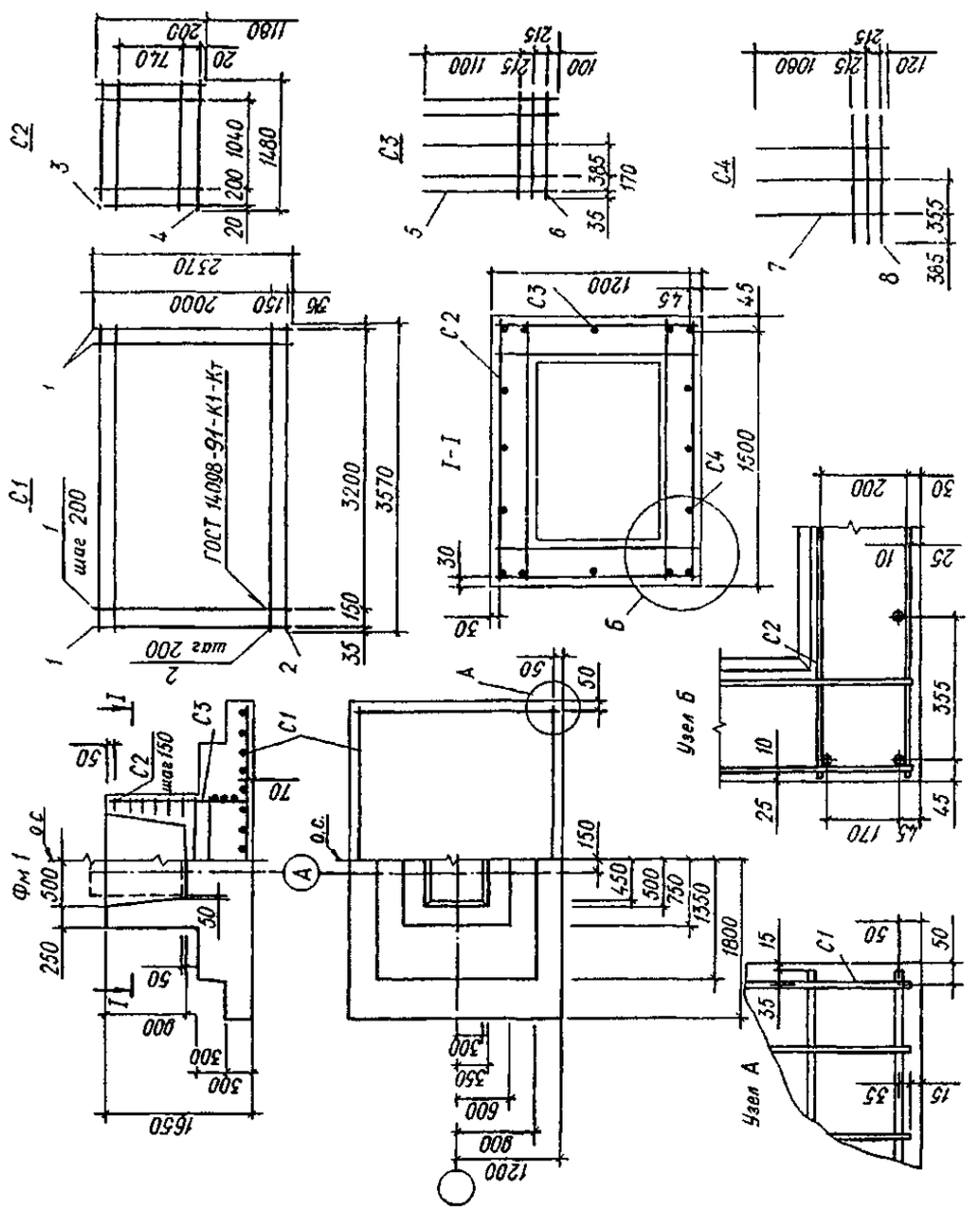
Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер

disynergy.ru

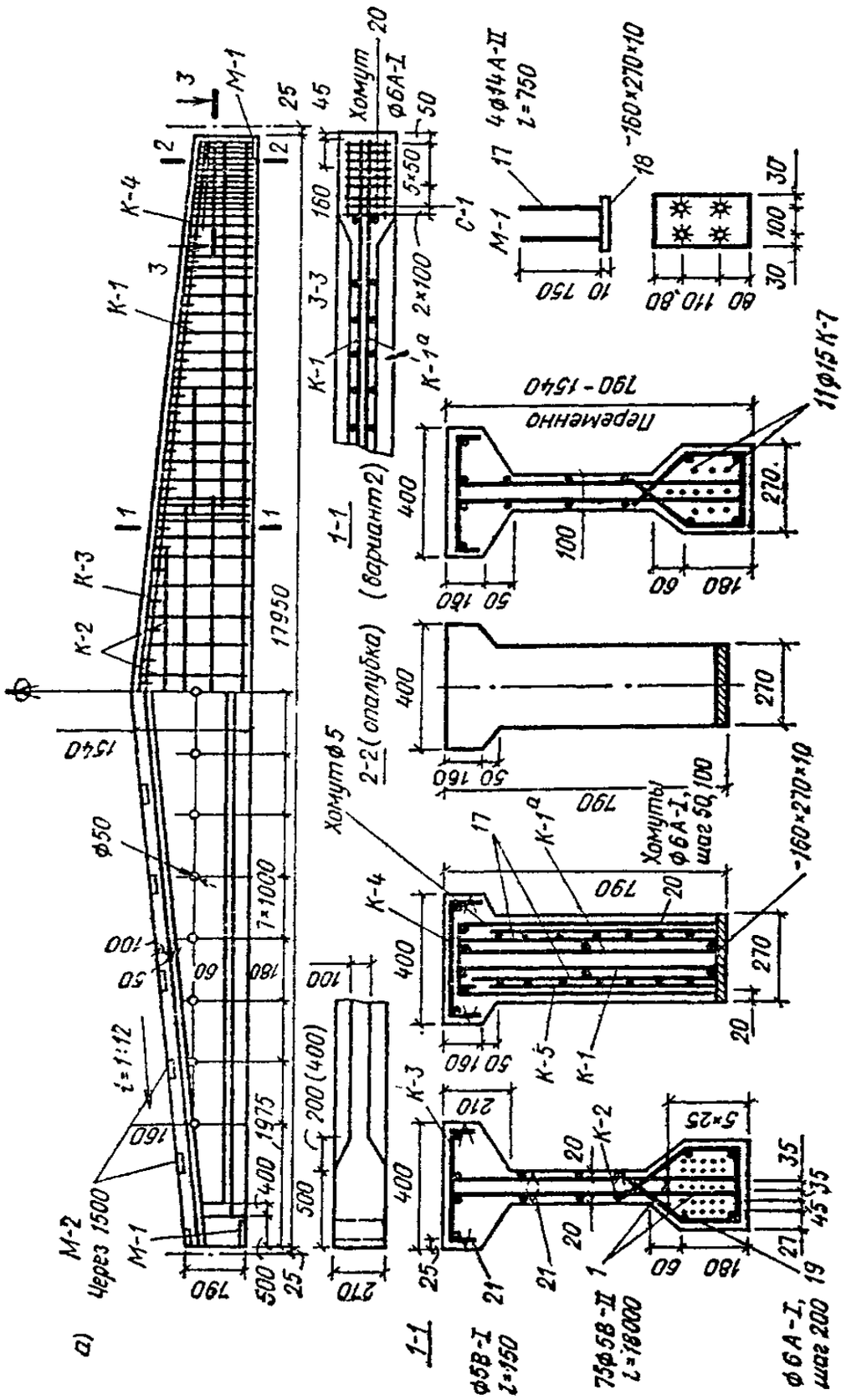
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Фундамент под колонну



Фундамент под колонну по оси А

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Армирование балки.



Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

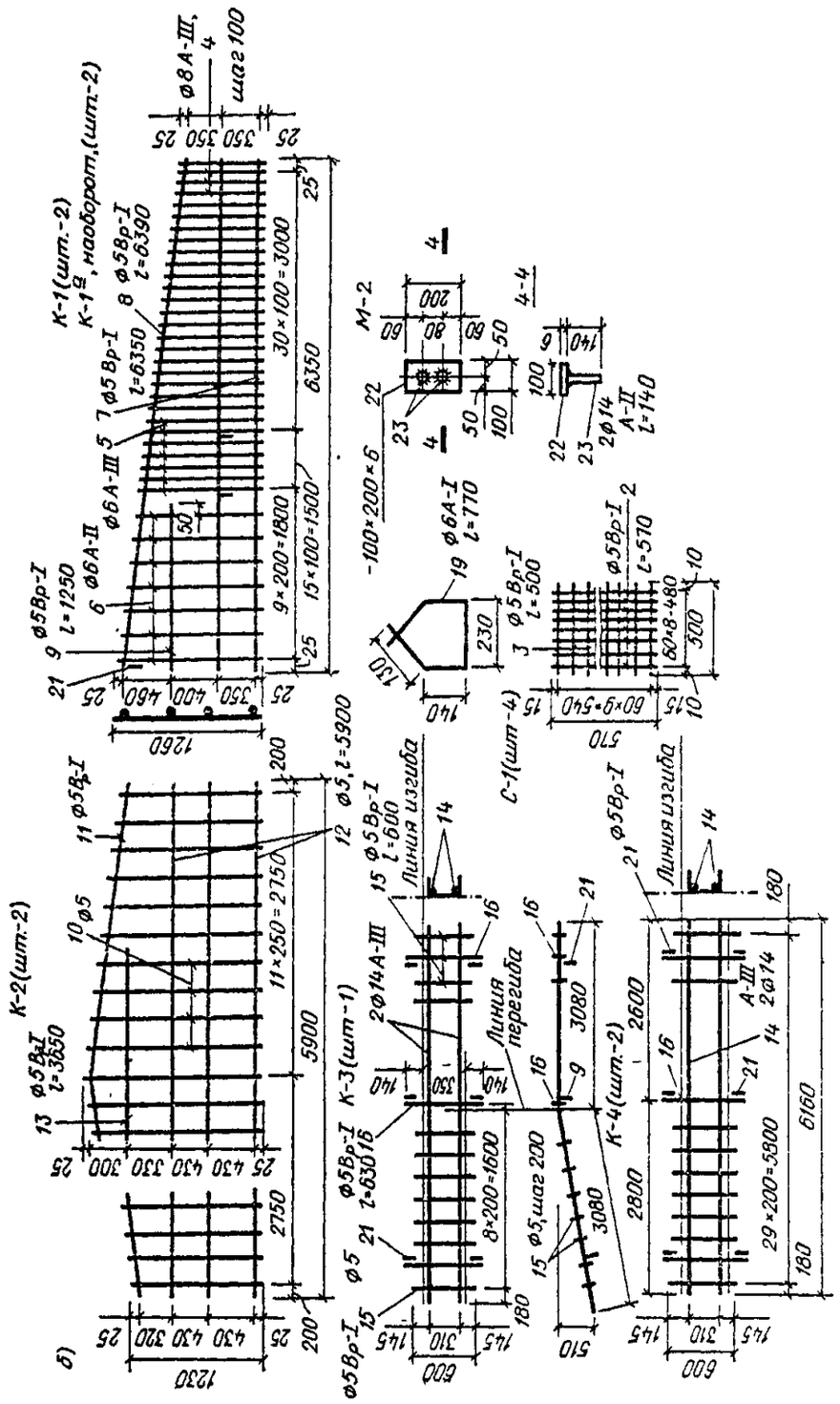
Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер

disynergy.ru

Окончание прил.7



Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Конструкция железобетонной балки L=18 м

а – общий вид и детали сечений; б – конструкция сварных арматурных каркасов и сеток; С – сетки; К – каркасы; М – закладные стальные детали; 1÷23 – номера стержней и стальных пластин

ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Армирование фермы.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

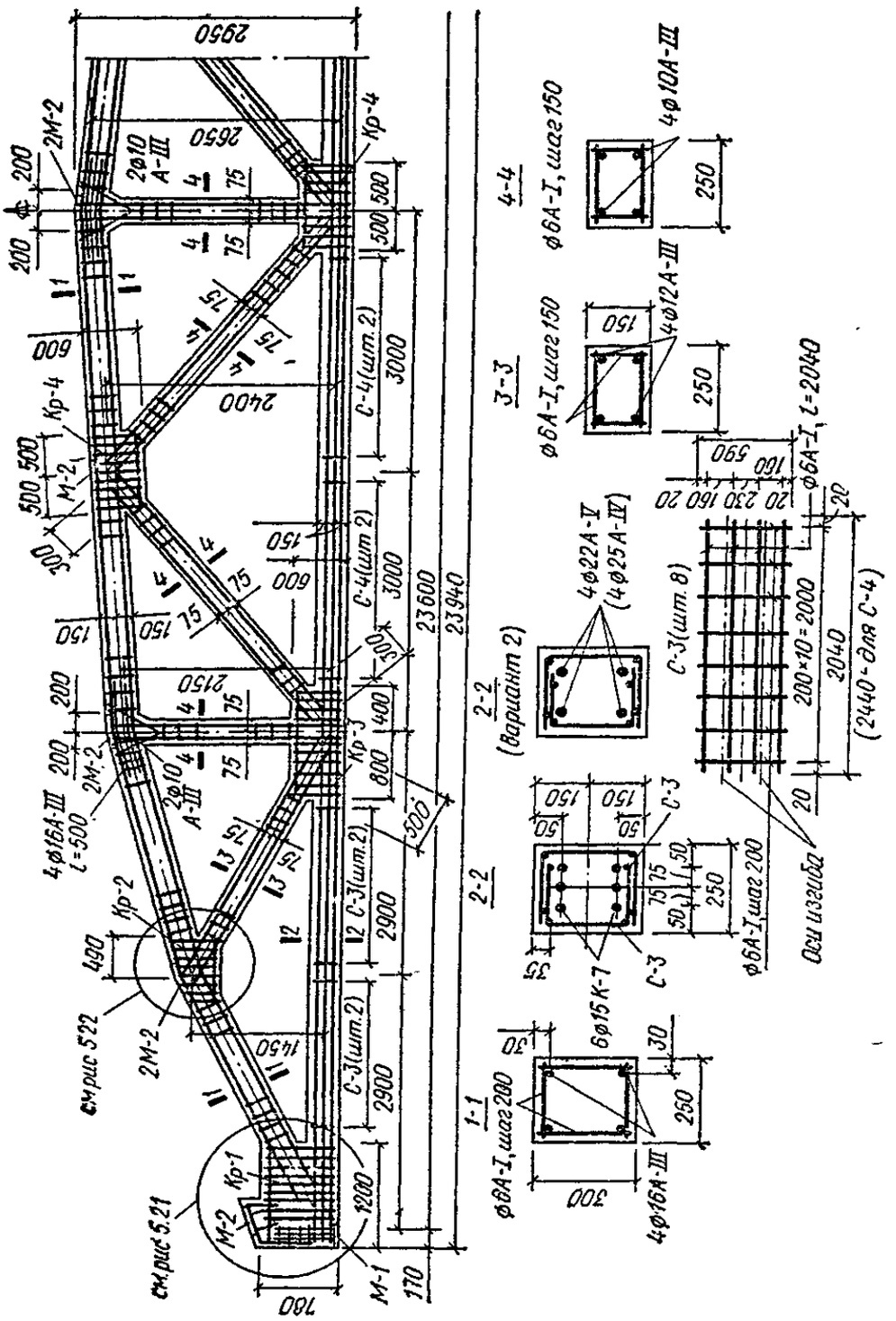
Е 8

Армирование фермы с параллельными поясами пролетом L=24 м

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

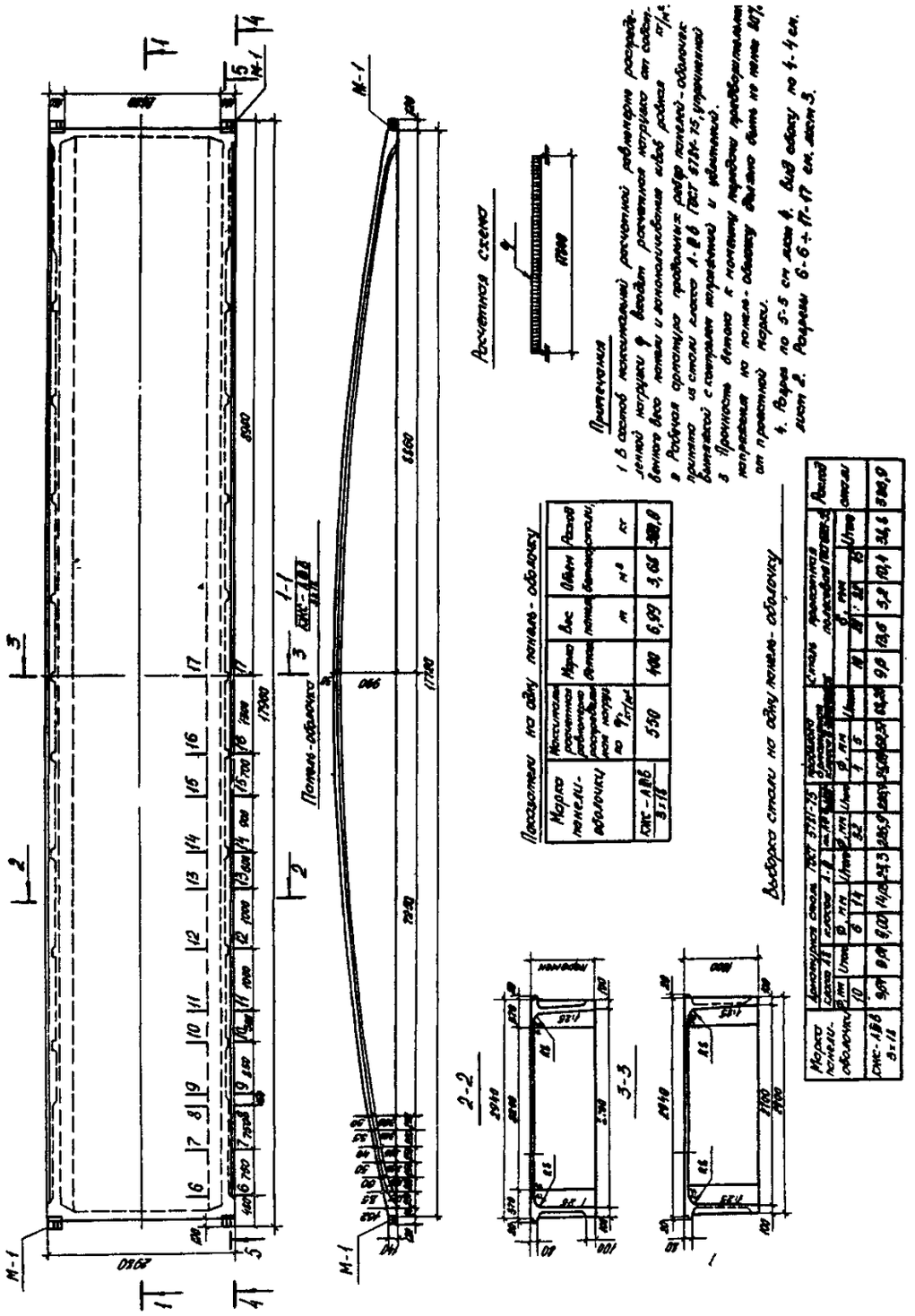
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Армирование фермы.



Армирование сегментной фермы пролетом L=24 м

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

10



Панели – оболочки КЖС размером 3х18 м

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Панели - оболочки КЖС размером 3х18 м

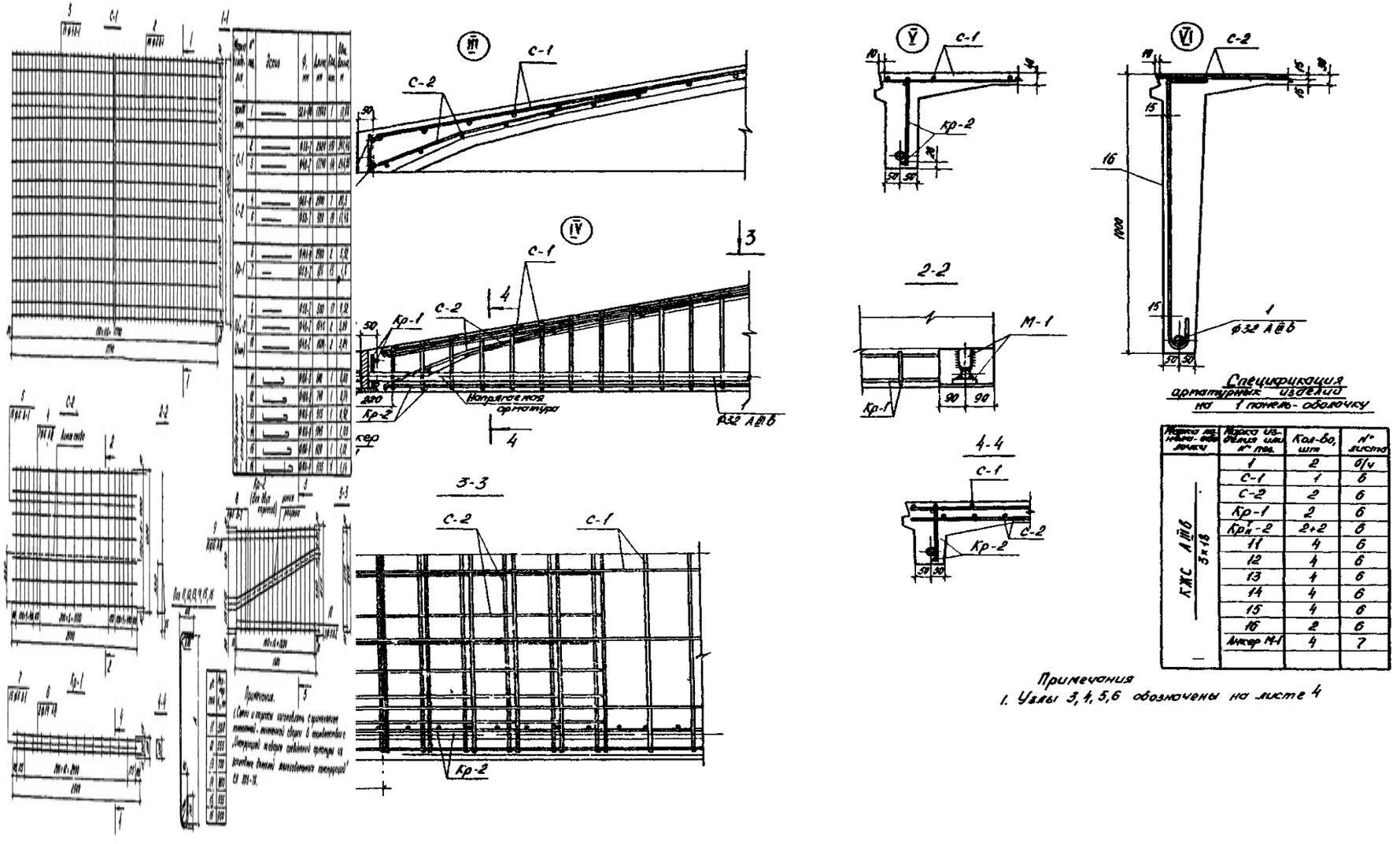
Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

сение прил.10

Панели – оболочки КЖС размером 3х18 м

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram
WhatsApp
MAX
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru



Марка панели-оболочки	Марка изделия и их поз.	Кол-во, шт	№ листа
КЖС А IV б 3×18	1	2	6/ч
	С-1	1	6
	С-2	2	6
	Кр-1	2	6
	Кр'н-2	2+2	6
	11	4	6
	12	4	6
	13	4	6
	14	4	6
	15	4	6
	16	2	6
	Анкер М-1	4	7

Панели – оболочки КЖС размером 3х18 м

Панели – оболочки КЖС размером 3х18 м

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Форма спецификации и ведомости расхода стали.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Таблица 1

Спецификация балки Б9

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Балка Б9		
		Сборочные единицы		
	Данный чертеж	Каркас плоский КР1	1	
	Данный чертеж	Каркас плоский КР2	1	
	Данный чертеж	Каркас плоский КР3	2	
	Данный чертеж	Каркас плоский КР4	1	
	Данный чертеж	Каркас плоский КР5	1	
	Данный чертеж	Изделие закладное М1	2	
	Данный чертеж	Изделие закладное М2	2	
	Данный чертеж	Изделие закладное М3	2	
				Масса, кг
		Каркас плоский КР1		?
		Детали		
1	ГОСТ 5781-82	ø? А-? ℓ=8940	1	?
2	ГОСТ 5781-82	ø? А-? ℓ=8940	1	?
3	ГОСТ 5781-82	ø10 А-? ℓ=8940	1	5,51
4	ГОСТ 5781-82	ø? А-? ℓ=870	?	?
6	ГОСТ 6727-80	ø5 Вр-I ℓ=8940	1	1,29
		Каркас плоский КР2		12,78
		Детали		
7	ГОСТ 5781-82	ø? А-? ℓ=8900	2	10,98
8	ГОСТ 6727-80	ø5 Вр-I ℓ=310	45	1,80
		Каркас плоский КР3		0,98
		Детали		
9	ГОСТ 6727-80	ø5 Вр-I ℓ=1000	3	0,42
10	ГОСТ 6727-80	ø5 Вр-I ℓ=540	7	0,56
		Каркас плоский КР4		?
		Детали		
11	ГОСТ 5781-82	ø? А-? ℓ=8940	2	?
12	ГОСТ 5781-82	ø25 А-? ℓ=100	2	0,77
13	ГОСТ 5781-82	ø10 А-? ℓ=200	23	2,84
		Каркас плоский КР5		9,08
		Детали		
14	ГОСТ 6727-80	ø5 Вр-I ℓ=8440	6	7,32
15	ГОСТ 6727-80	ø5 Вр-I ℓ=540	22	1,76
9	70	63	10	22

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение табл. 1

		Изделие закладное М1		6,37
		Детали		
16	ГОСТ 380-71	-210х8 ВСт3кп2 ℓ=250	1	3,30
17	ГОСТ 5781-82	ø10 А-? ℓ=830	6	3,07
		Изделие закладное М2		1,43
		Детали		
18	ГОСТ 380-71	-140х6 ВСт3кп2 ℓ=190	1	1,25
19	ГОСТ 5781-82	ø10 А-? ℓ=150	2	0,18
		Изделие закладное М3		2,52
		Детали		
20	ГОСТ 380-71	-190х6 ВСт3кп2 ℓ=240	1	2,15
19	ГОСТ 5781-82	ø10 А-? ℓ=150	4	0,37
		Материал		Объем, м³
		Тяжелый бетон класса В-?		?

Справочные данные для Б6

5	ГОСТ 5781-82	ø25 А-? ℓ=100	?	?

(размеры остальных отличающихся деталей для Б6 принять в соответствии с рис.5-7)

Таблица 2

Ведомость расхода стали, кг, на балку ?

Марка элемента	Изделия арматурные											∞
	Арматура класса											∞
	А-?				А-?				Вр-I		Всего	∞
	ГОСТ 5781-82				ГОСТ 5781-82				ГОСТ 6727-80			∞
	ø?	ø?	ø?	Итого	ø?	ø?	ø?	Итого	ø5	Итого		∞
Балка Б?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	∞

40 12min

Продолжение табл. 2

Марка элемента	Изделия закладные								Общий расход
	Арматура класса			Прокат марки				Всего	
	А-?			ВСт3кп2					
	ГОСТ 5781-82			ГОСТ 380-71					
	ø10		Итого	-210х8	-190х6	-140х6	Итого		
Балка Б?	?		?	6,6	?	2,50	?	?	?

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Перечень вопросов к защите курсового проекта

2. Опишите, какое здание Вы проектируете: по назначению, объемно-планировочному и конструктивному решениям.
3. Какие конструкции Вы рассчитываете?
4. В каком порядке производится расчет железобетонных конструкций?
5. Расчетная схема поперечной рамы, конструкции узлов.
6. Принципы компоновки поперечной рамы. Унифицированные размеры конструкций.
7. Какие нагрузки действуют на раму и как их подсчитать?
8. Каким методом строительной механики производится статический расчет рамы? Объясните порядок расчета усилий.
9. Как подсчитать суммарные усилия от всех нагрузок? Что такое $M_{\max}$ и $M_{\min}$?
10. В чем особенность расчета и конструирования внецентренно-сжатой колонны.
11. Основные этапы расчета внецентренно-нагруженного фундамента под колонну.
12. Какие комбинации усилий действуют на фундамент?
13. Проверка давлений под подошвой фундамента.
14. Изложите последовательность расчета ригеля (балки, фермы, КЖС).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru