

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
 Должность: ректор  
 Дата подписания: 06.06.2024 09:55:51  
 Уникальный программный ключ:  
 e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине**

*Металлические конструкции*

Код, направление подготовки	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Форма обучения	Очная-заочная
Кафедра-разработчик	Строительных технологий и конструкций
Выпускающая кафедра	Строительных технологий и конструкций

**Типовые задания для курсовой работы:**

Тема курсовой работы: “Расчет и конструирование стальной балочной клетки перекрытия и колонны”.

Каждый студент перед началом проектирования получает индивидуальное задание на проектирование согласно выданному ему трехзначному шифру. Исходные данные для проектирования выбираются студентом в соответствии со своим шифром по данным таблиц 1 и 2.

Таблица 1. Размеры элементов балочной клетки  $L_1 \times B$ , м

		Вторая цифра шифра					
		1	2	3	4	5	6
Первая цифра шифра	1	15,0×6,3	17,4×6,6	13,0×6,9	16,6×5,4	12,0×6,5	18,0×5,9
	2	14,4×6,5	18,0×6,5	12,4×6,8	17,2×5,3	12,6×6,7	17,4×6,3
	3	13,8×6,6	17,8×6,4	11,8×6,7	17,8×5,2	13,2×6,8	16,8×6,2
	4	13,2×6,7	17,2×6,3	11,2×6,6	18,4×5,1	13,8×6,9	16,2×6,1
	5	12,6×6,8	16,6×6,2	10,6×6,5	19,0×5,0	14,4×7,0	15,6×6,0
	6	12,0×6,9	16,0×6,1	10,0×6,4	19,6×4,9	15,0×7,1	15,0×5,9

Таблица 2. Нагрузки и дополнительные данные

Третья цифра шифра	Нормативная нагрузка на междуэтажное перекрытие, кН/м <sup>2</sup>		Отм. верха настила, м	Марка стали настила и балок (ГОСТ 27772-88)	Класс бетона фундамента	Сопряжение главной балки с колонной	Сопряжение фундамента и колонны	Район строительства
	пост.	врем.						
1	2,8	5,0	7,0	C235	B10	сбоку	заделка	г. Салехард
2	3,2	4,5	6,0	C245	B12,5	сверху	шарнир	г. Ханты-Мансийск
3	3,0	4,8	10,0	C235	B15	сбоку	заделка	г. Москва
4	2,7	4,0	5,0	C245	B15	сверху	шарнир	г. Тюмень
5	2,6	4,9	8,0	C235	B12,5	сбоку	заделка	г. Ханты-Мансийск
6	2,9	6,5	9,0	C245	B10	сверху	шарнир	г. Сургут

В результате проектирования студентом должны быть рассчитаны и законструированы стальные конструкции балочной клетки рабочей площадки и колонны.

Курсовая работа состоит из расчетно-проектировочной и графической частей.

В расчетно-проектировочной части необходимо рассчитать и сконструировать стальные конструкции балочной клетки рабочей площадки и колонн (см. рисунок 1 и 2) согласно шифру и прилагаемым таблицам.

Принять нормальный или усложненный тип балочной клетки (провести вариантное проектирование), этажное сопряжение балок. В пояснительной записке выполнить расчеты стального настила, сварной главной балки, прокатной балки настила, вспомогательной балки, центрально-сжатой колонны, оголовка и базы колонны. Расчеты должны содержать расчетные схемы и ссылки на нормативную документацию.

Расчетная часть работы обязательно должна содержать:

1. Компоновку перекрытия балочной клетки и расчет стального настила.
2. Конструкцию и расчет балки настила. Подбор сечения и проверка прочности балки, проверка жесткости балки.
3. Конструкцию и расчет главной балки рабочей площадки. Подбор сечения балки в виде сварного двутавра. Конструирование балки переменного сечения. Эпюра материалов. Проверка прочности балки по касательным и приведенным напряжениям. Расчет сварных швов, прикрепляющих

пояса к стенке балки. Проверка общей устойчивости. Местная устойчивость стенки балки. Расчет опорного ребра главной балки. Расчет и конструирование монтажного стыка главной балки - сварного или болтового.

4. Расчет и конструирование центрально – сжатой колонны. Подбор сечения. Расчет колонны на устойчивость. Проверка местной устойчивости элементов колонны. Расчет оголовка колонны. База колонны с траверсами. Определение размеров опорной плиты. Расчет траверс опорной плиты и ребер жесткости. Определение толщины опорной плиты.

Расчеты должны содержать необходимые расчетные схемы и ссылки на источники. Расчеты оформляются в виде пояснительной записки – до 50 страниц текста (формат А4).

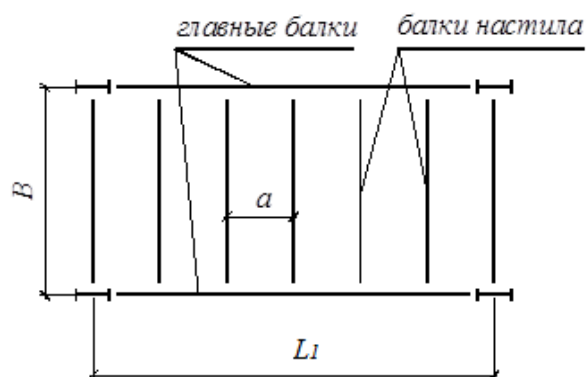


Рис. 1. Ячейка рабочей площадки (нормальный тип балочной клетки)

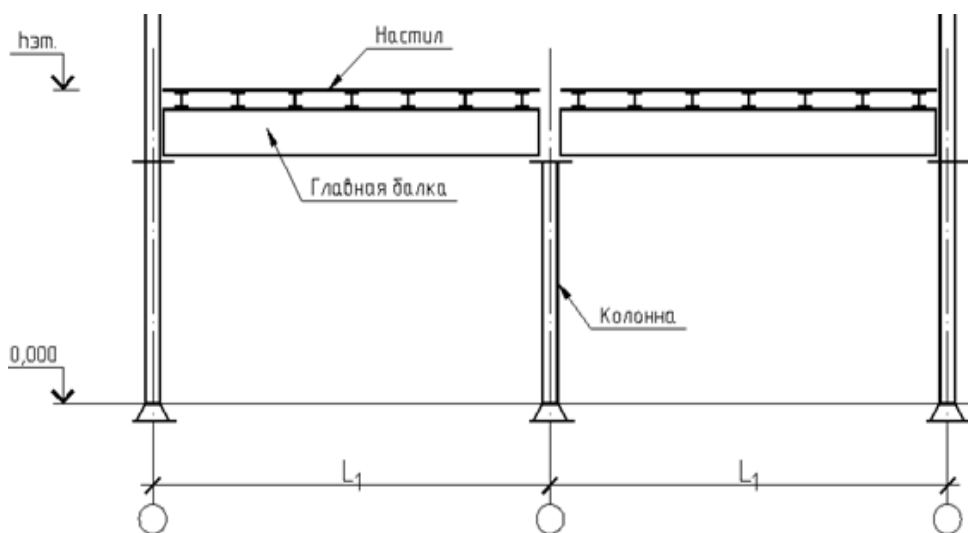


Рис. 2. Разрез здания (нормальный тип балочной клетки)

Графическая часть работы должна содержать (указаны рекомендуемые масштабы):

1. Схему компоновки несущих конструкций стальной балочной клетки в масштабе 1:100.

2. Главную балку в масштабе 1:20 с сечениями в масштабе 1:10 или 1:5.
3. Сварной или болтовой монтажный стык главной балки в масштабе 1:10 или 1:5.
4. Сечения колонны в масштабе 1:10 или 1:5.
5. Базу колонны в трех проекциях в масштабе 1:20 или 1:10.
6. Стыки балки настила с главной балкой и балок с колонной в масштабе 1:10 или 1:5.

Курсовая работа выполняется при изучении тем 2, 4 – 7, входящих в содержание дисциплины, согласно рабочей программе дисциплины.

### Типовые задания для курсового проекта:

Тема курсового проекта: «Проектирование элементов металлического каркаса одноэтажного промышленного здания».

Каждый студент перед началом проектирования получает индивидуальное задание на проектирование согласно выданному ему двухзначному шифру. Исходные данные для проектирования выбираются студентом в соответствии со своим шифром по данным таблиц 1 - 4.

Таблица 1

Высота от пола до головки подкранового рельса, м											
Вторая цифра шифра		Первая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	1	8	8,5	9	8	8	8,5	9	9,5	10	10,5
	2	8,5	9	9,5	8,5	8,5	9	9,5	10	10,5	11
	3	9	9,5	10	9	9	9,5	10	10,5	11	11,5
	4	9,5	10	10,5	9,5	9,5	10	10,5	11	11,5	12
	5	10	10,5	11	10	10	10,5	11	11,5	12	8
	6	10,5	11	11,5	10,5	10,5	11	11,5	12	8	8,5
	7	11	11,5	12	11	11	11,5	12	8	8,5	9
	8	11,5	12	8	11,5	11,5	12	8	8,5	9	9,5
	9	12	8	8,5	12	12	8	8,5	9	9,5	10
0	8	8,5	9	8	8	8,5	9	9,5	10	10,5	

Таблица 2

Пролет поперечной рамы, м											
Вторая цифра шифра		Первая цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	1	18	27	24	21	18	27	36	24	33	21
	2	21	18	27	24	21	30	18	27	36	24
	3	24	21	18	27	24	33	21	30	18	27
	4	27	24	21	18	27	36	24	33	21	30
	5	30	27	24	21	30	18	27	36	24	33
	6	33	30	27	24	33	21	30	18	27	36
	7	36	33	30	27	36	24	33	21	30	18
	8	18	36	33	30	18	27	36	24	33	21
	9	21	18	36	33	21	30	18	27	36	24
0	24	21	18	36	24	33	21	30	18	27	

Таблица 3

Первая цифра шифра	Шаг колонн, м	Длина здания, м	Класс бетона фундамента	Место строительства	Грузоподъемность крана, т	Утеплитель для кровли
1	6	120	B10	Москва	32/5	Пенобетон
2	12	72	B12,5	Воронеж	50/12,5	Минераловатные жесткие плиты
3	6	96	B15	Казань	80/20	Фибролитовые плиты
4	12	84	B10	Екатеринбург	20/5	Керамзитобетонные плиты
5	6	108	B12,5	Саратов	32/5	Жесткие плиты из пенополистирола
6	12	84	B15	С-Петербург	50/12,5	Жесткие плиты из пенопласта
7	6	96	B10	Н.Новгород	80/20	Перлитовые плиты
8	12	120	B12,5	Пермь	20/5	Пеностекло
9	6	108	B15	Томск	50/12,5	Минераловатные жесткие плиты
0	12	60	B10	Новосибирск	32/5	Жесткие плиты из пенопласта

Таблица 4

Вторая цифра шифра	Марка стали для рамы	Марка стали для подкрановой балки	Несущая конструкция кровли	Стропильная ферма	Стеновые панели	Ширина фонаря	Рассчитываемый узел фермы
1	ВСт 3сп	18сп	железобетонные плиты (беспрогонное покрытие)	трапециевидная (уклон кровли 7°)	Керамзитобетонные ПС	6	монтажный, верхний пояс
2	ВСт 3пс	18Гсп	профилированный настил по прогонам	с параллельными поясами	Трехслойные с эффективным утеплителем ПСТ	12	рядовой, верхний пояс
3	09Г 2	ВСт3 пс	профилированный настил по прогонам	трапециевидная (уклон	Предварительнонапряженные с встроенными	12	опорный, нижний пояс

				кровли 7°)	ми оконными переплетам и ПП		
4	14Г 2	ВСт3 сп	железобето нные плиты (беспрогон ное покрытие)	с паралле льными поясами	Трехслойн ые с эффективн ым утеплителе м ПСТ	6	рядовой, нижний пояс
5	18Гс п	09Г2 С	профилиро ванный настил по прогонам	трапеци евидная (уклон кровли 7°)	Предварит ельнонапря женные с встроенны ми оконными переплетам и ПП	6	монтажный, нижний пояс
6	10Г 2С1	14Г2	железобето нные плиты (беспрогон ное покрытие)	с паралле льными поясами	Керамзито бетонные ПС	12	рядовой, верхний пояс
7	18сп	10Г2 С1	железобето нные плиты (беспрогон ное покрытие)	трапеци евидная (уклон кровли 7°)	Керамзито бетонные ПС	6	опорный, нижний узел
8	14Г 2	18сп	профилиро ванный настил по прогонам	с паралле льными поясами	Трехслойн ые с эффективн ым утеплителе м ПСТ	12	рядовой, верхний узел
9	ВСт 3пс	18Гсп	железобето нные плиты (беспрогон ное покрытие)	трапеци евидная (уклон кровли 7°)	Предварит ельнонапря женные с встроенны ми оконными переплетам и ПП	6	рядовой, нижний пояс
0	18сп	ВСт3 сп	профилиро ванный настил по прогонам	с паралле льными поясами	Трехслойн ые с эффективн ым утеплителе м ПСТ	12	монтажный, верхний пояс

В результате проектирования студентом должны быть рассчитаны и законструированы основные стальные несущие конструкции одноэтажного промышленного здания.

Курсовой проект состоит из расчетно-проектировочной и графической частей.

В расчетно-проектировочной части необходимо выполнить компоновку поперечной рамы одноэтажного промышленного здания, компоновку поперечной и продольной систем каркаса здания.

Кроме того, необходимо рассчитать и законструировать подкрановую балку, раму, колонну, базу колонны и стропильную ферму.

*Расчет подкрановой балки должен содержать:*

1) компоновку поперечного сечения балки с тормозной конструкцией (балкой);

2) расчет по первой группе предельных состояний

- на максимальное нормальное напряжение в верхнем поясе балки;

- на касательные напряжения в опорных сечениях балки;

- на напряжения в стенке под колесом крана;

- на приведенные напряжения;

- на общую устойчивость;

- на местную устойчивость поясов, стенки, ребер;

- на выносливость верхней зоны стенки;

3) расчет по второй группе предельных состояний – определение наибольшего прогиба балки и сравнение с предельным прогибом;

4) расчет опорного узла и сварных поясных швов.

*Расчет рамы должен содержать:* определение расчетных нагрузок на раму (постоянной, снеговой, ветровой, от мостовых кранов), определение расчетных внутренних усилий в характерных сечениях рамы (рекомендуется выполнить в программе SCAD).

*Расчет ступенчатой колонны должен содержать:*

1) определение расчетных длин верхней и нижней частей колонны;

2) компоновку поперечного сечения верхней и нижней части колонны;

3) проверку несущей способности верхней и нижней части колонны

- на устойчивость стержня колонны;

- на местную устойчивость поясов и стенки сечения колонны;

- на прочность принятого сечения колонны;

4) расчет стыка верхней и нижней частей колонны.

*Расчет базы колонны должен содержать:* определение размеров опорной плиты базы; расчет траверсы; расчет анкерных болтов.

*Расчет стропильной фермы должен содержать:*

1) компоновку геометрической схемы фермы;

2) определение нагрузок, действующих в узлах фермы и определение расчетных усилий в стержнях фермы (рекомендуется выполнить в программе SCAD);

3) подбор сечений стержней фермы, соединяющихся в рассчитываемом узле (согласно шифру), сечения других стержней принять по проектам-аналогам, сечения всех стержней фермы – тавр из парных уголков;

4) расчет и конструирование узла фермы (согласно шифру).

Расчеты должны содержать необходимые расчетные схемы и ссылки на источники.

Расчеты оформляются в виде пояснительной записки – до 60 страниц текста (формат А4).

Графическая часть курсового проекта выполняется на двух листах формата А1.

На первом листе (стадия КМ) показать (указаны рекомендуемые масштабы):

1. Поперечный разрез здания с указанием основных отметок (М 1:100, М 1:200).
2. Планы связей по верхним и нижним поясам ферм (М 1:200 ... М 1:500).
3. Разрезы здания с вертикальными связями по фермам и колоннам (М 1:200 ... М 1:500).
4. Чертеж колонны с необходимыми сечениями и разрезами (М 1:40, М 1:50).
5. Изображения базы колонны (М 1:10, М 1:20).
6. Узел сопряжения базы колонны с фундаментом, подкрановой балки с колонной (М 1:5, М 1:10, М 1:20).
7. Ведомость монтажных элементов на весь металлокаркас, технические требования на болтовые и сварные монтажные соединения, особенности сборки каркаса и т.п.

На втором листе (стадия КМД) показать (указаны рекомендуемые масштабы):

1. Геометрическую схему фермы (М 1:100, М 1:200).
2. Детализированный чертеж отправочного элемента стропильной фермы (вид спереди, вид сверху и снизу, М 1:10, М 1:15).
3. Узлы соединения фермы с колонной и законструированный узел по заданию (М 1:5, М 1:10, М 1:20).
4. Подкрановую балку и её характерные сечения (М 1:40, М 1:50).
5. Спецификацию металла на ферму и подкрановую балку.
6. Технические требования на болтовые и сварные соединения, особенности сборки элементов.

Курсовой проект выполняется при изучении тем 9 - 13, входящих в содержание дисциплины, согласно рабочей программе дисциплины.

### **Типовые вопросы к зачету (6 семестр):**

1. Что изучается в науке о металлических конструкциях (МК).
2. Преимущества и недостатки металлических конструкций, область применения.
3. Каковы основные требования, предъявляемые к МК?
4. Как оцениваются свойства стали при выборе материала для конструкций?
5. Как классифицируются и маркируются строительные стали?
6. Охарактеризовать виды разрушения металла.
7. Каковы особенности работы материала при многократном действии нагрузок?



8. Что характеризует предельное состояние конструкций?
9. Как классифицируются нагрузки?
10. Охарактеризовать напряженно-деформированное состояние стержней при действии осевой нагрузки.
11. Сдвиг и кручение: как характеризуют эти напряженные состояния стержней?
12. Плоский поперечный изгиб: как рассчитываются изгибаемые элементы конструкций?
13. В чем основное различие расчета растянутых и сжатых стержней?
14. Как обеспечивается устойчивость сжатых элементов МК?
15. Как классифицируется прокатная сталь и изделия из алюминиевых сплавов?
16. Охарактеризовать виды сварки, применяемой для изготовления МК.
17. Как классифицируются сварные швы?
18. Указать характерные дефекты сварных швов; какие мероприятия применяются для устранения дефектов?
19. Каковы особенности расчета сварных швов по металлу шва и по границе сплавления?
20. Какие виды болтов применяются в соединениях МК?
21. На какие воздействия рассчитываются обычные и фрикционные болты?
22. Методика проектирования МК. Каковы исходные документы для проекта и правила выполнения чертежей КМД?
23. Балочные конструкции, сопряжения балок, стыки и опирание балок.
24. В чем сущность расчетов прокатных и составных балок?
25. Промышленные здания. Характеристика, компоновочные схемы.

### **Типовые вопросы к экзамену (7 семестр):**

1. Область применения металлических конструкций.
2. Основные достоинства и недостатки металлических конструкций.
3. Требования, предъявляемые к металлическим конструкциям.
4. Классификация строительных сталей. Выбор сталей для строительных конструкций.
5. Виды коррозии. Методы борьбы с коррозией.
6. Диаграмма растяжения. Основные механические характеристики сталей.
7. Нормативные и расчётные сопротивления. Коэффициент надежности по материалу. Сортамент. Основные геометрические характеристики сечений, их расчет.
8. Основы расчета конструкций по предельным состояниям. Первая и вторая группа предельных состояний.
9. Классификация нагрузок и воздействий. Нормативные и расчетные нагрузки. Нагрузки и воздействия на сооружение:
  - учет собственного веса конструкций;
  - учет снеговой нагрузки;
  - учет ветровой нагрузки;Коэффициент надежности по нагрузке. Коэффициент условий работы.

10. Основы расчетов на прочность и жесткость при растяжении, сжатии, в том числе на продольную устойчивость, понятие местной устойчивости, устойчивости при изгибе из плоскости действия момента, совместном действии нормальных и касательных напряжений, поперечном изгибе.
11. Виды соединений стальных конструкций. Область применения.
12. Сварные соединения стальных конструкций. Виды сварных швов.
13. Основы расчетов сварных соединений:
  - стыковые швы (растяжение, сжатие);
  - угловые швы (при действии силы, при совместном действии силы и изгибающего момента, особенности расчета сварных швов прокатных уголков).
14. Болтовые соединения. Классификация. Материалы болтов. Болтовые соединения на высокопрочных болтах.
15. Размещение болтов и заклепок в соединениях.
16. Расчет болтовых (грубой и нормальной точности) и заклепочных соединений.
17. Расчет соединений на высокопрочных болтах.
18. Типы балок, типы сечений балок, генеральные размеры. Переход от конструктивной схемы к расчётной. Подбор сечения изгибаемых балок из стандартного проката. Проверка принятого сечения.
19. Подбор сечения изгибаемых балок из составного сварного профиля.
20. Понятие общей и местной устойчивости изгибаемых балок. Основы расчета общей и местной устойчивости изгибаемых балок. Конструктивные пути обеспечения общей и местной устойчивости изгибаемых балок.
21. Компоновка балочных клеток. Сопряжение балок в балочных клетках.
22. Необходимость и способы изменения сечения составной балки по длине.
23. Расчет изменения сечения составной балки по длине.
24. Проверки прочности составной сварной балки (по нормальным, касательным напряжениям, местная устойчивость полки, стенки).
25. Проверка жесткости составной сварной балки.
26. Проверка и обеспечение устойчивости изгибаемых балок.
27. Расчёт прочности соединения поясов со стенкой сварной составной балки.
28. Стыки прокатных балок. Конструкция и расчет.
29. Конструкции стыков составных сварных балок.
30. Расчет стыка составной сварной балки на высокопрочных болтах.
31. Расчёт сварного стыка с накладками в составной сварной балке.
32. Конструкция и расчёт опорных рёбер балки (прочность, устойчивость).
33. Конструкции узлов опирания балок на колонну (критерии прочности).
34. Опорные узлы изгибаемых балок. Общие принципы расчета.
35. Проверка прочности балки с учётом нормальных и касательных напряжений.
36. Конструктивные решения для балок, уменьшающие их металлоёмкость.
37. Колонны. Назначение, классификация. Центральные сжатые колонны, типы сечений, типы колонн, сбор нагрузок на колонну.
38. Конструкции сквозных колонн.
39. Расчет центрально сжатой колонны сплошного сечения.

40. Расчет центрально сжатой колонны сквозного сечения.
41. Понятие и основы расчета общей и местной устойчивости центрально сжатых колонн.
42. Базы колонн. Классификация. Общие принципы расчета баз колонн.
43. Конструкция и расчёт базы колонны при шарнирном опирании (параметры опорной плиты, размеры траверс, анкерные болты).
44. Конструкция базы колонны при жёстком опирании (параметры опорной плиты, размеры траверс, анкерные болты).
45. Фермы. Область применения. Классификация ферм. Способы закрепления ферм к колоннам, расчетные схемы. Сбор нагрузок на ферму.
46. Определение усилий в стержнях ферм, подбор поперечного сечения стержней (сортамент, растянутые, сжатые, предельная гибкость, прочность, устойчивость в плоскости фермы). Конструирование легких ферм.