

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИДУиФ

_____ А. Н. Тарасевич

«__» _____ 2013 г.

Регистрационный № УД _____ /р.

Металлические конструкции

Учебная программа для специальности:

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Факультет – Инновационной деятельности, управления и финансов

Кафедра – Строительные конструкции

Курс – IV

Семестр – VII, VIII

Лекции – 16 часов

Практические занятия – 10 часов

Лабораторные занятия – 12 часов

Всего аудиторных
часов по дисциплине – 38 часов

Самостоятельная работа – 306 часов

Управляемая самостоятельная
работа – нет

Всего часов в семестре – 150, 156 часа

Всего часов по дисциплине – 344 часа.

Экзамен – VIII семестр

Зачет – VII семестр

Курсовой проект (работа) – VIII семестр

Расчетно-проектировочные
работы – нет

Форма получения

высшего образования – заочная

Составил, доцент

Л. Г. Головки

Учебная программа (рабочий вариант) составлена на основе типовой учебной программы для высших учебных заведений по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» утверждённой УМО вузов РБ по образованию в области строительства и архитектуры в 2004 г, регистрационный номер № ТД УМО СА - 62 ТИП.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры «Строительные конструкции» 20.06.2012, протокол № 8.

Заведующий кафедрой

_____ Н. Н. Шалобыта

Одобрена и рекомендована к утверждению методической комиссией факультета ИДУиФ « ___ » _____ 2012 г., протокол № _____.

Председатель _____ Э. Э. Ермакова

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Металлические конструкции» – ведущая инженерная дисциплина, которая формирует инженерный подход к пониманию устройства и действительной работы конструктивных систем зданий и сооружений и развивающая навыки инженерного анализа, конструирования и расчета строительных металлических конструкций.

Данная учебная программа рассчитана на 344 часа учебных занятий.

Цель преподавания дисциплины

Основная цель преподавания – подготовка студентов к профессиональной деятельности в области проектирования и эксплуатации металлических конструкций, при этом:

- научить студентов проектировать технически и экономически обоснованные металлические конструкции зданий и сооружений, отвечающие требованиям прочности, жесткости, долговечности, эстетичности в соответствии с ТНПА;
- раскрыть мировоззренческие вопросы дисциплины;
- дать студентам практические навыки по расчету металлических конструкций, использованию нормативно-справочной и научно-технической литературы;
- показать роль выдающихся ученых в развитии металлических конструкций;
- ознакомить с основными тенденциями развития и перспективами применения металлических конструкций в промышленном и гражданском строительстве;
- дать навыки по использованию систем автоматизированного проектирования металлических конструкций.

Задачи изучения дисциплины

Приобретение суммы знаний и умений, необходимых для успешной работы в качестве инженера-строителя в любой из отраслей строительного профиля.

Знания и умения инженера-строителя по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» определяется квалификационной характеристикой.

Студент должен знать:

- методику расчета и конструирования металлических конструкций;
- конструктивные схемы зданий и сооружений;
- перспективы развития и достижения научно-технического прогресса в области металлических конструкций в строительстве;
- состав, структуру рабочих чертежей металлических конструкций.

Студент должен уметь:

- ставить и решать задачи, связанные с проектированием зданий и сооружений, выбором их оптимального конструктивного решения;
- на основании принятой конструктивной схемы осуществлять расчеты с подбором сечений, в том числе с использованием ЭВМ;
- конструировать и разрабатывать рабочие чертежи;
- уметь самостоятельно обобщать и анализировать новейшие достижения строительной науки и практики, обновлять полученные теоретические и практические навыки.

Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса:

- теоретическая механика – разделы: статика, кинематика, динамика;
- сопротивление материалов – разделы: растяжение и сжатие, кручение, изгиб, геометрические характеристики сечений, основы теории напряженно-деформированного состояния;
- строительная механика – разделы: кинематический анализ сооружений, расчетные схемы сооружений, плоские фермы, арки и рамы, расчет статически неопределимых систем, метод конечных элементов, расчет сооружений по несущей способности;
- строительные материалы – основные свойства строительных металлических материалов и изделий;
- архитектура – разделы: общие сведения о зданиях и сооружениях, требования, предъявляемые к ним, индустриализация строительства, архитектурно-строительный проект и методы его разработки, технико-экономическая оценка зданий и их конструктивных элементов, основы строительной физики, объемно-планировочные и конструктивные решения гражданских и промышленных зданий и сооружений, системы автоматизированного проектирования.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

2.1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п.п.	Наименование тем	Число учебных (аудиторных) часов				
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Всего
	<i>Седьмой семестр</i>	6	4	8	150	168
1.	Общие сведения о металлических конструкциях. Работа стали под нагрузкой	0.5	-	-	20	20.5
2.	Методы расчёта металлических конструкций. Нагрузки и воздействия. Расчетные характеристики сталей.	1.5	-	-	20	21.5
3.	Работа и расчет стальных изгибаемых, центрально- и внецентренно-нагруженных элементов	4	-	-	30	34
4.	Сварные и болтовые соединения металлических конструкций	-	-	8	20	28
5.	Балки и балочные перекрытия. Расчет и конструирование прокатных и составных балок, центрально-сжатых колонн	-	4	-	60	64
	<i>Восьмой семестр</i>	10	6	4	156	176
6.	Основы проектирования и компоновка каркаса одноэтажного производственного здания. Статический расчет поперечных рам	2	2	2	20	26
7.	Стропильные фермы покрытий. Подбор сечений стержней ферм. Расчет и конструирование узлов	4	-	2	30	36
8.	Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий, расчет и конструирование	4	4	-	31	39
9.	Подкрановые конструкции	-	-	-	10	10
10.	Конструкции покрытий больших пролетов	-	-	-	20	20
11.	Листовые металлические конструкции	-	-	-	20	20
12.	Стальные каркасы многоэтажных зданий	-	-	-	10	10
13.	Конструкции высотных сооружений. Башни и мачты	-	-	-	15	15
	Всего	16	10	12	306	344

2.2. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

Седьмой семестр

2.2.1. Общие сведения о металлических конструкциях. Работа стали под нагрузкой

Цели, задачи и содержание курса «Металлические конструкции».

Номенклатура, области применения и особенности металлических конструкций.

Строительные стали, их структура и химический состав. Классификация сталей.

Объем лекционных занятий – 0.5 часа.

2.2.2. Методы расчёта металлических конструкций. Нагрузки и воздействия. Расчетные характеристики сталей.

Физико-механические характеристики сталей. Расчет конструкций по предельным состояниям первой группы. Система коэффициентов и параметров определяющих свойства материалов, нагрузок и воздействий. Смысл основного расчетного неравенства.

Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы.

Нагрузки и воздействия. Расчетные характеристики сталей.

Объем лекционных занятий – 1.5 часа.

2.2.3. Работа и расчет стальных изгибаемых, центрально- и внецентренно-нагруженных элементов

Работа изгибаемых элементов в упругой и упругопластических стадиях, шарнир пластичности при изгибе, совместное действие нормальных и касательных напряжений. Расчет изгибаемых элементов на прочность по СНИП в упругой стадии и с учетом развития пластических деформаций.

Потеря устойчивости плоской формы равновесия изгибаемых элементов: форма потери устойчивости, влияние на устойчивость условий закрепления стержня, характера приложения нагрузки. Проверка по СНИП.

Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня, критические напряжения при упругом и неупругом выпучивании стержня, расчетная длина, гибкость, зависимость критических напряжений от гибкости.

Проверка устойчивости при центральной сжатии по СНИП, коэффициент продольного изгиба.

Напряженное состояние и расчет на прочность по СНИП сечений внецентренно-нагруженных стержней в упругой и упругопластической стадии.

Потеря устойчивости внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых стержней в плоскости изгиба, влияние гибкости, относительного эксцентриситета, формы сечения.

Проверка устойчивости при внецентренном сжатии по СНИП в плоскости и из плоскости изгиба.

Объем лекционных занятий – 4 часа.

Восьмой семестр

2.2.6. Основы проектирования и компоновка каркаса одноэтажного производственного здания. Статический расчет поперечных рам

Общая характеристика каркасов производственных зданий: схема каркаса, поперечные и продольные конструкции, связи каркаса и их функции. Принципы компоновки, учет эксплуатационных, производственных и экономических требований. Унификация объемно-планировочных решений. Разбивка сетки колонн, температурные швы, их назначение. Выбор поперечной конструкции. Компоновка покрытия: состав покрытия и его схемы.

Компоновка поперечной рамы: определение размеров колонн, ферм с учетом требований унификации, жесткости и режима работы мостовых кранов.

Объем лекционных занятий – 2 часа.

2.2.7. Стропильные фермы покрытий. Подбор сечений стержней ферм. Расчет и конструирование узлов

Области применения легких и тяжелых ферм, основы классификации: по статическим схемам, по очертанию поясов, типу решетки, типу сечений стержней. Компоновка стропильных ферм, генеральные размеры ферм, учет требований унификации, условий эксплуатации, изготовления и перевозки.

Особенности расчета ферм: нагрузки на фермы, определение усилий в элементах ферм.

Обеспечение общей устойчивости ферм в системе покрытия, расчетные длины стержней ферм. Предельные гибкости элементов ферм. Типы сечений элементов ферм и рациональные области их применения. Подбор и проверка сечений растянутых и сжатых стержней стропильных ферм.

Объем лекционных занятий – 4 часа.

2.2.8. Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий, расчет и конструирование

Типы колонн и области их применения. Типы сечений внецентренно-сжатых колонн и области их применения.

Определение расчетных длин стоек в плоскости рамы, факторы, влияющие на определение расчетных длин. Расчетные длины колонн из плоскости рамы.

Конструкция сплошных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка сечений в плоскости и из плоскости поперечной рамы. Обеспечение местной устойчивости полки и стенки сплошных сечений внецентренно-сжатых колонн.

Конструкция сквозных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка подобранных сечений: устойчивость ветвей и стержня колонны в целом. Работа, расчет и конструирование решетки сквозных стержней.

Объем лекционных занятий – 4 часа.

2.3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

Седьмой семестр

2.3.1. Подбор и проверка сечений изгибаемых элементов из прокатных профилей.

Объем практических занятий – 2 часа.

2.3.2. Проверка сечений сплошных и сквозных центрально-сжатых колонн.

Объем практических занятий – 2 часа.

Восьмой семестр

2.3.3. Компонировка поперечной рамы производственного здания. Определение нагрузок на поперечную раму.

Объем практических занятий – 2 часа.

2.3.4. Подбор и проверка сечения сплошной внецентренно-сжатой колонны производственного здания.

Объем практических занятий – 2 часа.

2.3.5. Подбор и проверка сечения сквозной внецентренно-сжатой колонны производственного здания.

Объем практических занятий – 2 часа.

2.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

Седьмой семестр

2.4.1. Работа и расчет сварного соединения при статическом нагружении.

Объем лабораторной работы – 4 часа.

2.4.2. Изучение работы и расчет болтовых соединений на болтах нормальной точности и высокопрочных болтах.

Объем лабораторной работы – 4 часа.

Восьмой семестр

2.4.3. Статический расчет поперечной рамы с использованием ЭВМ.

Объем лабораторной работы – 2 часа.

2.4.4. Подбор сечений стержневой фермы с использованием ЭВМ.

Объем лабораторной работы – 2 часа.

2.5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

2.5.1. Общие сведения о металлических конструкциях. Работа стали под нагрузкой

История развития строительных металлоконструкций и роль отечественных ученых в разработке теории расчета и проектирования. Номенклатура, области применения, народнохозяйственное значение, современные конструктивные формы, особенности и технические возможности металлических конструкций. Использование металлических конструкций при освоении труднодоступных районов, реконструкции и восстановлении зданий и сооружений, при строительстве сооружений, обеспечивающих охрану окружающей среды. Предпосылки и основные направления технического прогресса и повышения эффективности металлических конструкций.

Краткие сведения о строительных сталях, классы и марки сталей, химический состав и особенности структуры, механические свойства, свариваемость, коррозионная стойкость, влияние химического состава и способа производства на свойства сталей.

Классификация алюминиевых сплавов по способам производства, упрочнения и химическому составу, свойства алюминиевых сплавов, и область их применения в строительстве.

Понятие о сортаменте. Совершенствование сортамента, новые эффективные профили, обеспечивающие снижение расхода металла и трудоемкости изготовления конструкций.

Работа сталей и алюминиевых сплавов при однократном статическом растяжении и сжатии, диаграммы и стадии работы материала в зависимости от его структуры, особенности деформирования высокопрочных сталей и алюминиевых сплавов, унифицированная диаграмма упругопластической работы строительных сталей.

Виды разрушения сталей, их последствия. Сложное напряженное состояние и его влияние на характер разрушения, концентрация напряжений. Хрупкое разрушение как процесс развития трещин. Ударная вязкость. Влияние предшествующей пластической деформации на работу металла при повторном нагружении, наклеп. Выносливость металла при многократной повторной нагрузке. Влияние температуры на свойства металла, хладоломкость, огнестойкость сталей и алюминиевых сплавов. Изменение свойств металла во времени.

Объем – 20 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.4], [3.2.1], [3.2.5].

2.5.2. Методы расчёта металлических конструкций. Нагрузки и воздействия. Расчетные характеристики сталей.

Цель расчета конструкций, краткий обзор развития методов расчета. Ведущая роль отечественных ученых в разработке теории расчета строительных конструкций по методу предельных состояний. Группы и виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям первой группы. Смысл основного расчетного неравенства.

Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы.

Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направления его совершенствования.

Нагрузки и воздействия, их классификация, нормативные и расчетные нагрузки, коэффициенты надежности по нагрузкам. Виды сочетаний нагрузок и усилий, учет их при проектировании, коэффициенты сочетаний.

Нормативные и расчетные сопротивления, их значения при различных видах напряженного состояния, коэффициенты надежности по материалу. Дополнительный коэффициент надежности по временному сопротивлению. Коэффициент условий работы конструкции. Коэффициент надежности по назначению и ответственности сооружения.

Объем – 20 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.4], [3.2.8], [3.2.9].

2.5.3. Работа и расчет стальных изгибаемых, центрально- и внецентренно-нагруженных элементов

Работа изгибаемых элементов в упругой и упругопластической стадиях, шарнир пластичности при изгибе, совместное действие нормальных и касательных напряжений. Расчет изгибаемых элементов на прочность по СНиП II-23-81* в упругой стадии и с учетом развития пластических деформаций.

Потеря устойчивости плоской формы равновесия изгибаемых элементов: форма потери устойчивости, влияние на устойчивость условий закрепления стержня, характера приложения нагрузки, геометрии сечения. Проверка по СНиП II-23-81*.

Работа и расчет на прочность по СНиП II-23-81* центрально-нагруженных элементов. Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня, критические напряжения при упругом и неупругом выпучивании стержня, расчетная длина, гибкость, зависимость критических напряжений от гибкости. Проверка устойчивости по СНиП II-23-81*, коэффициент продольного изгиба, условная гибкость стержня.

Напряженное состояние и расчет на прочность по СНиП II-23-81* сечений внецентренно-нагруженных стержней в упругой и упругопластической стадии. Потеря устойчивости внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых стержней в плоскости изгиба в упругопластической стадии работы, влияние гибкости, относительного эксцентриситета, формы сечения. Проверка устойчивости по СНиП II-23-81* в плоскости и из плоскости изгиба.

Объем – 30 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.4], [3.2.8], [3.2.11].

2.5.4. Сварные и болтовые соединения металлических конструкций

Роль в развитии сварки отечественных ученых. Область применения, виды сварных швов и соединений. Материалы и расчетные сопротивления сварных соединений.

Сварные соединения стыковыми швами: конструирование, особенности

работы и расчета на различные виды усилий. Соединения угловыми швами: конструирование, особенности работы и расчета на различные виды усилий. Конструктивные требования к сварным соединениям.

Виды соединений, болтов и заклепок, области их применения, достоинства и недостатки. Соединения на обычных болтах: конструирование, особенности работы и расчета на сдвигающие усилия, на растяжение. Особенности работы и расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах. Конструктивные требования к болтовым соединениям.

Новые виды соединений: паяных, клееболтовых, на несущих высокопрочных болтах, самонарезающих винтах, дюбелях, комбинированных заклепках.

Объем – 20 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.4], [3.2.1], [3.2.8].

2.5.5. Балки и балочные перекрытия. Расчет и конструирование прокатных и составных балок, центрально-сжатых колонн

Область применения балок, их классификация: по статическим схемам, типам сечений, способам соединения элементов сечения, виду материалов.

Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, схемы компоновки в плане и по высоте.

Виды настилов, особенности расчета и работы. Подбор и проверка сечений прокатных балок.

Составные сварные балки, области их применения, классификация, типы сечений. Определение нагрузок и усилий. Компоновка и подбор сечений составных сварных балок: определение минимальной, оптимальной и строительной высоты сечения; выбор рациональной высоты балки и толщины стенки; компоновка сечения элементов балки.

Изменение сечения балки: цель, принципы определения мест изменения сечений. Локальные напряжения. Проверка прочности сечений балки в упругой и упругопластической стадиях: в середине балки, в местах изменения сечений, в приопорной части. Обеспечение жесткости и общей устойчивости балки.

Понятие местной устойчивости пластинок при различном напряженном состоянии.

Характер потери устойчивости сжатого пояса балки, проверка и обеспечение его местной устойчивости.

Характер потери устойчивости стенки балки. Ребра жесткости, места установки, их назначение. Проверка местной устойчивости стенки балки от действия нормальных, касательных, локальных напряжений и от совместного их действия.

Основы конструирования и расчета опорных частей балок с торцевым и внутренним опорным ребром.

Основы расчета и конструирования соединения стенки и пояса составных

балок.

Заводские стыки прокатных и составных балок, основы расчета и конструирования. Основы расчета и конструирования монтажных стыков составных балок на сварке и высокопрочных болтах.

Конструктивные решения, работа и расчет сопряжений балок.

Новые конструктивные решения балок: с применением широкополочных двутавров и тавров, бистальные, объединенные с железобетонным или стальным настилом, с регулированием внутренних усилий. Проектирование облегченных балок: с гибкой стенкой, с перфорированной стенкой. Предварительно напряженные балки.

Общая характеристика центрально-сжатых колонн, элементы колонн и их назначение. Типы сечений стержней и области их применения. Обоснование расчетной длины колонн.

Основы компоновки и проверка сечения сплошных колонн, конструирование сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов сечения сплошной колонны.

Конструкция и особенности работы сквозных колонн. Типы решеток сквозных стержней и области их применения. Влияние решетки на устойчивость сквозного центрально-сжатого стержня, приведенная гибкость.

Основы компоновки и проверка сечений сквозных центрально-сжатых стержней. Основы конструирования сквозных стержней. Работа и расчет соединительных планок и раскосной решетки, расчет их прикрепления к ветвям колонны.

Типы сопряжения балок с колоннами. Конструкция, особенности работы и расчета оголовков колонн.

Опираание колонн на фундамент, конструкция и расчета баз колонн. Базы для безвыверочного монтажа.

Объем – 60 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.5], [3.2.5], [3.2.8].

2.5.6. Основы проектирования и компоновка каркаса одноэтажного производственного здания. Статический расчет поперечных рам

Схемы каркасов, поперечные и продольные конструкции, основные элементы каркаса и их функции. Принципы компоновки, учет эксплуатационных, общестроительных и экономических требований. Унификация объемно-планировочных решений. Разбивка сетки колонн, температурные швы, их назначение. Выбор поперечной конструкции. Компоновка покрытия: состав покрытия и его схемы.

Компоновка поперечной рамы: определение размеров колонн, ферм с учетом требований унификации, жесткости и режима работы мостовых кранов.

Связи по покрытиям, схемы и основные функции связей при монтаже и эксплуатации. Виды связей, места их установки и назначение.

Компоновка продольных конструкций каркаса, связи по колоннам.

Схемы и основные функции связей по колоннам при монтаже и эксплуатации. Конструирование и расчет связей.

Действительная работа стального каркаса: взаимодействие поперечных и продольных конструкций, несущих и ограждающих конструкций, совместная работа каркаса, оснований и фундаментов, податливость узловых соединений. Выбор расчетной схемы поперечной рамы.

Нагрузки, действующие на поперечную раму (постоянные, снеговые, ветровые, от мостовых кранов). Практические способы и применение ЭВМ для статического расчета рам. Учет пространственной работы каркаса с жесткой и нежесткой кровлей при расчете поперечной рамы. Принципы определения расчетных усилий в сечениях рамы, сочетания нагрузок и комбинации усилий.

Объем – 20 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.5], [3.2.7], [3.2.8].

2.5.7. Стропильные фермы покрытий. Подбор сечений стержней ферм. Расчет и конструирование узлов

Области применения легких и тяжелых ферм, основы классификации: по статическим схемам, по очертанию поясов, типу решетки, типу сечений стержней, виду соединений и материалу стержней. Компоновка стропильных ферм, генеральные размеры ферм, учет требований унификации условий эксплуатации, изготовления и перевозки.

Особенности статического расчета ферм: нагрузки на фермы, определение усилий в элементах ферм.

Обеспечение общей устойчивости ферм в системе покрытия, расчетные длины стержней ферм. Предельные гибкости элементов ферм. Типы сечений элементов ферм и рациональные области их применения. Подбор и проверка сечений растянутых и сжатых стержней стропильных ферм.

Конструирование, особенности работы и расчета узлов легких ферм. Конструирование и расчет заводских и укрупнительных стыков ферм.

Новые конструктивные решения легких ферм с применением широкополочных двутавров и тавров, одиночных уголков, круглых труб, гнутых и гнутозамкнутых профилей. Основы расчета и конструирования связей.

Объем – 30 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.5], [3.2.5], [3.2.8], [3.2.11].

2.5.8. Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий, расчет и конструирование

Типы колонн и области их применения. Типы сечений внецентренно сжатых колонн и области их применения.

Определение расчетных длин стоек в плоскости и из плоскости рамы, факторы, влияющие на определение расчетных длин.

Конструкция сплошных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и про-

верка подобранных сплошных сечений в плоскости и из плоскости поперечной рамы. Обеспечение местной устойчивости полки и стенки сплошных сечений внецентренно-сжатых колонн.

Конструкция сквозных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка подобранных сквозных сечений: устойчивость ветвей и стержня колонны в целом. Расчет и конструирование решетки сквозных стержней.

Конструирование, особенности работы и расчета узлов колонн, выбор расчетных комбинаций усилий. Основы расчета и конструирования сопряжения подкрановой и надкрановой частей колонны. Особенности расчета и конструирования баз внецентренно сжатых колонн, анкерные болты.

Элементы фахверка, основы расчета и конструирования.

Объем – 31 час.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.5], [3.2.8], [3.2.11].

2.5.9. Подкрановые конструкции

Общая характеристика подкрановых конструкций, области их применения, элементы подкрановой конструкции и их назначение. Статические схемы, типы сечений и особенности работы подкрановых конструкций. Нагрузки на подкрановые конструкции. Определение усилий в подкрановых балках.

Подбор и компоновка сечения, проверка прочности сплошных подкрановых балок с тормозной балкой и фермой. Расчет на выносливость. Проверка прогиба и местной устойчивости подкрановой балки. Особенности конструирования.

Подкрановые фермы с жестким верхним поясом, подкраново-подстропильные фермы, пути подвесных кранов: особенности конструирования, работы и расчета.

Сопряжение подкрановых конструкций с колоннами. Крановые рельсы и их крепление к балкам.

Объем – 10 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.5], [3.2.2], [3.2.8].

2.5.10. Конструкции покрытий больших пролетов

Область применения, особенности проектирования, классификация. Плоскостные системы, их особенности, конструктивные формы. Балочные системы, статические и конструктивные схемы, типы сечений, узлы.

Рамные сплошные и сквозные системы, схемы, особенности работы.

Арочные системы, особенности работы и конструирования. Способы восприятия распора, узлы. Обеспечение и проверка устойчивости арок.

Пространственные системы, общая характеристика, конструктивные формы, сравнение с плоскостными системами. Перекрестные фермы и структурные стержневые плиты: преимущества и недостатки, конструктивные схемы, типы сечений и узловых соединений, особенности работы и расчета.

Односетчатые и двухсетчатые оболочки, особенности работы.

Цилиндрические оболочки (своды, длинные оболочки и складки): конструктивные и геометрические схемы, особенности опирания и работы оболочек, типы сечений и узлов сплошных и сетчатых оболочек.

Оболочки двойкой кривизны. Ребристые, ребристо-кольцевые и сетчатые купола, схемы, компоновка и условия опирания, особенности работы, расчета и конструирования.

Область применения, преимущества и недостатки, особенности работы висячих покрытий. Классификация покрытий. Однопоясные системы из гибких и изгибно-жестких нитей, особенности конструирования, работы и расчеты. Двухпоясные и седловидные системы покрытия. Способы стабилизации висячих систем, схемы опорных конструкций.

Объем – 20 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.3], [3.1.6], [3.2.2].

2.5.11. Листовые металлические конструкции

Номенклатура и области применения листовых конструкций, особенности эксплуатации, изготовления и монтажа. Требования к листовым конструкциям. Особенности работы листовых конструкций.

Напряженное состояние и основы расчета тонких пластинок и оболочек, безмоментное состояние оболочек, краевой эффект, устойчивость цилиндрических и сферических оболочек.

Резервуары: область применения, классификация, особенности проектирования. Вертикальные цилиндрические резервуары низкого давления, их особенности, элементы резервуаров – стенка, кровля, днище. Нагрузки и воздействия. Основы расчета стенки резервуаров на гидростатическое давление, конструирование кровли и днища. Вертикальные цилиндрические резервуары для нефтепродуктов с повышенной упругостью паров: со сферической, торосферической и сфероцилиндрической кровлей, с плавающей крышей, с понтоном и стационарной кровлей.

Горизонтальные цилиндрические резервуары высокого давления, их особенности, области применения, основы расчета и конструирования.

Шаровые резервуары, особенности, области применения, элементы резервуаров. Особенности раскроя. Основы расчета стенки.

Газгольдеры, назначение, виды, особенности, конструктивные формы, элементы, нагрузки и воздействия. Газгольдеры низкого давления и переменного объема: особенности эксплуатации, компоновки и конструирования мокрых и сухих газгольдеров. Газгольдеры высокого давления и постоянного объема: особенности эксплуатации, компоновки и конструирования цилиндрических и шаровых газгольдеров.

Бункерные устройства, области их применения, схемы, особенности,

основные элементы бункерных устройств, основы расчета и конструирования.

Новые конструктивные решения резервуаров и газгольдеров.

Объем – 20 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.3], [3.1.6], [3.2.6].

2.5.12. Стальные каркасы многоэтажных зданий

Области применения стальных многоэтажных каркасов, их основные особенности. Схемы каркасов: рамные, связевые, рамно-связевые системы, их достоинства и недостатки, схемы связей. Нагрузки и воздействия. Особенности статического расчета. Конструирование и расчет несущих конструкций и узлов. Совершенствование конструкций многоэтажных зданий.

Объем – 10 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.3], [3.1.6], [3.2.2].

2.5.13. Конструкции высотных сооружений. Башни и мачты

Номенклатура высотных сооружений, их назначение, особенности высотных сооружений, нагрузки и воздействия на высотные сооружения.

Башенные сооружения: схемы башен, очертание поясов, схемы решетки, типы сечений поясов и элементов решетки, членение на отправочные элементы, конструкция узлов, особенности работы и расчета башни в целом, отдельных элементов и узлов.

Мачтовые сооружения: схемы мачт, основные размеры, размещение оттяжек, форма ствола, типы сечений поясов и решетки, членение ствола на отправочные элементы, конструкция узлов, особенности работы и расчета ствола и оттяжек.

Опоры линий электропередач: типы и схемы опор, нагрузки и воздействия, особенности компоновки, конструирования, работы и расчета опор.

Объем – 15 часов.

Рекомендуемая литература: [3.1.1], [3.1.2], [3.1.3], [3.1.6], [3.2.2].

2.6. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Восьмой семестр

Задание. Стальной каркас одноэтажного производственного здания.

2.6.1. Содержание расчетно-пояснительной записки:

- реферат;
- введение;
- компоновка конструктивной схемы каркаса здания, разработка схемы связей, компоновка поперечной рамы;
- определение нагрузок на раму, статический расчет поперечной рамы, включая ферму, определение расчетных комбинаций усилий;
- расчет и конструирование стропильной фермы – подбор сечений стержней, конструирование и расчет узлов;
- расчет и конструирование ступенчатой колонны – подбор и проверка сечения надкрановой (сплошной) и подкрановой (сквозной) частей колонны, конструирование и расчет узла сопряжения надкрановой и подкрановой частей, базы колонны;
- литература.

Объем – 40 ÷ 50 страниц формата А4.

2.6.2. Перечень графического материала:

- поперечный разрез здания (стадия КМ);
- схемы связей по покрытию и колоннам здания;
- узлы сопряжений элементов здания – сопряжение фермы с колонной, сопряжение надкрановой и подкрановой частей колонны, база колонны;
- рабочие чертежи (в стадии КМД) отправочного элемента фермы со спецификацией стали и таблицей отправочных марок;
- примечания.

Объем – 2 листа чертежей формата А1.

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Основная литература

3.1.1 Металлические конструкции: Учеб. для вузов / Под ред. Ю. И. Кудишина. – 10-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 688 с.

3.1.2 Металлические конструкции: Учеб. для вузов / Под ред. Е. И. Беленя. – 6-е изд. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.

3.1.3 Металлические конструкции: Спец. курс. Учеб. пособие для вузов / Под ред. Е. И. Беленя. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1991. – 687 с.

3.1.4 Металлические конструкции. В 3 т. Т.1. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2001. – 551 с.

3.1.5 Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Конструкции зданий: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2002. – 528 с.

3.1.6 Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Специальные конструкции и сооружения: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2002. – 544 с.

3.2. Дополнительная литература

3.2.1 Металлические конструкции. В 3 т. Т.1. Общая часть. (Справочник проектировщика) / Под ред. В. В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 576 с.

3.2.2 Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под ред. В. В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 512 с.

3.2.3 Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под ред. В. В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1999. – 528 с.

3.2.4 Металлические конструкции: Справочник проектировщика / Под ред. Н. П. Мельникова. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1980. – 776 с.

3.2.5 Проектирование металлических конструкций: Спец. курс. Учебное пособие для вузов / Под ред. В. В. Бирюлева. – Л.: Стройиздат, 1990. – 432 с.

3.2.6 Лессиг Е. Н., Лилеев А. Ф., Соколов А. Г. Листовые металлических конструкций. – М.: Стройиздат, 1970. – 487 с.

3.2.7 Кутухтин Е. Г. и др. Легкие конструкции одноэтажных производственных зданий: Справочник проектировщика – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 263 с.

3.2.8 Расчет стальных конструкций: Справ. пособие / Я. М. Лихтарников, Д. В. Ладыженский, В. М. Клыков – К.: Будівельник, 1984. – 386 с.

3.2.9 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 36 с.

3.2.10 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (Дополнения, разд. 10. Прогибы и перемещения) / Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 7 с.

3.2.11 СНиП II-23-81*. Стальные конструкции / Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.

3.2.12 СНиП 2.03.06-85. Алюминиевые конструкции / Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 46 с.

3.3. Перечень методических указаний

3.3.1 Стальной каркас одноэтажного производственного здания. Метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Металлические конструкции». – Брест: БрПИ, 1998. – 80 с.

3.3.2 А. Б. Шурин, А. В. Мухин. Справочные материалы для проектирования стальных конструкций зданий и сооружений. – Брест: изд-во БГТУ, 2004. – 84 с.

3.3.3 Работа и расчет элементов металлических конструкций с учетом концентрации напряжений. Метод. указания к лабораторной работе. – Брест: БрПИ, 1998 – 14 с.

3.3.4 Работа и расчет сварного соединения при статическом нагружении. Метод. указания к лабораторной работе. – Брест: БрПИ, 1998 – 8 с.

3.3.5 Изучение работы болтовых соединений. Метод. указания к лабораторной работе. – Брест: БрПИ, 1998 – 12 с.

3.3.6 Общая устойчивости сварной составной балки. Метод. указания к лабораторной работе. – Брест: БрПИ, 2000 – 10 с.

3.3.7 Л. Г. Головкин. Программа «KLOT». Статический расчет поперечной рамы. – Брест: БГТУ, 2002.

3.3.8 А. Б. Шурин. Программа «SHUMAX». Подбор сечений стержней ферм. – Брест: БГТУ, 2003.

3.3.9 ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций. Справочно-теоретическое пособие под ред. Академика АИН А. С. Городецкого. К.-М.: 2003. – 464 с.

3.5. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

Восьмой семестр

1. Номенклатура и область применения металлических конструкций.
2. Достоинства и недостатки металлических конструкций.
3. Структура стали.
4. Химический состав стали, вредные примеси.
5. Классификация строительных сталей.
6. Работа стали на растяжение, диаграмма деформирования.
7. Влияние наклепа на механические характеристики стали.
8. Работа стали при повторных нагрузках.
9. Концентрация напряжений в металлических конструкциях.
10. Работа стали при сложном напряженном состоянии.
11. Группы и виды предельных состояний.
12. Расчет конструкций по предельным состояниям первой группы. Смысл основного расчетного неравенства.
13. Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы. Особенности учета нагрузок.
14. Нагрузки и воздействия: классификация, нормативные нагрузки, учет изменчивости нагрузок, расчетные нагрузки.
15. Сочетания нагрузок и усилий, коэффициенты сочетаний.
16. Нормативные и расчетные сопротивления стали, учет изменчивости сопротивления стали, коэффициент надежности по материалу.
17. Коэффициенты надежности по временному сопротивлению, по назначению и ответственности сооружения, коэффициент условий работы конструкций.
18. Расчет на прочность центрально растянутых и сжатых элементов. Условие прочности.
19. Проверка прочности изгибаемых элементов по нормальным напряжениям в упругой и упругопластической области работы стали.
20. Проверка прочности изгибаемых элементов по касательным напряжениям.
21. Проверка прочности изгибаемых элементов по приведенным напряжениям.
22. Общая устойчивость плоской формы изгиба элемента. Условие устойчивости.
23. Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня: влияние условий закрепления на форму потери устойчивости, расчетная длина, гибкость стержня.
24. Проверка устойчивости центрально-сжатых стержней.
25. Условие прочности внецентренно-нагруженных стержней.
26. Проверка устойчивости внецентренно-сжатых стержней в плоскости изгибающего момента.

27. Изгибо-крутильная форма потери устойчивости внецентренно-нагруженного стержня, проверка устойчивости из плоскости изгиба.
28. Сортамент стального проката.
29. Виды сварных швов и соединений.
30. Сварные соединения со стыковыми швами: конструирование, особенности работы, расчет на осевое усилие.
31. Соединения с угловыми швами: конструирование, особенности работы.
32. Расчет сварных соединений с угловыми швами на осевое усилие.
33. Болтовые соединения: область применения, виды болтов.
34. Расчет соединений на обычных болтах на сдвигающее усилие.
35. Расчет соединений на обычных болтах на растяжение.
36. Особенности работы и расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах.
37. Балки, балочные конструкции: область применения, классификация по статической схеме, типам сечений, способам соединения элементов сечения.
38. Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, схемы компоновки в плане и по высоте.
39. Особенности работы и расчета стального настила балочной клетки.
40. Подбор и проверка по прочности и жесткости сечений прокатных балок.
41. Проектирование составных балок: определение минимальной и оптимальной высоты балок, назначение размеров сечения составной балки.
42. Проверки прочности составной балки по нормальным, касательным и приведенным напряжениям.
43. Изменение сечения по длине составной балки.
44. Местная устойчивость полки составной балки, проверка устойчивости.
45. Местная устойчивость стенки составной балки. Продольные и поперечные ребра жесткости, их назначение.
46. Проверка местной устойчивости стенки составной балки.
47. Расчет сварных швов соединений полки со стенкой составной балки.
48. Расчет опорной части составной балки.
49. Конструирование и расчет стыков прокатных и составных балок.
50. Центально сжатые колонны: общая характеристика, типы сечений сплошных и сквозных колонн, виды решетки сквозных колонн.
51. Конструкция, подбор и проверка сечений сплошных центально-сжатых колонн.
52. Обеспечение местной устойчивости полки и стенки центально-сжатой колонны.
53. Конструкция и особенность работы сквозных колонн. Приведенная гибкость.

54. Подбор и проверки сечения сквозной центрально-сжатой колонны.
55. Расчет соединительных планок сквозной центрально-сжатой колонны.
56. Расчет элементов раскосной решетки сквозной центрально-сжатой колонны.
57. Конструкция, работа и расчет оголовка центрально-сжатой колонны.
58. Опирающие центрально-сжатой колонны на фундамент, конструкции баз колонн.
59. Расчет опорной плиты базы центрально-сжатой колонны – определение размеров и толщины.
60. Расчет траверс и ребер базы центрально-сжатой колонны.
61. Конструкция и расчет базы с фрезерованным торцом стержня.
62. Каркасы производственных зданий, компоновка конструктивной схемы каркаса.
63. Вертикальные связи по колоннам, их назначение, места установки, схемы.
64. Связи по покрытию здания, места установки, их виды, назначение, схемы.
65. Постоянные, снеговые и ветровые нагрузки на поперечную раму.
66. Крановые воздействия на поперечную раму.
67. Конструктивные и расчетные схемы поперечных рам, особенности статического расчета.
68. Прогонные и беспрогонные покрытия производственных зданий. Расчет прогонов сплошного сечения.
69. Стропильные фермы, их конструктивные формы, системы решетки, габариты ферм.
70. Расчетные длины элементов в плоскости и из плоскости ферм.
71. Предельные гибкости элементов ферм.
72. Типы сечений элементов ферм, их достоинства и недостатки. Подбор сечений растянутых стержней ферм.
73. Подбор сечений сжатых стержней ферм.
74. Конструирование и расчет верхнего опорного узла фермы при жестком сопряжении решетчатого ригеля с колонной.
75. Конструирование и расчет нижнего опорного узла фермы при жестком сопряжении решетчатого ригеля с колонной.
76. Конструирование и расчет промежуточных узлов ферм.
77. Конструирование и расчет узлов ферм с изменением сечения поясов.
78. Конструирование и расчет укрупнительных узлов ферм.
79. Типы внецентренно сжатых колонн, области их применения. Типы сечений внецентренно сжатых стержней.
80. Расчетные длины колонны в плоскости и из плоскости поперечной рамы.

81. Проверка сечений сплошных внецентренно сжатых колонн в плоскости поперечной рамы.
82. Проверка сечений сплошных внецентренно сжатых колонн из плоскости поперечной рамы.
83. Проверка сечений ветвей сквозных внецентренно сжатых колонн.
84. Расчет и конструирование решетки сквозной колонны.
85. Проверка сечения сквозной внецентренно сжатой колонны как единого стержня.
86. Основы расчета и конструирования сопряжений надкрановой и подкрановой частей ступенчатой колонны.
87. Конструирование базы сквозной внецентренно сжатой колонны. Расчет плиты и траверс.
88. Расчет анкерных болтов базы ветви сквозной колонны.
89. Типы подкрановых балок и области их применения, элементы подкрановых балок и их назначение.
90. Определение расчетных усилий в разрезных подкрановых балках.
91. Проверка сечения сплошной подкрановой балки с тормозной балкой.
92. Большепролетные конструкции (балочные, рамные, арочные), области их применения, особенности большепролетных покрытий.
93. Балочные большепролетные конструкции, особенности их расчета и конструирования.
94. Рамные сплошные и сквозные конструкции. Приемы разгрузки ригеля рамы.
95. Основы расчета и конструирования арочных покрытий. Опорные узлы рам и арок.
96. Структурные конструкции, их особенности, конструктивные формы, основы расчета и конструирования.
97. Купольные сооружения, их типы, основные элементы, особенности работы.
98. Особенности работы, расчета и конструирования ребристых, ребристо-кольцевых и сетчатых куполов.
99. Стальные каркасы многоэтажных зданий, расчетные схемы, особенности расчета и конструирования.
100. Листовые конструкции, области применения и номенклатура листовых конструкций, их особенности.
101. Основы расчета листовых конструкций на прочность и устойчивость.
102. Вертикальные цилиндрические резервуары, элементы резервуара, типы кровель, области их применения.
103. Расчет корпуса вертикального цилиндрического резервуара.

104. Сопряжение стенки и днища вертикального цилиндрического резервуара, краевой эффект.
105. Горизонтальные цилиндрические резервуары, их особенности, области применения, особенности работы и конструирования.
106. Сферические резервуары, их особенности, основы расчета и конструирования.
107. Газгольдеры, назначение, схемы, типы, элементы газгольдеров, основы расчета и конструирования.
108. Высотные сооружения, их особенности, номенклатура, области применения, конструктивные формы.
109. Башенные сооружения, конструктивные формы, элементы башен, их сечения, основы работы и расчета.
110. Мачтовые сооружения, конструктивные формы, элементы мачт, их сечения, основы работы и расчета.