

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Устименко Ю.А.
«02» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.08 Металлические конструкции**

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**

Форма обучения: очная

Курс – 3

Семестр – 5

Всего зачетных единиц –5, часов – 180

Форма отчетности: экзамен – 5 семестр

Программу разработал:

доцент кафедры физики и технических дисциплин Дюндин А.В.

Одобрена на заседании кафедры

«26» августа 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А.В.

Смоленск
2021

Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Металлические конструкции» включена в формируемую участниками образовательных отношений часть блока «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Промышленное и гражданское строительство»).

Для освоения дисциплины «Металлические конструкции» студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в ходе изучения таких дисциплин, как «Инженерная графика», «Теоретическая механика», «Материаловедение», «Сопроотивление материалов», «Строительная механика».

В результате изучения дисциплины «Металлические конструкции» студент приобретает знания и умения, необходимые для освоения дисциплин «Технологические процессы в строительстве», «Железобетонные и каменные конструкции», «Проектирование промышленных зданий» и выполнения курсового проекта.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1. Способен разрабатывать документацию по подготовке строительной площадки к началу производства работ	Знать: основные положения, нормативные акты, регулирующие строительную деятельность; основы проектирования, конструктивные особенности несущих и ограждающих конструкций, необходимые технические расчеты, технологические схемы; карты трудовых и технологических процессов на выполнение строительно-монтажных работ; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав, требования к оформлению, учету, хранению проектно-сметной документации и правила передачи проектно-сметной документации; конструктивные схемы зданий и последовательность их возведения. Уметь: пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения; осуществлять обработку информации в соответствии с действующими нормативными документами Владеть: навыками организации разработки проекта производства работ силами сотрудников производственно-технического отдела или специализированной организации; проверки документации на соответствие предусмотренных проектом физических объемов строительно-монтажных работ и спецификации материалов, комплектности пакета документов; составления графиков производства работ с учетом данных, предоставленных линейным персоналом; составления заявок на материалы и оборудование; выдачи на строительные участки рабочей документации, проекта производства работ, журналов производства работ и другой специализированной документации; составления и оформления замечаний и предложений по проектным решениям.
ПК-2. Способен разрабатывать проект производства работ	Знать: технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основные положения по организации и управлению строительством; единую систему технологической подготовки производства; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической доку-

	<p>ментации; состав проекта организации строительства и проекта производства работ; конструктивные схемы зданий и последовательность их возведения, методы расчета конструкций зданий и сооружений.</p> <p>Уметь: разрабатывать проектно-технологическую документацию; пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения.</p> <p>Владеть: навыками подготовки исходных данных для разработки проекта производства работ; разработки проекта производства работ в соответствии с требованиями строительных норм и правил в составе проекта организации строительства; выполнения привязки инвентарных временных зданий; разработка мероприятий по удешевлению строительства;; разработки нормативов на отдельные виды работ, не включенные в действующие справочники для оперативного планирования строительного производства.</p>
--	---

3. Содержание дисциплины

Номенклатура стальных конструкций. Достоинства и недостатки стальных конструкций. Организация проектирования стальных конструкций в РФ.

Краткий исторический обзор. Основы методики расчета конструкций по предельным состояниям. Общая характеристика предельных состояний.

Расчет стальных конструкций. Построение расчетной схемы, основные требования. Коэффициенты условий работы. Коэффициенты ответственности сооружения. Виды предельных состояний элементов стальных конструкций. Виды напряжений и их учет при расчете элементов стальных конструкций.

Общая характеристика сталей. Классификация строительных сталей. Группы поставки стали. Использование сталей в зависимости от группы прочности. Влияние различных факторов на свойства стали. Наклеп. Старение. Влияние температуры. Среда, виды коррозии. Методы борьбы с коррозией.

Основные принципы расчета конструкций. Классификация стальных конструкций.

Категории стальных конструкций. Группы стальных конструкций. Категории алюминиевых конструкций. Группы алюминиевых конструкций.

Сварные соединения. Классификация способов сварки. Сварочные материалы. Достоинства и недостатки сварных соединений. Конструктивные требования к сварным соединениям. Понятие о свариваемости стали.

Виды сварных швов и соединений. Работа и расчет стыковых и угловых сварных соединений при статическом нагружении.

Заклепочные и болтовые соединения. Общая характеристика заклепочных и болтовых соединений. Работа и расчет заклепочных и болтовых соединений на срез и смятие. Сдвигоустойчивые соединения стальных конструкций (высокопрочные болты). Конструирование болтовых и заклепочных соединений.

Классификация балок. Расчетные схемы балок и колонн. Определение нормативных и расчетных нагрузок на балки и колонны. Упругая и упруго-пластическая стадии работы балок. Проверка местной устойчивости изгибаемых элементов. Местная устойчивость элементов балок.

Общая характеристика центрально-сжатых колонн. Расчетные схемы. Типы сечений их характеристика. Центрально-сжатые сплошные колонны. Типы сечений и расчетные схемы.

Местная устойчивость сжатых элементов. Компоновка сечения и проверка устойчивости колонн.

Экономика металлических конструкций. Общая характеристика экономики изготовления и монтажа стальных конструкций. Структура и определение стоимости металлических

конструкций при проектировании. Основные направления снижения стоимости стальных конструкций.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Основы металлических конструкций	20	6	0	2	12
2	Соединение металлических конструкций	36	8	4	12	12
3	Элементы металлических конструкций	40	10	6	12	12
4	Металлические конструкции производственных зданий	46	8	6	8	24
5	Основы экономики металлических конструкций	11	2	–	–	9
6	Экзамен	27				27
Итого		180	34	16	34	69+27

5. Виды учебной деятельности

Лекции

1. *Введение.* Краткий исторический обзор развития металлических конструкций (МК) в России и за рубежом. Цель изучения дисциплины. Номенклатура и области применения металлических конструкций. Достоинства и недостатки стальных конструкций.

2. *Основы расчета строительных металлических конструкций.* Основные понятия и определения. Классификация нагрузок и их сочетаний. Предельные состояния МК, основы расчета по предельным состояниям. Система коэффициентов надежности. Нагрузки и воздействия.

3. *Свойства и работа строительных сталей и алюминиевых сплавов.* Структура стали. Свойства металлических материалов. ГОСТы и ТУ на них. Сортамент. Стадии проектирования. Работа стали под нагрузкой при одноосном и сложном напряженном состояниях.

4. *Соединения металлических конструкций.* Сварные соединения. Расчет и проектирование стыковых и угловых швов. Виды дуговой сварки, широко применяемые в строительстве. Сварочная дуга – как источник тепла, тепловые процессы при сварке. Схема процессов, преимущества и недостатки ручной, механизированной и автоматической дуговой сварки покрытыми электродами, порошковой проволокой, под флюсом и в среде углекислого газа. Техничко-экономические критерии оценки дуговых видов сварки. Схемы процессов, преимущества и недостатки электрошлаковой, ванной и газовой сварки. Стыковые, угловые, нахлесточные, тавровые и колодцевые соединения. Болтовые соединения. Виды болтов. Расчет и проектирование болтовых соединений.

5. *Физическая и технологическая сущность процессов сварки и резки металлов.* Технические требования к сварным соединениям. Геометрические характеристики сварных швов. Классификация сварных швов по расположению в пространстве. Зоны сварного соединения: металл шва, зона плавления, зона термического влияния и основной металл. Управление структурой и свойствами сварного соединения. Образование структуры металла

шва – плавление и кристаллизация. Поглощение газов металлом шва: раскисление и рафинирование металла шва. Образование и свойства зоны термического влияния. Примеры отрицательного воздействия сварочных напряжений на размеры, геометрическую форму, работу сварной конструкции. Причины образования перемещений, деформаций и напряжений. Неравномерный нагрев, неравномерная пластическая деформация, литейная усадка. Рекомендации по уменьшению сварочных деформаций на этапах проектирования и изготовления конструкций. Уменьшение остаточных напряжений и деформаций после сварки. Свариваемость строительных сталей, методы ее оценки. Определение понятия технологической прочности. Горячие и холодные трещины при проведении сварочных работ.

6. *Расчет и конструирование балок.* Выбор вариантов балочной клетки. Подбор сечения прокатных балок и проверка их несущей способности и жесткости. Компоновка сечения составных балок. Изменение сечения составных балок. Проверка сечения составных балок на прочность, общую и местную устойчивость элементов составных балок. Подбор сечения составных балок по методике минимальной массы. Расчет и конструирование узлов и соединительных балок в составе балочной клетки рабочей площадки.

7. *Центрально сжатые колонны.* Области применения и классификация колонн. Предельные состояния. Компоновка сечений сплошных и сквозных колонн. Проверка прочности, общей и местной устойчивости. Расчет и конструирование соединительных элементов сквозных стоек. Расчет и конструирование баз и оголовков колонн.

8. *Фермы.* Области применения, классификация и компоновка ферм. Нагрузки на ферму. Определение усилий в элементах фермы. Расчетные длины стержней ферм. Типы сечений стержней. Подбор и проверка сечений стержней. Предельные гибкости стержней. Расчет и конструирование узлов. Заводские и монтажные стыки элементов ферм.

9. *Основы проектирования и расчета каркаса.* Основные требования к каркасам, состав каркаса, компоновка и оптимизация. Связи в каркасе промышленного здания: назначение, правила постановки, расчет и конструирование связей. Нагрузки, действующие на каркас, сочетание нагрузок. Расчетные схемы рам каркаса.

10. *Конструкции покрытий промышленных зданий.* Особенности работы стропильной фермы в составе рамы каркаса. Определение усилий в элементах ригеля рамы. Расчет и конструирование узлов сопряжения фермы с колонной. Подстропильные фермы. Типы кровель. Сплошные и сквозные прогоны. Расчет и конструирование. Тяжи по прогонам. Особенности конструирования фонарных надстроек. Типы фонарей.

11. *Колонны каркаса.* Типы сечений колонн. Работа сжато-изогнутых стержней. Расчетные длины колонн. Комбинации нагрузок при расчете колонн. Подбор и проверка сечений сплошных и сквозных колонн. Расчет и конструирование соединительных элементов сквозных колонн. Расчет и конструирование сопряжения надкрановой и подкрановой частей колонн. Базы внецентренно сжатых колонн. Расчет и конструирование. Сквозные и сплошные колонны постоянного сечения. Консоли колонн. Колонны раздельного типа. Особенности конструирования и расчета.

12. *Большепролетные конструкции покрытий.* Основные положения. Основные конструктивные системы: балочные, рамные, арочные. Основы проектирования.

13. *Фахверковые конструкции.* Элементы продольного и торцевого фахверка, их назначение. Расчетная схема стойки фахверка. Действующие нагрузки. Переходные площадки и ветровые фермы.

14. *Подкрановые конструкции.* Состав подкрановых конструкций. Расчетные усилия в подкрановых и тормозных балках. Особенности расчета и конструирования. Крановые рельсы. Узлы крепления. Тупиковые упоры. Конструкция и расчет упоров.

15. *Конструкции промышленных зданий комплектной поставки.* Характеристики и конструктивные особенности каркасов «Молодечно», «Канск», «Орск», «Кисловодск».

16. *Реконструкция.* Основы реконструкции зданий и сооружений. Учет дополнительных влияний существующих конструкций на проектируемые. Особенности расчета, проектирования и строительства при реконструкции.

17. *Основы экономики металлических конструкций.* Вариантное проектирование. Определение технико-экономических показателей вариантов: расхода материала, трудоемкости изготовления и монтажа, стоимости «в деле», приведенных затрат.

Практические занятия

В качестве основного практического материала используются задания одного из вариантов на курсовой проект.

Практическое занятие №1. Расчет настила.

Теоретические вопросы:

1. Материалы для настила.
2. Порядок расчета настила.
3. Нормативная документация.

Задание:

1. Выполните расчет настила по двум вариантам балочной клетки с шагом балок 0,6 и 0,9 метра.
2. Определите толщину настила в зависимости от пролета.
3. Определите собственный вес настила.
4. Определите нормативную и расчетную нагрузку на балку настила.
5. Определите расчетный изгибающий момент и требуемый момент сопротивления.
6. Выполните подбор профиля горячекатаного двутавра и проверьте его на прогиб с учетом собственного веса.
7. Определите общую массу настила и балок настила на одном пролете.
8. Определите расход металла на 1м^2 и выберите более экономичный вариант по расходу стали.

Практическое занятие № 2. Расчет главной балки.

Теоретические вопросы:

1. Главная балка. Основные понятия.
2. Материалы для главной балки.
3. Порядок расчета главной балки. Нормативная литература.

Задание:

1. Определите расчетное сопротивление стали сдвигу R_s .
2. Определите вес балок настила.
3. Определите нормативную и расчетную нагрузку на главную балку.
4. Определите расчетный изгибающий момент в середине пролета и максимальное значение поперечной силы, возникающей на опорах.
5. Определите требуемый момент сопротивления.
6. Подберите высоту балки на основе расчета оптимальной и минимальной высот главной балки.
7. Определите толщину стенки.
8. Определение требуемого момента инерции сечения главной балки для определения размеров горизонтальных листов пояса.
9. Определите высоту стенки балки.
10. Определите моменты инерции стенки балки и поясных листов.
11. Определите требуемые площади сечения поясов балки и значение ширины пояса балки.
12. Проверьте принятые размеры пояса условию его местной устойчивости.
13. Проверьте сечение балки на прочность: определите момент инерции, момент сопротивления, проверьте нормальные напряжения в балке.

Практическое занятие № 3. Проверка местной устойчивости сжатого пояса и стенки сварной балки.

Теоретические вопросы:

1. Нормативная документация.
2. При каком закреплении проверяют общую устойчивость балки?

Задание:

Проверка устойчивости сжатого пояса производится в середине пролета главной балки – в месте возникновения максимальных нормальных напряжений.

1. Определите необходимость укрепления поперечными ребрами жесткости.
2. Определите длину зоны использования пластических деформаций.
3. Определите изгибающий момент и поперечную силу в зоне изменения сечения.
4. Определите действующие нормальное и касательное напряжения.
5. Проверьте местные напряжения в стенке под балками настила.
6. Определите степени упругости заземления стенки в поясах.
7. Определите критические нормальное и касательное напряжения.
8. Проверьте условие устойчивости.

Практическое занятие № 4. Расчет поясных швов главной балки.

Теоретические вопросы:

1. Нормативная документация.
2. Зависимость принимаемого катета шва от толщины свариваемых элементов.

Задание:

1. Определите толщину шва в сечении у опоры: для металла шва и для металла границы сплавления.
2. Определите опасное сечение шва.
3. Определение катета шва.

Практическое занятие № 5. Расчет опорного ребра главной балки.

Теоретические вопросы:

1. Нормативная документация.
2. Основное условие проверки устойчивости.

Задание:

1. Определите опорные ребра из расчета на смятие торца ребра.
2. Проверьте опорный участок балки на устойчивость из плоскости балки, как условно опорного стержня, включающего в площадь своего сечения опорные ребра и часть стенки балки шириной.
3. Определите расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу шва.
4. Определите расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу границы сплавления.
5. Определите опасное сечение шва.
6. Определите катет сварных швов.
7. Проверьте длину рабочей части шва.

Практическое занятие № 6. Подбор сечения центрально-сжатой колонны.

Теоретические вопросы:

1. Нагрузки на колонну. Расчетные коэффициенты. Сбор нагрузок.
2. Материалы для конструирования колонн. Виды сталей.
3. Порядок расчета центрально-сжатой колонны. Нормативная документация.

Задание:

1. Определите требуемую площадь сечения.
2. Проверьте местную устойчивость полки колонны;
3. Проверьте напряжение по подобранному сечению.

Практическое занятие № 7. Расчет и конструирование оголовка колонны.

Теоретические вопросы:

1. Виды опирания элементов на колонну.
2. Нормативная документация.
3. Порядок расчета оголовка колонны.

Задание:

1. Определите толщину плиты из условия смятия.
2. Определение расчетных сопротивлений сварного шва: по металлу шва, по границе сплавления.
3. Определите опасное сечение шва.
4. Определите длину углового шва.
5. Определите вставки в стенку колонны из расчета стенки на срез.

Практическое занятие № 8. Расчет базы и траверсы колонны.

Теоретические вопросы:

1. Понятие базы и траверсы колонны.
2. Нормативная документация.
3. Порядок расчета базы и траверсы.

Задание:

1. Определите собственный вес колонны.
2. Определите расчетную нагрузку на базу колонны.
3. Определите требуемую площадь плиты базы колонны.
4. Примите стороны из условия приближения плиты базы квадратной.
5. Определите напряжение под плитой.
6. Рассмотрите для каждого из трёх выбранных участков: соотношение сторон и изгибающий момент.
7. Подберите требуемую толщину плиты по максимальному изгибающему моменту.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие № 1. Определение твердости и предела прочности металлических материалов методом царапания. (2 часа)

Цель работы: определение твердости и предела прочности стали неразрушающим (царапанием) методом.

Оборудование: прибор для нанесения царапин на поверхность металлических объектов; микроскоп МПБ; тарировочная кривая; образцы изделий из стали; стальная балка.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите физические и механические характеристики стали.
2. Что такое твердость материала?
3. Что такое предел прочности материала?
4. Методика определения прочности металлов методом царапания.

Лабораторное занятие № 2. Исследование работы статически определимой балки. (2 часа)

Цель работы: теоретическое и экспериментальное определение напряжений в балке; теоретическое и экспериментальное определение несущей способности балки.

Оборудование: балка составного сечения из двух равнополочных уголков, соединенных в тавр; нагружающее устройство; набор грузов; тензометры; штангенциркуль, рулетка.

Контрольные вопросы:

1. Как определяется несущая способность балки теоретически?
2. Как принимается величина экспериментальной нагрузки на балку в лабораторной установке?
3. Как определяется значение абсолютной деформации в балке?

4. Как экспериментально определить напряжение в балке?
5. Чем вызвано расхождение экспериментально и теоретически определенных значений напряжений?
6. Как определить несущую способность балки по одной ступени нагружения?

Лабораторное занятие № 3. *Определение оптимального значения регулируемой силы для заданной системы загрузки балки. (2 часа)*

Цель работы: экспериментальное определение значения регулируемой силы для оптимизации эпюры изгибающих моментов заданной системы нагружения балки.

Оборудование: балка с системой регулирования напряжений и перемещений (СРНиП); нагружающее устройство; набор грузов; тензометры; штангенциркуль, рулетка.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью осуществляется регулирование напряженно-деформированным состоянием балки?
2. Что представляет собой система регулирования напряжений и перемещений в балке в лабораторной работе?

Лабораторное занятие №4. *Расчет и испытание центрально-сжатого элемента. (2 часа)*

Цель работы: теоретическое и экспериментальное изучение устойчивости центрально-сжатых элементов. Определение критического продольного усилия.

Оборудование: стенд учебный «Общая устойчивость центрально-сжатого стержня», измерительный блок, персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под устойчивостью центрально-сжатого элемента?
2. Что такое коэффициент продольного изгиба?
3. Что такое коэффициент приведения длины?
4. Как отслеживается потеря устойчивости стержня в ходе эксперимента?

Лабораторное занятие № 5. *Расчет и испытание изгибаемого элемента на общую устойчивость. (2 часа)*

Цель работы: теоретическое и экспериментальное изучение общей устойчивости изгибаемых элементов.

Оборудование: стенд учебный «Общая устойчивость изгибаемого стержня», измерительный блок, персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. У каких изгибаемых стержней наблюдается склонность к одновременному изгибу и кручению?
2. Как условия закрепления изгибаемого стержня на концах влияют на потерю его общей устойчивости?
3. Какие величины используются при определении критического изгибающего момента для случая, рассматриваемого в данной работе?
4. Каким образом отслеживается момент потери общей устойчивости в изгибаемом стержне в ходе эксперимента?

Лабораторное занятие № 6. *Расчет и испытание внецентренно-растянутого элемента. (2 часа)*

Цель работы: приобретение навыков расчета растянуто-изогнутых и внецентренно-растянутых элементов по СП 16.13330.2017 с последующим испытанием образца до разрушения и сопоставлением расчетных и экспериментальных данных.

Оборудование: опытный образец представляет собой отрезок уголка с приваренными на его концах пластинами, за которые растягивается образец, изготовленный из малоуглеродистой стали, персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Во сколько раз отличается несущая способность стержня с учетом и без учета пластических деформаций?
2. Оказывался ли стержень прямолинейным при расчетной нагрузке с учетом развития пластических деформаций?
3. Во сколько раз разрушающая нагрузка превысила расчетную и чем это объясняется?

Лабораторное занятие № 7. Расчет прочности, технология сварки и определение деформаций стыковых соединений. (2 часа)

Цель работы: изучить вопрос назначения типа электродов, научиться выполнять расчет сварных стыковых соединений, а также теоретически определить деформации после сварки стыковых швов.

Оборудование: опытный образец представляет собой встык сваренные два листа из стали С245 шириной 200 мм толщиной 4мм, расчетное усилие в накладке 15т; персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Как определяется тип и диаметр электрода?
2. Какие геометрические параметры сварного шва влияют на его прочность?
3. Как определяется расчетная длина сварного шва в стыковых соединениях?
4. Какой параметр определяет кривизну сварного элемента?

Лабораторное занятие № 8. Теоретическое и экспериментальное определение сварочных деформаций стержня при дуговой сварке. (2 часа)

Цель работы: изучение методики определения деформаций стального стержневого элемента несимметричного сечения при приварке к нему конструктивных элементов.

Оборудование: персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение термину "сварочные деформации".
2. Что такое дуговая сварка?
3. От каких параметров зависит стрелка прогиба элемента по середине пролета?
4. На какой параметр влияет толщина кронштейна t_k ?

Лабораторное занятие № 9. Расчет и испытание угловых сварных швов на срез. (2 часа)

Цель работы: приобретение навыков расчета сварных швов по СП 16.13330.2017.

Оборудование: персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Какова расчетная несущая способность соединения?
2. Во сколько раз отличается расчетная несущая способность по металлу шва от несущей способности шва по границе сплавления?

Лабораторное занятие № 10. Расчет соединения и установка высокопрочных болтов. (2 часа)

Цель работы: изучение теоретических вопросов расчета соединений на высокопрочных болтах и решение практических вопросов, связанных с установкой болтов в соединении.

Оборудование: персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Область применения высокопрочных болтов?
2. За счет чего происходит восприятие сдвигающих усилий в соединении на высокопрочных болтах?
3. От каких параметров зависит несущая способность высокопрочных болтов? Дайте развернутый ответ.
4. Для чего нужно определять момент при закручивании высокопрочных болтов динамометрическим ключом?

Лабораторное занятие № 11. *Расчет и испытание соединений на самосверлящихся винтах (ССВ). (2 часа)*

Цель работы: знакомство с расчетными формулами по определению прочности соединений на самосверлящихся винтах.

Оборудование: персональный компьютер с доступом в сеть «Internet», нормативная документация.

Контрольные вопросы:

1. Область применения ССВ?
2. Почему прочность соединяемых полос необходимо проверять по двум сечениям?
3. Какие параметры определяют несущую способность ССВ? Дайте развернутый ответ

Лабораторное занятие № 12. *Изучение действительной пространственной работы каркаса промышленного здания (4 часа).*

Цель работы: изучение действительной пространственной работы каркаса промышленного здания при нежесткой и жесткой кровле на действие сосредоточенных горизонтальных нагрузок.

Оборудование: установка представляет собой модель температурного блока каркаса из пяти поперечных рам,, горизонтальные продольные связи для легкой кровли выполнены из стальных пластин, которые прикрепляются к верхним концам колонн на болтах, жесткий диск, моделирующий жесткую кровлю, выполнен в виде рамки с диагональными распорками, крепящейся также к верхним концам колонн на болтах, на раме лабораторной установки размещены индикаторы часового типа для измерения перемещений верхних концов колонн под нагрузкой, нагружение осуществляется с помощью гибких тросов, пропущенных через блоки, к тросам подвешены платформы для установки грузов.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность коэффициента пространственной работы каркаса?
2. Какое принципиальное отличие между коэффициентами пространственной работы каркаса при легкой и при жесткой кровле?
3. При каких нагрузках учитывается пространственная работа каркаса?

Лабораторное занятие № 13. *Расчет и испытание модели подкрановой балки (4 часа).*

Цель работы: изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) модели подкрановой балки с использованием тензометрии

Оборудование: танзодатчики (танзорезисторы) представляют собой подложку с наклеенной на нее проволокой из материала, имеющего высокое удельное сопротивление (нихрома константан и др.). Для увеличения чувствительности датчика проволока располагается по подложке «змейкой»; мостовая схема измерения сопротивления представляет собой соединенные последовательно резисторы (сопротивления R_1, R_2, R_3, R_a), образующие четыре плеча регистрирующее устройство; стенд «Модель несущих конструкций промышленного здания»; измерительно-преобразовательном блок, персональный компьютер.

Контрольные вопросы:

1. Как называются датчики, используемые в данной лабораторной работе?
2. Что измеряется датчиками, используемыми в данной лабораторной работе?
3. Как экспериментально определяются напряжения в строительных конструкциях?
4. В чем особенность нагрузок на подкрановую балку?
5. В чем заключаются особенности статического расчета неразрезных балок?
6. Какие методы используются при статическом расчете неразрезных балок?
7. Как вычисляются усилия и деформации с использованием линий влияния?

Лабораторное занятие № 14. Исследование работы фермы. (2 часа)

Цель работы: знакомство с конструкцией фермы; изучение работы стержней на растяжение и сжатие; определение деформаций и усилий в стержнях фермы.

Оборудование: ферма из парных уголков и из полосовой стали; набор грузов; тензометры Аистова; рулетка, штангенциркуль.

Контрольные вопросы:

1. Какая конструкция называется фермой? Когда она экономически целесообразна по сравнению с балкой?
2. Перечислите основные элементы фермы.
3. Какие деформации возникают в стержнях ферм?
4. Какими методами определяются усилия в стержнях ферм?
5. Чем отличается расчет растянутых и сжатых стержней?
6. Что такое гибкость стержня?
7. Как определить несущую способность фермы по одной ступени нагружения?
8. Какие типы профилей можно использовать при проектировании ферм?
9. Изобразите узлы фермы (опорный, промежуточный, монтажный). Рассмотрите фермы с параллельными поясами, трапецеидальные, треугольные с сечением элементов из тавров, уголков, труб, гнутых профилей.

Лабораторное занятие № 15. Исследование работы фермы с регулированием усилий в стержнях. (2 часа)

Цель работы: исследование изменения усилий в стержнях фермы; определение несущей способности фермы при наличии регулируемой нагрузки.

Оборудование: ферма из парных уголков и из полосовой стали с системой регулирования усилий; набор грузов; тензометры Аистова; рулетка; штангенциркуль.

Контрольные вопросы:

1. Как определяются усилия в стержнях фермы теоретически и экспериментально?
2. Чем объясняются расхождения в теоретических и экспериментально полученных значениях напряжений в стержнях фермы?
3. Какая ферма более экономична: с большим или меньшим количеством стержней, работающих на сжатие?

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студента включает в себя:

- изучение теоретического материала и нормативной документации по вопросам, связанным с темой проведенных и предстоящих занятий;
- поиск и обсуждение примеров расчета конструкций, выполнение расчетов по заданиям преподавателя;
- выполнение курсового проекта по дисциплине (по индивидуальному варианту).

Задание на курсовой проект

Запроектировать рабочую площадку производственного здания. При проектировании рассмотреть два варианта решения балочной клетки.

Исходные данные задания на проектирование определяются по таблице.

Исходные данные к курсовому проекту по дисциплине: «Металлические конструкции»

Наименование	Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в подгруппе*														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нормативная нагрузка (q_0^n , Кн/м ²)	14.0	13.0	13.5	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
Шаг колонн в продольном направлении (L, м)	18	16	17	19	15	18	16	15	18	15	16	17	19	18	15
Шаг колонн в поперечном направлении (l, м)	7.0	6.0	6.5	7.5	8.0	7.5	8.0	6.5	7.0	7.5	8.0	6.5	7.0	7.5	8.0
Максимальная величина от- правной марки для главной балки (м)	12	12	13	11	10	12	10	11	12	10	12	13	11	10	12
Тип сечения колонны*	скв	скв	скв	скв	спл	спл	спл	спл	спл	скв	скв	скв	скв	спл	спл
Габарит помещения под пе- рекрытием (h, м)	7.7	7.8	7.5	8.0	8.0	6.6	6.8	6.7	7.5	7.8	7.8	8.0	7.5	7.7	7.8
Высота верха настила (H, м)	9.2	9.2	9.2	9.6	10.0	8.4	8.5	8.4	8.8	8.8	9.2	9.6	8.5	8.8	8.4

сталь С235;С245

(*) скв – сквозная, состоит из 2х швеллеров (двутавров) прокатного профиля, связанных между собой решеткой в виде соединительных планок; спл – сплошная

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация выполняется по вопросам для обсуждения и заданиям, которые приведены в содержании практических и лабораторных занятий (см. п.5)

Критерии оценки ответов на вопросы для обсуждения:

Ответ на вопрос считается удовлетворительным, если студент:

- 1) дает правильный и полный ответ;
- 2) осознает и понимает смысл вопроса и обосновывает ответ;
- 3) полно излагает изученный материал, дает правильное определение понятий;
- 4) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из источников, но и самостоятельно составленные.

Во всех других случаях ответ студента считается неудовлетворительным.

Критерии оценки выполнения задания к практическому занятию:

Практическое задание считается выполненным удовлетворительно, если студент:

- 1) выполнил задание в полном объеме и сдал его в установленные сроки;
- 2) обосновал с опорой на нормативные документы принятые решения;
- 3) качественно оформил документ в соответствии с требованиями оформления деловой документации.

Во всех остальных случаях выполнение задания читается неудовлетворительным.

Критерии оценки выполнения лабораторной работы:

Задание к лабораторной работе считается выполненным удовлетворительно, если студент:

- 1) выполнил задание в полном объеме и сдал его в установленные сроки;
- 2) обосновал с опорой на нормативные документы принятые решения;
- 3) качественно оформил документ в соответствии с требованиями оформления деловой документации.
- 4) ответил на вопросы из перечня вопросов для контроля

Во всех остальных случаях выполнение лабораторной работы читается неудовлетворительным.

Содержание практических и лабораторных занятий с заданиями к ним приведено в пункте 5.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Критерии оценки курсового проекта по дисциплине:

Оценка «отлично» выставляется, если:

- курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием;
- пояснительная записка выполнена аккуратно, с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов;
- графическая часть курсового проекта представлена в полном объеме, в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСКД и СПДС;
- студентом устранены замечания преподавателя по итогам предварительной проверки;
- выполнение работы проходило в полном соответствии с графиком подготовки курсового проекта;
- студент уверенно отвечает на вопросы по разделам курсового проекта на защите.

Оценка «хорошо» выставляется, если:

- курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием;
- пояснительная записка выполнена с незначительными замечаниями (описки, орфографические ошибки, нестандартные шрифты и др.), с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов;
- графическая часть курсового проекта представлена в полном объеме, с незначительными отклонениями от требований ГОСТ, ЕСКД и СПДС;
- студентом устранены замечания преподавателя по итогам предварительной проверки;
- выполнение работы проходило с незначительными отклонениями от графика подготовки курсового проекта;
- студент уверенно отвечает на вопросы по разделам курсового проекта на защите.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если:

- курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием;
- пояснительная записка выполнена с незначительными замечаниями (описки, орфографические ошибки, нестандартные шрифты и др.), с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов;
- графическая часть курсового проекта представлена в полном объеме, с незначительными отклонениями от требований ГОСТ, ЕСКД и СПДС;
- студентом устранена большая часть замечаний преподавателя по итогам предварительной проверки;
- выполнение работы проходило с незначительными отклонениями от графика подготовки курсового проекта;
- студент испытывает затруднения с ответами на вопросы по разделам курсового проекта на защите.

Оценка «не удовлетворительно» выставляется, если:

- курсовой проект выполнен не в полном объеме и с отклонениями от задания;
- пояснительная записка выполнена со значительными замечаниями (ошибки в расчетах, выборах методик, типовых конструкций), с отклонениями от требований стандартов по составлению текстовых документов;
- графическая часть курсового проекта представлена не в полном объеме, со значительными отклонениями от требований ГОСТ, ЕСКД и СПДС;
- студентом устранена большая часть замечаний преподавателя по итогам предварительной проверки;
- выполнение работы проходило с незначительными отклонениями от графика подготовки курсового проекта;
- студент испытывает затруднения с ответами на вопросы по разделам курсового проекта на защите.

Вопросы к экзамену

1. Материалы металлических конструкций. Общая характеристика. Химический состав сталей. Механические свойства сталей и их показатели.
2. Усталость металлов. Коррозия металла. Выбор стали для металлических конструкций.
3. Виды разрушений стали. Факторы, способствующие хрупкому разрушению.
4. Сортаменты металлических конструкций. Основные параметры сечений.
5. Основы метода расчета по предельным состояниям.
6. Расчет на прочность растянутых (сжатых), изгибаемых и внецентренно растянутых (сжатых) элементов.

7. Расчет на устойчивость центрально сжатых и внецентренно сжатых (сжато-изогнутых) элементов.
8. Сварка, виды сварки и сварные соединения.
9. Болтовые и заклепочные соединения. Виды болтов. Работа и расчет болтовых соединений.
10. Балки и балочные конструкции. Типы балок. Типы балочных площадок. Узлы сопряжения балок.
11. Расчет плоского стального настила. Расчет балок настила (прокатных балок).
12. Определение высоты и компоновка сечения составных сварных балок. Изменение сечения балки по длине.
13. Проверка прочности, жесткости и устойчивости составных сварных балок.
14. Местная устойчивость элементов балки.
15. Соединение поясов балки со стенкой. Расчет поясных сварных швов.
16. Конструирование и расчет опорных узлов балки.
17. Конструирование и расчет укрупнительных (монтажных) стыков балок.
18. Центрально сжатые колонны. Состав колонны. Типы сечений стержней колонн сплошного сечения. Конструирование и расчет стержня колонны сплошного сечения.
19. Конструирование и расчет оголовка колонн сплошного сечения.
20. Конструирование и расчет базы колонны.
21. Центрально сжатые колонны сквозного сечения. Типы сечений. Конструирование и расчет стержня колонны.
22. Фермы. Виды ферм. Область применения.
23. Расчет элементов фермы. Подбор сечений и предельные гибкости стержней.
24. Компоновка каркасов одноэтажных производственных зданий. Основные конструктивные элементы.
25. Сбор нагрузок на раму каркаса. Статический расчет рамы.
26. Внецентренно-сжатые колонны. Расчет. База, оголовки, стыки колонны.
27. Большепролетные конструкции покрытий. Основные конструктивные схемы.
28. Подкрановые конструкции
29. Высотные сооружения. Башни и мачты.
30. Реконструкция, усиление, восстановление металлических конструкций.
31. Основы экономики металлических конструкций.

Пример экзаменационного билета
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Материалы металлических конструкций. Общая характеристика. Химический состав сталей. Механические свойства сталей и их показатели.
2. Основы экономики металлических конструкций.

Критерии экзаменационной оценки

На экзамене оценка «отлично» выставляется студенту, который:

1) глубоко и прочно усвоил программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры;

2) уверенно применяет теоретические знания к решению практических задач;

3) способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который:

1) твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок;

2) правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

3) по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности, знаниями. При ответах допускает малосущественные погрешности, испытывает затруднения при решении задач.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, имеющему серьезные проблемы в знании учебного материала, в умении решать задачи; его уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

В случае получения неудовлетворительной оценки по курсовому проекту студент допускается до экзамена, но по экзамену он получает неудовлетворительную оценку

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Айбазова, Ф. К. Металлические конструкции, включая сварку : учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ для студентов 3 курса, обучающихся по направлению 270800.62 Строительство, по профилю «Промышленное и гражданское строительство» / Ф. К. Айбазова. — Черкесск : Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014. — 40 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/27202.html>.

2. Золина, Т. В. Металлические конструкции : электронное учебное издание (курс лекций) / Т. В. Золина ; составители Т. В. Золина. — Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 255 с. — ISBN 978-5-93026-105-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100832.html>.

3. Колесов, А. И. Стальные конструкции зданий и сооружений. Ч.1 : учебное пособие / А. И. Колесов, В. В. Пронин, Е. А. Кочетова. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — 178 с. — ISBN 978-5-528-00294-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107395.html>.

4. Металлические конструкции, включая сварку : задания и методические указания к практическим занятиям для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 270800.62 Строительство, профиль подготовки «Промышленное и гражданское строительство» / составители В. С. Парлашкевич. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 33 с. — ISBN 978-5-7264-1020-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/30764.html>.

7.2. Дополнительная литература

1. Доркин В.В. Металлические конструкции : учебник для студентов сред. спец. учеб. заведений по спец. 270103 "Строительство и эксплуатация зданий и сооружений" / В. В. Доркин, М. П. Рябцева ; [науч. ред. Б. И. Штейман] .— М. : Инфра-М, 2013 .— 457 с.

2. Колодёжнов, С. Н. Металлические конструкции рабочей площадки : учебно-методическое пособие / С. Н. Колодёжнов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 82 с. — ISBN 978-5-4497-1138-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108304.html>.

3. Колодёжнов, С. Н. Балочные стальные конструкции. Расчет и проектирование : учебно-методическое пособие / С. Н. Колодёжнов, Д. Н. Кузнецов, А. В. Панин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 74 с. — ISBN 978-5-4497-1087-1. — Текст : электронный // Элек-

тронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108280.html>.

4. Металлические конструкции одноэтажного промышленного здания : учебное пособие / В. А. Митрофанов, С. В. Митрофанов, В. В. Молошный [и др.]. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-4486-0157-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70770.html>.

5. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Нормативные документы на строительные конструкции и изделия. Металлические конструкции : сборник нормативных актов и документов / составители Ю. В. Хлистун. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. — 469 с. — ISBN 978-5-905916-39-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/30248.html>.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/wcsecurity/snip/> – материалы о сварке.
2. <http://tadgikov.net/stroitelnye-materialy/2090-vidy-soedinenij-metallicheskikh-konstruktsij.html> – соединение металлических конструкций.
3. <http://prostobuild.ru/onlainraschet/199-sortament-metalloprokata.html> – сортамент металлопроката.
4. <http://www.sorokovka.ru/metall/instructions/3639/> – сорта сталей.
5. <http://saitinpro.ru/knigi-po-proektirovaniyu-i-stroitelstvu/tipovye-serii/tipovye-serii-metallicheskie-konstruktsii/> – серии металлических конструкций.
6. <http://www.zodchii.ws/books/info-720.html> – большепролетные конструкции.

8. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для проведения лекционных занятий 06 уч. к. 3 со следующим оборудованием:

- проектор;
- интерактивная доска;
- удерживающие устройства для фиксации плакатов.

Аудитория для проведения практических занятий 416 уч. к. 2 со следующим оборудованием:

- доска;
- удерживающие устройства для фиксации плакатов.

Аудитория для проведения лабораторных занятий 236 уч. к. 2 со следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с доступом в сеть «Интернет».

9. Программное обеспечение

1. Пакет офисных программ.
2. Программный комплекс AutoCAD.
3. Программный комплекс ЛИРА САПР.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022