

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по выполнению практических работ  
по дисциплине  
**«Металлические конструкции включая сварку»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство  
Направленность (профиль): «Строительство зданий и сооружений»  
Квалификация выпускника  
Бакалавр

Пятигорск 2020 г.

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Металлические конструкции включая сварку» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры строительства (протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.).

Зав. кафедрой «Строительство» \_\_\_\_\_ Щитов Д.В.

## **Содержание**

Введение

Практическое занятие №1

Практическое занятие №2

Практическое занятие №3

Практическое занятие №4

Практическое занятие №5

Практическое занятие №6

Практическое занятие №7

Практическое занятие №8

Практическое занятие №9

Практическое занятие №10

Практическое занятие №11

Практическое занятие №12

Практическое занятие №13

Практическое занятие №14

Практическое занятие №15

Практическое занятие №16

## Введение

Металлические конструкции применяются во всех областях строительства при возведении зданий и сооружений благодаря своим универсальным качествам — высокой прочности (несущей способности); надежности работы при различных видах напряженного состояния, в тяжелых и агрессивных условиях эксплуатации; эффективностью изготовления и монтажа; относительно малый собственный вес при восприятии значительных нагрузок. Кроме того, металлы обладают высокой плотностью — непроницаемостью для газа и жидкости.

К недостаткам стальных конструкций можно отнести сравнительно малую огнестойкость и подверженность коррозии от контакта с влагой, агрессивными средами. При высоких температурах (для стали более 600<sup>0</sup>С) конструкции теряют свою несущую способность.

В зависимости от вида конструкции различают стержневые и сплошные системы стальных конструкций. Стержневые системы состоят из балок, колонн, ферм (каркасы зданий; мосты; арки и фермы, купола, стойки ЛЭП, мачты, башни, эстакады, краны и др. конструкции). Сплошные системы состоят из различных видов листовых конструкций (резервуары, газгольдеры, трубы, бункеры, конструкции металлургических заводов, нефтяных и химических предприятий и т.п.).

Материалом для металлических конструкций служит, в основном, сталь. В зависимости от степени ответственности конструкций зданий и сооружений, а также от условий их эксплуатации применяют стали различных марок. При выборе марки стали учитывают климатический район строительства и группу конструкций зданий и сооружений по СНиП II.23-81\*. По способу изготовления сталь бывает мартеновской и кислородно-конверторной (их изготавливают кипящими, спокойными и полуспокойными). Кипящую сталь сразу разливают из ковша в изложницы. Она содержит значительное количество растворенных газов. Спокойная сталь — это сталь, выдержанная некоторое время в ковшах вместе с раскислителями (кремний, алюминий), которые, соединяясь с растворенным кислородом, уменьшают его вредное влияние; она имеет лучший состав и более однородную структуру, но дороже кипящей на 10...15%. Полуспокойная сталь занимает промежуточное положение между спокойной и кипящей.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

### Тема1 «Введение в металлические конструкции»

**Цель работы:** выработка понимания основ работы стали и элементов металлических конструкций зданий и сооружений

**Знание:** понятие и область применения металлических конструкций и сварки. Важнейшие свойства металлических конструкций и требования, предъявляемые к ним. Особенности проектирования металлических конструкций.

**Умение:** разрабатывать объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с использованием принципиальных конструктивных систем; проектировать несущие и ограждающие конструкции зданий из современных эффективных материалов; грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный

метод расчета на надежность, обеспечив при этом необходимую прочность, устойчивость и жесткость элементов с учетом реальных свойств строительных сталей; правильно выбирать марки строительных сталей, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений; проводить расчеты конструкций с учетом современных требований и с использованием компьютерных вычислительных комплексов и программ.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Вопросы экономии металла в отрасли сборного железобетона наряду с проблемой снижения трудоемкости изготовления изделий арматуры имеют большое значение.

К перерасходу металла в строительстве ведут следующие причины: замена арматуры проектных диаметров и классов, а также профилей проката, имеющимися в наличии; технологические потери, обусловленные особенностями производства (отходы концов напрягаемых стержней, используемых для установки захватов, отходов прядей на длинном стенде, на участках между формами и т. д.); отходы при заготовке арматуры и изделий из нее и раскром проката; прокат арматуры с положительными допусками: брак; разрушение конструкций при контрольных испытаниях.

Причинами перерасхода стали являются нерациональный раскрой металлопроката по чертежам, замена проектных профилей и листов на имеющиеся в наличии больших сечений и толщин, применение стали повышенной и высокой прочности без соответствующего перерасчета конструкций, недостатки в организации поставки металлопроката металлургическими заводами.

Сложившийся удельный вес в строительной индустрии при производстве железобетона и строительных конструкций составляет (%): завышение номинального диаметра

арматурной стали— 62,4; плюсовые допуски проката— 12,0; немерные длины свариваемых марок стали — 25,6.

Значительная доля металлических изделий, используемых в строительстве, приходится на стальную арматуру.

Потери металла при производстве арматурных работ обусловлены прежде всего уровнем технологического оборудования и оснастки, особенностями технологии.

Основные причины потерь арматурной стали (удельный вес в общем расходе, %): отходы напрягаемой арматуры — 7,5; отходы при раскрое стержней в резке бухт — 2,6; отступления от проекта— 1,0; выпуск бракованной продукции — 0,5.

Разработка и внедрение линий для безотходной сварки и резки арматурных стержней всех классов,

Для предотвращения от коррозии до применения арматура должна быть защищена от атмосферных осадков и других источников увлажнения. Высокопрочную арматуру следует хранить в сухих закрытых складских помещениях с относительной влажностью воздуха не выше 60%. Не допускается хранение такой арматуры на земляном полу, агрессивных или загрязненных агрессивными веществами подкладках, а также вблизи местонахождения или выделения агрессивных веществ (соли, газы, аэрозоли). Допускается хранение без ограничения относительной влажности воздуха высокопрочной арматуры в атмосфере, насыщенной парами летучих ингибиторов, которая может быть создана под герметизированными колпаками, во временных хранилищах, защищенных от атмосферных осадков.

Допустимым коррозионным поражением арматуры считается такое, при котором налет ржавчины может быть удален протиркой сухой ветошью. При невыполнении указанного условия высокопрочную арматуру подвергают специальной проверке на склонность к хрупкому коррозионному разрушению.

При использовании арматуры с цинковым алюминиевым покрытием не допускается ее правка с помощью станков, вызывающих механическое разрушение покрытия, а при контактной сварке режим должен быть подобран из условия наименьшего повреждения покрытия. Дуговая сварка указанной арматуры не допускается.

Для защиты арматуры, используемой в ячеистых и силикатных бетонах автоклавного твердения, используют защитные покрытия (обмазки) в виде холодной цементно-битумной мастики, горячей ингибированной битумно-цементной или латексно-минеральной и других видов обмазок.

Толщина высушенного защитного покрытия на арматуре должна быть 0,3...0,4 мм при использовании холодной цементно-битумной мастики и не менее 0,5 мм при использовании цементно-полистирольной. При нанесении покрытий в электрическом поле толщина их может быть уменьшена соответственно до 0,2...0,3 мм и 0,4 мм.

Защита арматуры от коррозии, т. е. ее длительная сохранность в процессе эксплуатации железобетонной конструкции, в значительной мере зависит от технологии ее изготовления, за исключением тех случаев, когда используются специальные защитные покрытия, наносимые на поверхность арматуры

#### **" Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Перерасход металла.
2. Арматурные работы.
3. Коррозия.

*Задания (доклад)*

1. Номенклатура и область применения металлических конструкций.
2. Свойства строительных сталей и алюминиевых сплавов.
3. Классификация сталей.
4. Выбор сталей для строительных конструкций.
5. Влияние различных факторов на свойства стали.

## 6. Основы расчета металлических конструкций.

### Список литературы.

#### 1. Основная литература:

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнutosварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### Дополнительная литература:

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнutosварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

### Тема 2 «Свойства и работа строительных сталей и алюминиевых сплавов.»

**Цель работы:** изучить свойства и работу строительных сталей и алюминиевых сплавов.

**Знание:** структуру малоуглеродистой стали, структуру низколегированных сталей, кипящие, полуспокойные, спокойные стали, малоуглеродистые стали обычной прочности, стали повышенной прочности, сталь высокой прочности, атмосферостойкие стали, выбор марок сталей для строительных металлоконструкций.

**Умение:** разрабатывать объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с использованием принципиальных конструктивных систем; проектировать несущие и ограждающие конструкции зданий из современных эффективных материалов; грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета на надежность, обеспечив при этом необходимую прочность, устойчивость и жесткость элементов с учетом реальных свойств строительных сталей; правильно выбирать марки строительных сталей, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений; проводить расчеты конструкций с учетом современных требований и с использованием компьютерных вычислительных комплексов и программ.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Для строительных металлических конструкций используются, в основном, стали и алюминиевые сплавы.

Наиболее важными для работы являются механические свойства: прочность, упругость, пластичность, склонность к упругому разрушению, ползучесть, твердость, а также свариваемость, коррозионная стойкость, склонность к старению и технологичность.

Прочность - характеризует сопротивляемость материала внешним силовым воздействиям без разрушения.

Упругость – свойство материала восстанавливать свою первоначальную форму после снятия внешних нагрузок.

Пластичность – свойство материала сохранять деформативное состояние после снятия нагрузки, т.е. получать остаточные деформации без разрушения.

Хрупкость – склонность разрушаться при малых деформациях.

Ползучесть – свойство материала непрерывно деформироваться во времени без увеличения нагрузки.

Твердость – свойство поверхностного слоя металла сопротивляться упругой и пластической деформациям или разрушению при внедрении в него индентора из более



твёрдого материала.

Прочность металла при статическом нагружении, а также его упругие и пластические свойства определяются испытанием стандартных образцов на растяжение с записью диаграммы зависимости между напряжением  $\sigma$  и относительным удлинением  $\epsilon$ .

### **Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Понятие упругость.
2. Понятие пластичность.
3. Понятие хрупкость.
4. Понятие ползучесть.
5. Понятие твердость.

*Задания (доклад)*

1. Требования, предъявляемые к металлическим конструкциям.
2. Преимущества и недостатки металлических конструкций.
3. Классификация и маркировка сталей.
4. Механические свойства металлов.
5. Сортамент металла.

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске).

Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

### Тема 3 «Свойства и работа строительных сталей и алюминиевых сплавов»

**Цель работы:** Изучить свойства и работу строительных сталей и алюминиевых сплавов

**Знание:** работа стали под статической нагрузкой при концентрации напряжений, при повторных нагрузках, сортамент стального проката, общую характеристику алюминиевых сплавов, прессованные профили общего назначения из алюминиевых сплавов

**Умение:** разрабатывать объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с использованием принципиальных конструктивных систем; проектировать несущие и ограждающие конструкции зданий из современных эффективных материалов; грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета на надежность, обеспечив при этом необходимую прочность, устойчивость и жесткость элементов с учетом реальных свойств строительных сталей; правильно выбирать марки строительных сталей, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений; проводить расчеты конструкций с учетом современных требований и с использованием компьютерных вычислительных комплексов и программ.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Для строительных конструкций применяются алюминиевые сплавы с содержанием легирующих компонентов и примесей 5-7 % (технический алюминий с примесями до 1 % ввиду малой прочности применяется очень редко и только для декоративных и ограждающих элементов). Алюминиевые сплавы разделяются на деформируемые (обрабатываемые давлением: прессованием, вытяжкой, прокаткой, штамповкой и т.д.), применяемые в строительных конструкциях, и на литейные, применяемые в основном в машиностроении.

Алюминиевые сплавы легируют марганцем, магнием, кремнием, цинком, медью, хромом, титаном или одновременно несколькими этими компонентами, в зависимости от чего система сплава получает наименование и марку с условным обозначением.

Алюминиевые сплавы поставляют в различных состояниях термической обработки и нагартовки (наклеп, вытяжка).

Технический алюминий обладает очень высокой коррозионной стойкостью, но малопрочен и пластичен.

Алюминиево-марганцевые и алюминиево-магниевые сплавы обладают высокой

коррозионной стойкостью, сравнительно высокой прочностью и хорошо свариваются. Многокомпонентные сплавы обладают средней и высокой коррозионной стойкостью, средними и высокими показателями прочности и могут применяться в сварных и клепаных несущих и ограждающих конструкциях.

Чтобы повысить коррозионную стойкость, алюминиевые сплавы могут быть лакированными (покрытыми тонкой пленкой чистого алюминия при изготовлении полуфабриката).

Структура алюминиевых сплавов состоит из кристаллов алюминия, упрочненных легирующими элементами (легирующие элементы входят в твердый раствор с алюминием и упрочняют его).

Механические свойства алюминиевых сплавов зависят не только от химического состава, но и от условий их обработки. У алюминиевых сплавов модуль упругости при растяжении  $E=0,7 \cdot 10^4$  кН/см<sup>2</sup>, а модуль упругости при сдвиге  $G=0,27 \cdot 10^4$  кН/см<sup>2</sup> что почти в 3 раза меньше, чем у стали; поэтому при равных напряжениях прогибы алюминиевых конструкций в 3 раза больше. Коэффициент Пуассона  $\mu=0,3$ . На диаграмме растяжения алюминиевых сплавов нет площадки текучести. За предел текучести условно принимается напряжение  $\sigma$  при котором относительная остаточная деформация достигает  $\varepsilon=0,2$  %. При температурах свыше 100 °С наблюдается некоторое снижение прочностных характеристик, а начиная примерно с 200 °С появляется ползучесть. Коэффициент температурного расширения алюминия  $\alpha=0,000023$ , что в 2 раза больше чем у стали. При пониженных температурах все механические показатели алюминиевых сплавов улучшаются. Ударная вязкость сплавов при нормальной температуре ниже чем у стали (около 3,0 кг·м/см<sup>2</sup>), и почти не снижается при отрицательных температурах.

Изменение механических свойств алюминиевых сплавов при старении происходит более интенсивно, чем у стали, и увеличение пределов текучести и прочности значительно выше. Увеличение прочности алюминиевых сплавов при старении учитывают при назначении их расчетных сопротивлений. Расчетные формулы для алюминиевых конструкций при различных силовых воздействиях имеют такой же вид, как и для стальных конструкций. Значения различных коэффициентов принимают в зависимости от марок сплавов по нормам проектирования алюминиевых конструкций СНиП II-24-74.

### **Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Разделение сплавов.
2. Состояния термической обработки и нагартовки
3. Структура алюминиевых сплавов
4. Механические свойства алюминиевых сплавов

*Задания (доклад)*

1. Достоинства алюминиевых сплавов
2. Недостатки алюминиевых сплавов.
3. Технологические свойства
4. Работа металла под нагрузкой
5. Нормативное сопротивление прокатной стали при растяжении

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске).

Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/

Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3.Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю**2**.

**Дополнительная литература:**

1.Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Экба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2.Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

### Тема 4 «Работа элементов металлических конструкций и основы расчета их надежности»

**Цель работы:** изучить работу элементов металлических конструкций и основы расчета их надежности.

**Знание:** предельные состояния первой и второй групп, классификацию и характеристика нагрузок и воздействий. нормативные нагрузки, расчетные нагрузки и коэффициенты перегрузки (надежности по нагрузке), сочетание нагрузок, нормативные и расчетные сопротивления, коэффициенты надежности по материалам, коэффициенты надежности по назначению.

**Умение:** осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов; выполнять стандартные виды расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов строительных конструкций и сооружений; Вести технические расчеты по современным нормам (определить характер напряженно-деформированного состояния конструкции и выбрать соответствующий вид предельного состояния; произвести подбор сечения отдельных элементов здания, исходя из несущей способности и обеспечения оптимальных параметров этих элементов; произвести проверку несущей способности и жесткости конструктивных элементов и зданий в целом; рассчитать и законструировать стыки элементов; дать рекомендации по технологии изготовления и монтажа конструкций; запроектировать конструктивное оформление элементов конструкций).

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Проектирование металлических конструкций представляет собой многоэтапный процесс, включающий в себя выбор конструктивной формы, расчет и разработку чертежей для изготовления и монтажа конструкций. Целью расчета — второго основного этапа проектирования металлических конструкций — является строгое обоснование габаритных размеров конструкций, а также размеров поперечных сечений элементов и их соединений, обеспечивающих заданные условия эксплуатации в течение всего срока с необходимой надежностью и долговечностью при минимальных затратах материалов и труда на их создание и эксплуатацию. Эти требования часто противоречат друг другу (например, минимальный расход металла и надежность), поэтому реальное проектирование является процессом поиска оптимального конструктивного решения. Расчет обычно состоит из следующих этапов: установление расчетной схемы, сбор

нагрузок, определение усилий в элементах конструкций, подбор сечений и проверка допустимости напряженно-деформированного состояния конструкции в целом, ее элементов и соединений. Главная особенность расчетов строительных конструкций заключается в необходимости учета изменчивости внешних воздействий, разброса прочностных характеристик материала и особенностей работы металла в конкретных условиях. Внешние воздействия здесь понимаются в широком смысле. Это могут быть силовые воздействия технологического и атмосферного происхождения, химическое воздействие, вызывающее коррозию металла, температурное воздействие, влияющее на его прочностные свойства, смещения опор и т.д. В зависимости от способа учета изменчивости отмеченных параметров развивалась методика расчета МК. До 1995 г. в нашей стране МК рассчитывались по методике допускаемых напряжений, в которой использовался единый коэффициент запаса, учитывающий изменчивость названных параметров. Достоинством методики допускаемых напряжений является простота, но эта методика недостаточно точно учитывает факторы, влияющие на работу конструкции. В методике предельных состояний коэффициент запаса разделен на несколько коэффициентов, каждый из которых учитывает строго определенное физическое явление и может быть обоснован математическими методами.

### **Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Процесс проектирования металлических конструкций
2. Этапы проектирования металлических конструкций.
3. Требования.
4. Основные положения расчета металлических конструкций.
5. Основные понятия и определения

*Задания (доклад)*

1. Классификация нагрузок и их сочетаний.
2. Основы расчета изгибаемых элементов.
3. Основы расчета центрально сжатых стержней.
4. Влияние формы поперечного сечения стержня на критические напряжения.
5. Основы расчета на устойчивость внецентренно сжатых и сжато - изогнутых стержней.

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнutosварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнutosварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С.

Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

### Тема 5 «Соединения конструкций»

**Цель работы:** изучить соединения конструкций

**Знание:** характеристику заклёпочных и болтовых соединений, классы точности и классы прочности болтов, упругую (первая стадия), упругопластическую (вторая стадия), пластическую (третья стадия) работу заклепок, работу и прочностной расчет болтов (заклепок) на срез, смятие, растяжение, сдвигоустойчивые соединения на высокопрочных болтах.

**Умение:** Оценить правильность эксплуатации отдельных конструкций и зданий в целом с точки зрения их долговечности; правильно выбрать вид сварки, режим, сварочные материалы и оборудование, сборочно-сварочные приспособления, способы контроля качества сварных соединений, способы предотвращения и устранения сварочных деформаций; Разрабатывать конструктивные решения металлических конструкций зданий и ограждающих конструкций.

**Формируемые компетенции или их части**

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Соединения стальных конструкций различаются:

по разборности — разъемные и неразъемные;

по способу изготовления — механические (соединения на заклепках или болтах) и молекулярные (сварные соединения).

**Заклепки**

Соединения на заклепках являются неразъемными. Горячая клепка несущих стальных деталей вышла из употребления. Для соединения листов используют заклепки с потайными головками.

**Болты**

Болты обеспечивают разборность соединения. В соединяемых деталях предварительно просверливают отверстия. Необработанные (черные) и точеные болты передают усилия с одного соединяемого элемента на другой за счет сил смятия и среза, поэтому их несущая способность зависит от диаметра стержня болта.

Черные болты имеют грубые допуски и ставятся с зазором 1 мм между болтом и отверстием. Они не требуют особой точности при изготовлении. В соединении, имеющем несколько болтов, в начале нагружения не все болты одновременно вступают в работу, поэтому несущая способность соединения на черных болтах меньше, чем на точеных.

Точеные болты ставят в отверстия без зазора (по DIN 7968 допуски h11 для стержня и H11 для отверстия), благодаря чему они обладают более высокой несущей способностью.



Болты поставляются без покрытия, оцинкованные или кадмированные.

Соединение на высокопрочных болтах основано на восприятии усилий сдвига силами трения. Болты стягивают соединяемые детали и создают между ними усилия, обеспечивающие трение. Соприкасающиеся поверхности элементов должны быть очищены от окислов, слоев ржавчины и краски. Налет ржавчины безвреден. Болты ставят в отверстия с зазорами ~ 2 мм, вследствие чего их стержни не соприкасаются со стенками отверстий. Для получения требуемых сил сжатия гайки закручивают гаечным ключом, действие которого автоматически прерывается при достижении крутящего момента заданного значения.

**Сварка**

Сварка выполняется с подачей дополнительного металла электрода или без него за счет оплавления соединяемых деталей. В строительстве применяют следующие виды сварки.

При газовой сварке необходимый разогрев производится газовым пламенем. В строительстве газовая сварка применяется редко.

Сварка с помощью электрической дуги — наиболее распространенный способ соединения. При расплавлении электрода в зону сварки вносится дополнительный материал. Расплавленный металл должен быть защищен от попадания кислорода из воздуха. В зависимости от применяемого оборудования и электродов различаются виды сварки:

ручная сварка с применением обмазанных электродов. Обмазка расплавляется и образующийся при этом шлак укрывает расплавленный металл;

ручная сварка в среде углекислого газа с автоматической подачей голой электродной проволоки;

автоматическая сварка под слоем флюса голой электродной проволокой. Флюс, расплавляясь, надежно защищает расплавленный металл от соприкосновения с воздухом.

Первыми двумя способами возможно выполнять горизонтальные, вертикальные и потолочные швы; третьим способом — только горизонтальные швы в нижнем положении.

**Формы швов**

Формы швов > По форме различают: 1 стыковые швы, 2 угловые швы и 3 К-образные швы.

Несущие сварные швы выполняются только квалифицированными сварщиками. Они контролируются специалистами-сварщиками или инженерами по сварке. При сварке строительных конструкций, подвергающихся динамическим нагрузкам, необходимо соблюдать особые требования. Сварные швы, предназначенные для работы в зоне высоких напряжений, проверяются рентгеном или ультразвуком.

Стыковая сварка оплавлением применяется при сварке небольших поперечных сечений. Между свариваемыми деталями возникает электродуга. Сварка производится без введения дополнительного металла. Этот способ применяется при сварке арматурных стержней и для приварки болтов, как-то:

резьбовых шпилек (например, для крепления фасада);

анкерных болтов;

штыревых шпонок для комбинированных балок.

Стыковая сварка оплавлением производится вручную или автоматически.

Штыревые шпонки привариваются преимущественно на заводе, реже — на месте строительства. При этом необходимо учитывать, что стыковая сварка требует большой силы тока. Укладываемые на балки тонкие стальные листы (например, трапециевидные профилированные листы) могут быть проварены насквозь.

Точечная сварка используется при сварке тонких листов, например листов для облицовки фасада. **Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Различия конструкций по разборности.
2. Различия конструкций по способу изготовления.

### *Задания (доклад)*

1. Контроль качества сварных соединений.
2. Соединение ферм с колоннами.
3. Соединение подкрановых балок с колоннами
4. Стыки колонн.

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Экба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7
2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

### Тема 6 «Балочные конструкции»

**Цель работы:** изучить балочные конструкции

**Знание:** характеристику балочных конструкций. Типы балок. Компонировку балочной конструкции. Настилы балочных клеток. Подбор сечения и проверка несущей способности прокатных балок. Учет пластической работы материала в неразрезных и заделанных балках. Компонировку и подбор сечения составных балок. Стыки, опирания и сопряжения балок. Бистальные балки. Особенности проектирования балочных конструкций из алюминиевых сплавов. Предварительно напряженные балки. Балки с гибкой, гофрированной и перфорированной стенками. Балки замкнутого сечения.

**Умение:** применять методы рационального проектирования; конструировать элементы, узлы и соединения; - Правильно выбрать вид сварки, режим, сварочные материалы и оборудование, сборочно-сварочные приспособления, способы контроля качества сварных соединений, способы предотвращения и устранения сварочных деформаций.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Балками называются конструкции сплошного сечения, длина которых значительно превышает размеры сечения. Балки работают на изгиб. Их применяют в конструкциях зданий, мостах, эстакадах и др. Наиболее рациональным является принимать сплошные балки при пролетах до 20 м.

Основное сечение балок является двутавровое симметричное. В зависимости от нагрузки и пролета применяют балки двутаврового и швеллерного сечения, прокатные и составные – сварные, болтовые и клепанные.

Составные балки более трудоемки в изготовлении, чем прокатные. Их используют в том случае, если прокатные или гнутые профили не удовлетворяют условиям прочности, жесткости, устойчивости.

По статической схеме различают балки однопролетные и неразрезные.

Балки используют в виде отдельных несущих конструкций, или в виде перекрестных балок.

Система несущих балок называется балочной клеткой. Балочные клетки подразделяются на три основных типа: упрощенный, нормальный и усложненный. Упрощенный тип применяется при малых пролетах. В этом случае рационально использование прокатных балок. Шаг балок определяется конструктивным решением настила. При нормальном типе балочной клетки главные балки, как правило, составного сечения, а балки настила –

прокатные или гнутые. Усложненный тип балочной клетки применяется при больших нагрузках и расстояниях между колоннами. Сопряжение балок может быть этажное, в одном уровне и пониженное. При этажном сопряжении вспомогательные балки устанавливаются на верхний пояс главных. Такое сопряжение удобно при монтаже и изготовлении, но увеличивает высоту перекрытия. При сопряжении в уровне вспомогательные балки крепятся к главным сбоку. Расстояние между балками настила определяется несущей способностью настила и обычно бывает 0.6 – 1.6 м при стальном и 2-3.5 м при железобетонном настиле.

Расстояние между вспомогательными балками 2 – 5 м.

В качестве несущего настила чаще всего применяют плоские стальные листы или настил из сборных железобетонных плит.

Полезная нагрузка на настил перекрытий задается равномерно распределенной интенсивностью до 40 кН/м<sup>2</sup>, предельный относительный прогиб не более  $[f/l] < 1/150$ .

Стальной настил. Расстояние между балками, поддерживающими настил, определяется его несущей способностью или жесткостью.

Для настилов следует принимать листы толщиной:

- 6-8 мм при нагрузке до 10 кН/м<sup>2</sup>,
- 8-10 мм при нагрузке до 20 кН/м<sup>2</sup>,
- 10 – 12 мм при нагрузке до 30 кН/м<sup>2</sup>,
- 12-14 мм при нагрузке до 40 кН/м<sup>2</sup>.

При приварке настила в нем возникают растягивающие усилия и опорный момент. При расчете принимается опирание настила шарнирно неподвижным.

### **Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Типы балок.
2. Компоновка балочных конструкций.
3. Настилы балочных клеток

*Задания (доклад)*

1. Прокатные балки.
2. Составные балки.
3. Компоновка и подбор сечения составных балок.
4. Изменение сечения балки

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске).

Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7
2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

### Тема7 «Центрально сжатые колонны и стойки»

**Цель работы:** изучить центрально сжатые колонны и стойки.

**Знание:** характеристику сплошных и сквозных колонн. Выбор расчетной схемы и типа колонны. Подбор сечения и конструктивное оформление стержня сплошных и сквозных колонн. Типы и конструктивные особенности баз колонн. Расчет анкерных болтов. Свободные (шарнирные) и жесткие сопряжения балок с колоннами. Конструирование и расчет оголовков колонн.

**Умение:** разрабатывать объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с использованием принципиальных конструктивных систем; проектировать несущие и ограждающие конструкции зданий из современных эффективных материалов; грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета на надежность, обеспечив при этом необходимую прочность, устойчивость и жесткость элементов с учетом реальных свойств строительных сталей; правильно выбирать марки строительных сталей, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений; проводить расчеты конструкций с учетом современных требований и с использованием компьютерных вычислительных комплексов и программ.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Центрально-сжатые колонны применяются для поддержания междуэтажных перекрытий и покрытий зданий, в рабочих площадках, путепроводах, эстакадах и т. п. Центрально-сжатые стержни работают в составе конструктивных элементов и комплексов тяжелых решетчатых ферм и рам, сжатых элементов вантовых систем и т. п.

Колонны передают нагрузку от вышележащей конструкции на фундаментаментамента и состоят из трех частей, определяемых их назначением: 1)оголовка, на который опирается вышележащая конструкция, нагружающая колонну; 2)стержень — основной конструктивный элемент, передающий нагрузку от оголовка к базе; 3)база, передающая нагрузку от стержня на фундамент.

Расчет и конструирование основного элемента центрально-сжатых колонн и стержней производятся одинаково.

Узлы примыкания центрально-сжатых стержней с другими элементами конструктивного комплекса зависят от вида конструкции. Колонны и сжатые стержни проектируют почти исключительно стальными.

Хорошо работают на центральное сжатие и экономные по затрате металла трубобетонные колонны, стержень которых состоит из стальной трубы, заполненной бетоном. По статической схеме и характеру нагружения колонны могут быть одноярусные и многоярусные. Колонны и сжатые стержни бывают сплошными или сквозными. Обычно сечение сплошной колонны проектируют в виде широкополочного двутавра, прокатного или сварного, наиболее удобного в изготовлении с помощью автоматической сварки и позволяющего просто осуществлять примыкание поддерживаемых конструкций. Стержень сквозной центрально-сжатой колонны обычно состоит из двух ветвей (швеллеров или двутавров), связанных между собой решетками. Ось, пересекающая ветви, называется материальной; ось, параллельная ветвям, называется свободной. Расстояние между ветвями устанавливается из условия равноустойчивости стержня.

В каркасах одноэтажных производственных зданий применяются стальные колонны трех типов: постоянного по высоте сечения, переменного по высоте сечения — ступенчатые и в виде двух стоек, не жестко связанных между собой, — отдельные.

В колоннах постоянного по высоте сечения нагрузка мостовых кранов передается на стержень колонны через консоли, на которые опираются подкрановые балки. Стержень колонны может быть сплошного или сквозного сечения. Большое достоинство колонн постоянного сечения (особенно сплошных) — их конструктивная простота, обеспечивающая небольшую трудоемкость изготовления. Эти колонны применяют при сравнительно небольшой грузоподъемности кранов (Q15—20 т) и незначительной высоте цеха (H до 8—10 м).

При кранах большой грузоподъемности выгоднее переходить на ступенчатые колонны, которые для одноэтажных производственных зданий являются основным типом колонн. Подкрановая балка в этом случае опирается на уступ нижнего участка колонны и располагается по оси подкрановой ветви.

В зданиях с кранами, расположенными в два яруса, колонны могут иметь три участка с разными сечениями по высоте (двухступенчатые колонны), дополнительные консоли и т. д.

При кранах особого режима работы либо делают проем в верхней части колонны (при ее ширине не менее 1 м), либо устраивают проход между краном и внутренней гранью верхней части колонны.

В отдельных колоннах подкрановая стойка и шатровая ветвь связаны гибкими в вертикальной плоскости горизонтальными планками. Благодаря этому подкрановая стойка воспринимает только вертикальное усилие от кранов, а шатровая работает в системе поперечной рамы и воспринимает все прочие нагрузки, в том числе горизонтальную поперечную силу от кранов.

Колонны отдельного типа рациональны при низком расположении кранов большой грузоподъемности и при реконструкции цехов (например, при расширении).

## " Вопросы и задания

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Расчет и конструирование основного элемента центрально-сжатых колонн и стержней.
2. Узлы примыкания центрально-сжатых стержней с другими элементами конструктивного комплекса.
3. Трубобетонные колонны
4. Ступенчатые колонны
5. Колонны отдельного типа

### *Задания (доклад)*

1. Расчет и конструирование сквозной колонны.
2. Расчет колонны на устойчивость относительно материальной оси x-x.
3. Расчет колонны на устойчивость относительно свободной оси y-y.
4. Оголовки сплошной колонны.

5. Оголовок сквозной колонны.
6. Конструирование и расчет базы колонны.

### **Список литературы.**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнutosварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнutosварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эжба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

### Тема 8 «Фермы»

**Цель работы:** изучить фермы.

**Знание:** системы ферм и область их применения в строительных конструкциях. Компонировку конструкций ферм. Устойчивость ферм и системы связей. Определение расчетной нагрузки на ферму и усилий в её стержнях. Расчетные длины сжатых элементов и предельные гибкости стержней. Стержневые элементы лёгких и тяжелых ферм. Узлы ферм при заводской и монтажной сварке. Болтовые монтажные стыки на фланцах. Предварительно напряженные фермы. Стропильные и подстропильные фермы. Системы перекрестных ферм.

**Умение:** проводить инженерные испытания, проектировать детали и узлы металлических конструкций зданий и сооружений; самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам, расширять свои математические познания; вести физико-технические расчеты с учетом современных требований и с использованием компьютерных вычислительных комплексов и программ; грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета на надежность обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость элементов с учетом реальных свойств строительных материалов, используя современную вычислительную технику.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Происхождение термина «ферма» берет начало от латинского *firmus*, то есть «прочный, крепкий».

Фермой называется система стержней соединенных между собой в узлах и образующих геометрически неизменяемую конструкцию. При узловых нагрузках жесткость узлов несущественно влияет на работу конструкции, и в большинстве случаев их можно рассматривать как шарнирные. В этом случае все стержни ферм испытывают только растягивающие или сжимающие осевые усилия.

Фермы экономичнее балок по расходу стали, но более трудоемки в изготовлении. Эффективность ферм по сравнению со сплошнотенчатыми балками тем больше, чем больше пролет и меньше нагрузка.

Фермы бывают плоскими (все стержни лежат в одной плоскости) и пространственными. Плоские фермы воспринимают нагрузку, приложенную только в их плоскости, и нуждаются в закреплении их связями. Пространственные фермы образуют жесткий

пространственный брус, воспринимающий нагрузку в любом направлении  
Основными элементами ферм являются пояса, образующие контур фермы, и решетка, состоящая из раскосов и стоек. Соединение элементов в узлах осуществляется путем непосредственного примыкания одних элементов к другим или с помощью узловых фасонок. Элементы ферм центрируются по осям центра тяжести для снижения узловых моментов и обеспечения работы стержней на осевые усилия.

Расстояние между соседними узлами поясов называется панелью ( $d_v$  - панель верхнего пояса,  $d_n$  - нижнего), а расстояние между опорами - пролетом ( $l$ ).

Пояса ферм работают на продольные усилия и момент (аналогично поясам сплошных балок); решетка ферм воспринимает в основном поперечную силу, выполняя функции стенки балки.

Знак усилия (минус - сжатие, плюс - растяжение) в элементах решетки ферм с параллельными поясами можно определить, если воспользоваться "балочной аналогией".

Стальные фермы широко применяются во многих областях строительства; в покрытиях и перекрытиях промышленных и гражданских зданий, мостах, опорах линий электропередачи, объектах связи, телевидения и радиовещания (башни, мачты), транспортных эстакадах, гидротехнических затворах, грузоподъемных кранах и т. д.

Фермы имеют разную конструкцию в зависимости от назначения, нагрузок и классифицируются по различным признакам:

по статической схеме - балочные (разрезные, неразрезные, консольные);

по очертанию поясов - с параллельными поясами, трапециевидные, треугольные, полигональные, сегментные

по способу соединения элементов в узлах - сварные, клепанные, болтовые;

по величине максимального усилия - легкие - одностенчатые с сечениями из прокатных профилей (усилие  $N < 300$  кН) и тяжелые - двухступенчатые с элементами составного сечения (усилие  $N > 300$  кН).

Промежуточными между фермой и балкой являются комбинированные системы, состоящие из балки, подкрепленной снизу шпренгелем или раскосами либо аркой (сверху). Подкрепляющие элементы уменьшают изгибающий момент в балке и повышают жесткость системы (рис.9.4, ^). Комбинированные системы просты в изготовлении (имеют меньшее число элементов) и рациональны в тяжелых конструкциях, а также в конструкциях с подвижными нагрузками.

Эффективность ферм комбинированных систем можно повысить, создав в них предварительное напряжение.

В фермах подвижных крановых конструкций и покрытий больших пролетов, где уменьшение веса конструкции дает большой экономический эффект, применяют алюминиевые сплавы.

## " Вопросы и задания

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое ферма.
2. Эффективность ферм.
3. Виды ферм.
4. Основные элементы ферм.
5. Применение ферм
6. Конструкция ферм

*Задания (доклад)*

1. Компоновка конструкций ферм.
2. Типы сечений стержней ферм.
3. Подбор сечений элементов ферм.
4. Фермы из труб.

## Список литературы.

1. Основная литература:

1.Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2.Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3.Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1.Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2.Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

### Тема9 «Конструкции зданий и сооружений различного назначения»

**Цель работы:** овладеть навыками проектирования малоэтажных и многоэтажных зданий, жилых и промышленных зданий из конструктивных ячеек.

**Знание:** конструкции одноэтажных производственных зданий. Большепролётные покрытия с плоскими несущими конструкциями. Стальные каркасы многоэтажных зданий. Пространственные конструкции покрытий зданий. Листовые конструкции. Высотные сооружения.

**Умение:** выбрать соответствующие строительные конструкции для проектирования и возведения зданий и сооружений различного назначения; выделять в сложном объекте простейшие типы несущих конструкций; составлять расчетные схемы зданий и сооружений.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Здание – это наземное строительное сооружение с помещениями для проживания и (или) деятельности людей, размещения производств, хранения продукции или содержания животных[СНиП 10-01-94. Система нормативных документов в строительстве].

Сооружение – это единичный результат строительной деятельности, предназначенный для осуществления определенных потребительских функций.

Понятие «здания и сооружения» в системе нормативных документов подразумевает «здания и другие строительные сооружения».

Конструкции здания. Форма здания создается при помощи отдельных элементов – строительных конструкций, выполняющих несущие, ограждающие или совмещенные (несущие и ограждающие) функции. Сопротивление здания или инженерного сооружения силовым воздействиям обеспечивается его несущими конструкциями, объединяемыми в конструктивные системы (используется также термин "несущие системы"). По официальной строительной терминологии, несущие конструкции – это строительные конструкции, воспринимающие нагрузки и воздействия и обеспечивающие прочность, жесткость и устойчивость зданий и сооружений. Защиту здания от воздействий несилового характера обеспечивают ограждающие конструкции. Они предназначены для изоляции внутренних объемов в здании от внешней среды и защиты этих объемов от атмосферных воздействий, шумов и вибраций. Таким образом, строительные конструкции зданий противостоят внешним воздействиям, при этом сохраняя форму строительного объекта и способствуя выполнению его функций.

есущая конструкция занимает в современной архитектуре основополагающее место. Конструкция может служить основным инструментом для создания формы. От конструкций и их форм зависит решение основных задач архитектуры: функциональной организации пространства, эстетики сооружения и его экономичности. В конструкциях концентрируются новейшие достижения науки и техники. В конце XX – начале XXI в. появилось понятие "конструктивная архитектура". Один из ярчайших представителей этого направления – испанский архитектор Сантьяго Калатрава.

### " Вопросы и задания

*Вопросы для самоконтроля*

1. Здание.
2. На чем основываются технологии возведения зданий и сооружений.

### 3. Сооружение

### 4. Классификация по назначению

### 5. Назначение строительной отрасли

*Задания (доклад)*

1. Технологические режимы.
2. Параметры технологического процесса возведения здания или сооружения..
3. Технологичность строительной продукции.
4. Технологическая структура процесса возведения строительных объектов.
5. Проектно-сметная документация.
6. Технологическая проектная документация.

### Список литературы.

#### 1. Основная литература:

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### Дополнительная литература:

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7
2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

### Тема10 «Реконструкция»

**Цель работы:** Ознакомление с общими сведениями и понятиями по проведению реконструкции зданий и сооружений, а также с основными факторами, определяющими необходимость проведения работ по реконструкции.

**Знание:** обследование и оценка технического состояния конструкций. Дефекты и повреждения металлических конструкций. Определение действующих нагрузок. Оценку качества стали эксплуатируемых конструкций.

**Умение:** определять сроки службы элементов здания, выявлять дефекты, возникающие в конструктивных элементах зданий, оценивать техническое состояние конструкций зданий и конструктивных элементов; выполнять обмерочные работы и применять инструментальные методы контроля эксплуатационных качеств конструкций; принимать решение о технической и экономической целесообразности проведения работ по реконструкции; разрабатывать общестроительные мероприятия, направленные на поддержание эксплуатационной надежности зданий; выполнять перепланировку и предусматривать элементы модернизации зданий.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** реконструкция зданий и сооружений - это их переустройство с целью частичного или полного изменения функционального назначения, установки нового эффективного оборудования, улучшения застройки территорий, приведения в соответствии с современными возросшими нормативными требованиями.

Она является частью общей реконструкции производственных предприятий или городского района, жилого массива, комплекса социально-бытовых, культурных учреждений.

Реконструкция зданий и сооружений осуществляется и при проведении технического перевооружения предприятий, однако в этом случае расходы на строительные-монтажные работы не должны превышать 10% общих капиталовложений.

Переустройство включает перепланировку и увеличение высоты помещений, усиление, частичную разборку и замену конструкций, а также надстройку, пристройку и улучшение фасадов зданий.

Немаловажную роль реконструкция будет играть и в улучшение архитектурного облика наших городов, придания им индивидуальность,

Реконструкция должна носить комплексный характер, учитывать длительную перспективу развития города, района, предприятий. Некомплектность подхода, удовлетворения только

интересам сегодняшнего дня, отсутствие перспективного плана могут привести через определенное время к невозможности осуществления последующей реконструкции без сноса сложившийся после проведения реконструкции застройки.

Как правило, реконструкция жилых, гражданских и производственных зданий проводится в условиях повышенной стесненности, что не позволяет использовать оптимальные комплекты строительных механизмов и машин, организовывать места складирования для создания нормативных запасов материалов и изделий. Сама доставка конструкции (особенно крупногабаритных) может быть чрезвычайно затруднена сложившимися габаритами проездов.

Серьезные трудности часто возникают при определении места рациональной установки грузоподъемных механизмов в монтажной зоне, а в некоторых случаях при разработке возможным воспользоваться кранами и необходим переход на менее индустриальные конструктивные решения. Для указанных ситуаций разработан и успешно реализуется целый ряд предложений, основанных на использовании конструкций как из традиционных строительных, так из новых легких высокопрочных материалов.

Реконструкция связана с восстановлением эксплуатационных показателей и усилением несущих элементов зданий и сооружений. Эти работы требуют индивидуальных подходов, отличных от подходов к конструктивным решениям при новом строительстве.

Серьезные трудности возникают в процессе реконструкции производственных зданий в связи с необходимостью обеспечения минимума остановки работы предприятий. Потеря вследствие уменьшения выпуска продукции сопоставимы, а в некоторых случаях существенно превышают объемы капитальных вложений на строительномонтажные работы по реконструкции или техническому перевооружению. Поэтому необходимо применение специальных методов усиления, разборки, монтажа конструкций, исключающих полностью или сводящих к минимуму остановку работы предприятий.

## " Вопросы и задания

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Как происходит реконструкция зданий и сооружений.
2. Что в себя включает переустройство.
3. Реконструкция жилых, гражданских и производственных зданий.
4. Трудности при реконструкциях.

### *Задания (доклад)*

1. Методы усиления металлических конструкций.
2. Усиление разгружающей стойкой.
3. Усиление стальных стоек ненапряженными элементами.
4. Способы усиления сооружений.

## Список литературы.

### 1. Основная литература:

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239

с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю**2**.

**Дополнительная литература:**

1.Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2.Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11

### Тема11 «Реконструкция»

**Цель работы:** Ознакомление с общими сведениями и понятиями по проведению реконструкции зданий и сооружений, а также с основными факторами, определяющими необходимость проведения работ по реконструкции.

**Знание:** определение расчетных сопротивлений материала и соединений. Проверочные расчеты конструкций. Особенности расчета элементов и соединений, усиленных под нагрузкой. Усиление балок, стропильных ферм, колонн.

**Умение:** определять сроки службы элементов здания, выявлять дефекты, возникающие в конструктивных элементах зданий, оценивать техническое состояние конструкций зданий и конструктивных элементов; выполнять обмерочные работы и применять инструментальные методы контроля эксплуатационных качеств конструкций; принимать решение о технической и экономической целесообразности проведения работ по реконструкции; разрабатывать общестроительные мероприятия, направленные на поддержание эксплуатационной надежности зданий; выполнять перепланировку и предусматривать элементы модернизации зданий.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** При недостаточной несущей способности отдельных элементов, конструкций или зданий и сооружений производится их усиление, при этом, так же как и при конструкциях из других материалов, необходимо предусмотреть минимальные потери из-за остановок технологического цикла.

Элементы сварных конструкций, испытывающие растяжение, сжатие или изгиб, могут быть усилены увеличением сечений путем приварки новых дополнительных деталей. Несущая способность элемента при этом возрастает с увеличением его сечения или жесткости. Однако нагрев элемента в процессе сварки может снижать его несущую способность. Степень снижения зависит от режима сварки, толщины и ширины элемента, направления сварки. Для продольных швов снижение прочности не превышает 15%, для поперечных может достигать 40 %. Поэтому наложение швов поперек элемента при его усилении под нагрузкой категорически запрещается.

В связи с некоторой потерей прочности элементов при сварке, а также перераспределением напряжений как по сечению элемента, так и между элементами усиление под нагрузкой производят при напряжениях, не превышающих  $0,8 R_y$ , где  $R_y$  -- расчетное сопротивление для стали, из которой изготовлен элемент.

Причины, вызывающие необходимость усиления конструкций, следующие:

- реконструкция и модернизация основного и вспомогательного технологического оборудования, увеличение производительности оборудования, вызывающие увеличение нагрузок на конструкции;
- физический износ конструкций в результате интенсивной или длительной их эксплуатации;
- поражение конструкций коррозией;
- вредные температурные воздействия на конструкции;
- воздействия стихийного характера на конструкции;
- различные повреждения конструкций в результате нарушения правил их эксплуатации;
- повреждения (погнутости, вмятины и т.п.), полученные во время транспортировки и монтажа;
- ошибки при проектировании, изготовлении и производстве строительно-монтажных работ.

### " Вопросы и задания

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Основные способы усиления конструкций.
2. Факторы, вызывающие необходимость усиления конструкций.

#### *Задания (доклад)*

1. Усиление стен зданий и сооружений.
2. Реконструкция и усиление ветхих межэтажных перекрытий.
3. Реконструкция зданий, реконструкция домов, согласование реконструкции, реконструктивные работы.
4. Устройство дополнительных опор, подкосов, подвесок и оттяжек.
5. Изменение расчетных и геометрических схем конструкций.

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Экба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7
2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12

### Тема12 «Основы экономики металлических конструкций»

**Цель работы:** овладеть способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов.

**Знание:** структуру стоимости металлических конструкций. Общую характеристику экономики изготовления и монтажа. Определение стоимости конструкций при проектировании. Основные направления снижения стоимости металлических конструкций.

**Умение:** Правильно организовывать рабочие места; устанавливать состав рабочих операций и процессов; обосновано выбирать метод выполнения строительно-реставрационного процесса и необходимые технические средства; определять трудоемкость строительных реставрационных процессов, время работы машин потребное количество рабочих, машин, механизмов, материалов, полуфабрикатов и изделий; устанавливать объемы работ, принимать выполненные работы, осуществлять контроль над их качеством.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** При проектировании металлических конструкций (на стадии КМ) необходимо выбрать технически рациональный и экономически эффективный вариант конструкции. В настоящее время существует несколько методик технико-экономической оценки вариантов конструкций. Техничко-экономическая оценка вариантов конструкций производится по следующим четырем критериям затрат:

- а) затраты металла (масса конструкций);
- б) трудоемкость изготовления;
- в) трудоемкость монтажа;
- г) приведенные затраты для конструкций «в деле», т.е. законченных строительством и сданных в эксплуатацию.

Особенно важным является показатель приведенных затрат; при близких между собой значениях остальных показателей приведенные затраты должны служить основным критерием при выборе оптимального решения.

По излагаемой здесь методике варианты оценивают по критериям как в размерных, так и в безразмерных величинах. При размерных величинах затраты металла учитывают в тоннах, затраты труда — в человеко-часах, приведенные затраты — в рублях. В безразмерных величинах все перечисленные критерии выражены отношением их размерных значений к размерным значениям базового варианта.

Критерии затрат труда должны отражать и изменение трудоемкости при применении сталей повышенной и высокой прочности. Трудозатраты изменяются из-за трех факторов: — понижение скоростей технологических операций при обработке более прочного материала (коэффициент  $k_1$ ); — изменения объемов работы в одной тонне (коэффициент  $k_2$ ); — изменения конструктивной формы (коэффициент  $k_3$ )

### " Вопросы и задания

*Вопросы для самоконтроля*

1. Техничко-экономическая оценка вариантов конструкций.
2. Показатель затрат.
3. Критерии затрат.

*Задания (доклад)*

1. Экономика металлических конструкций.
2. Определение стоимости конструкций.
3. Снижение стоимости металлических конструкций.
4. Система ценообразования отдельных составляющих стоимости металлических конструкций.
5. Внепроизводственные расходы.

### Список литературы.

#### 1. Основная литература:

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнutosварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### Дополнительная литература:

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнutosварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эжба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7
2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13

### Тема13 «Классификация основных видов сварки»

**Цель работы:** изучить классификацию основных видов сварки.

**Знание:** виды сварок и их характеристика. Ручная электродуговая сварка Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Сварка в сфере углекислого газа Электродуговая сварка в сфере аргона для соединений конструкций из алюминиевых сплавов

**Умение:** полноценно пользоваться сваркой, выполнять резку и другие виды обработки металла; обоснованно выбирать методы сварки , сварочные материалы, режимы сварки

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Сварка классифицируется по физическим, техническим и технологическим признакам.

I. Классификация сварки по физическим признакам.

1. В зависимости от агрегатного состояния вещества в зоне сварки различают:

1.1. Сварка плавлением - сварка, осуществляемая оплавлением сопрягаемых поверхностей без приложения внешней силы, при которой обычно, но не обязательно, добавляется расплавленный присадочный металл. Выполняется при температурах равных, или выше температуры плавления свариваемого металла. Сопровождается расплавлением свариваемых поверхностей.

1.2. Сварка давлением - сварка, осуществляемая приложением внешней силы и сопровождаемая пластическим деформированием сопрягаемых поверхностей, обычно без присадочного металла. Выполняется без нагрева или с нагревом до температур ниже температуры плавления свариваемого металла.

Без нагрева свариваются высокопластичные металлы (например: Cu; Al; Pb). Материалы, имеющие пониженную пластичность(например: сталь) нагреваются, с целью ее повышения, до температур термопластичного состояния (1000 1200 0 С ).

2. В зависимости от формы дополнительной энергии определяется класс сварки.

В зависимости от формы вводимой дополнительной энергии (энергии активации), используемой для образования сварного соединения, сварочные процессы делятся на 3 класса:

2.1. Термический класс - дополнительная энергия вводится в виде теплоты.

К этому классу относится сварка плавлением.

2.2. Термомеханический класс - дополнительная энергия вводится в виде теплоты и упруго-пластической деформации.

2.3. Механический класс - дополнительная энергия вводится только в виде упруго-пластических деформаций.

К термомеханическому и механическому классам относится сварка давлением.

3. В зависимости от энергоносителя определяется вид сварки.

Энергоноситель - физическое явление, при котором образуется необходимая для сварки энергия в результате передачи или в результате превращения внутри детали(ей).

В зависимости от используемого при сварке энергоносителя различают следующие виды сварки: 3.1. Энергоноситель - электрическая дуга.

Дуговая сварка - сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой.

К этим видам сварки относятся: ручная дуговая сварка плавящимся покрытым электродом, дуговая сварка под флюсом, дуговая сварка в защитном газе плавящимся и неплавящимся электродом, дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой, плазменная сварка.

3.2. Энергоноситель – газ

Газовая сварка - сварка плавлением, при которой для нагрева используется теплота горения горючего газа или смеси горючих газов и кислорода.

К этим видам сварки относится, например, ацетиленокислородная сварка, газопрессовая сварка.

3.3. Энергоноситель – излучение

К этим видам сварки относятся: лазерная сварка, электронно-лучевая сварка.

3.4. Энергоноситель - электрический ток

Электрошлаковая сварка - сварка плавлением, при которой используют теплоту, выделяющуюся в вылете плавящегося электрода или электродов и в токопроводящей шлаковой ванне при прохождении тока. При этом металлическая ванна и шлаковая ванна удерживаются охлаждаемыми ползунами, перемещающимися вверх по мере выполнения шва

Контактная сварка - сварка давлением, при которой нагрев, необходимый для сварки, создается электрическим током, проходящим через зону сварки.

Зона сварки - зона детали или деталей, где сварка выполняется или выполнена.

К этим видам сварки относятся: точечная контактная сварка, стыковая контактная сварка, шовная контактная сварка, конденсаторная сварка, высокочастотная контактная сварка, индукционная сварка.

3.5. Энергоноситель - движение массы

К этим видам сварки относятся: холодная сварка, ударная сварка (сварка взрывом), сварка трением, ультразвуковая сварка.

3.5. Прочие источники энергии

К этим видам сварки относятся: диффузионная сварка, сварка прокаткой

II. Классификация сварки по техническим признакам.

1. В зависимости от способа защиты зоны сварки сварного соединения или всего изделия от влияния атмосферы различают:

1.1. Без защиты (например: лазерная сварка в воздухе)

1.2. С газшлаковой защитой (например: ручная дуговая сварка плавящимся покрытым электродом, дуговая сварка под флюсом)

1.3. Со шлаковой защитой (например: электрошлаковая сварка)

1.4. С газовой защитой (например: сварка в защитных газах)

1.5. С вакуумной защитой (например: электронно-лучевая сварка)

2. В зависимости от непрерывности процесса сварки различают:

2.1. Сварка в непрерывном режиме

2.2. Сварка в импульсном режиме

2.3. Сварка в импульсно-периодическом режиме

3. В зависимости от степени механизации различают:

3.1. Ручная сварка - сварка, при которой электрододержатель, ручной сварочный пистолет или горелка управляются вручную.

3.2. Частично механизированная сварка - ручная сварка, при которой подача проволоки механизирована

3.3. Полностью механизированная сварка - сварка, при которой все главные операции (исключая погрузку-разгрузку деталей) механизированы

3.4. Автоматическая сварка - сварка, при которой все операции механизированы

III. Классификация сварки по технологическим признакам.

Технологические признаки классификации устанавливаются для каждого вида сварки отдельно. Например, вид дуговой сварки может быть классифицирован по следующим признакам:

род тока; полярность сварочного тока; вид сварочной дуги; вид электрода; степень механизации.

### " Вопросы и задания

*Вопросы для самоконтроля*

1. Классификация сварки.

2. Термический класс; Термомеханический класс; Механический класс.

3. Вид сварки в зависимости от энергоносителя.

4. Вид сварки в зависимости от способа защиты.

5. Вид сварки в зависимости от непрерывности процесса сварки.

6. Вид сварки в зависимости от степени механизации.

*Задания (доклад)*

1. Металлургия сварки плавлением.

2. Средние размеры участков зоны термического влияния при различных способах сварки.

3. Физические основы сварки.

4. Автоматическая сварка под флюсом.

5. Электрошлаковая сварка.

6. Точечная контактная сварка.

### Список литературы.

#### 1. Основная литература:

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске).

Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### Дополнительная литература:

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Экба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2.Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1<http://www.iprbookshop.ru/33619.html>



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14

### Тема 14 «Типы сварочных швов и соединений»

**Цель работы:** изучить типы сварочных швов и соединений.

**Знание:** стыковые и угловые (валиковые) швы. V-, U-, X- и K- образные стыковые швы. Лобовые и фланговые угловые швы. Рабочие и связующие (конструктивные) швы. Сплошные и прерывистые (шпоночные) швы. Нижние, вертикальные, горизонтальные и потолочные швы. Стыковые, нахлесточные, угловые и тавровые, комбинированные соединения Лобовые и фланговые угловые швы. Рабочие и связующие (конструктивные) швы. Сплошные и прерывистые (шпоночные) швы.

**Умение:** использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; проверять работоспособность и исправность оборудования поста для сварки; использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно технологической документации по сварке; применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; подготавливать сварочные материалы к сварке; зачищать швы после сварки; пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Стыковые. Наиболее популярный тип соединения, так как он характеризуется минимальным напряжением металла, простотой исполнения и надежностью. В зависимости от толщины свариваемой кромки она может быть обрезана под прямым или косым углом. Также допустимо применение одностороннего скоса.

Нахлесточные. Формирование соединения методом наложения листов друг на друга актуально для толщины металла в пределах от 8-12 мм. При этом в отличие от стыковой сварки нет необходимости обрабатывать поверхность — достаточно ровно обрезать заготовку. Важно правильно рассчитать величину нахлеста.

Тавровые. Это т-образное соединение, при котором торец одного из листов приваривается к плоскости другого. Для надежности на первом можно сделать одно или двухсторонние скосы. С их помощью увеличивается объем наплавленного металла. Область применения – дуговая сварка металлоконструкций сложной формы.

Угловые. Применяются для соединения двух элементов конструкции под определенным углом. В отличие от таврового соединения наличие зазора недопустимо. Надежность обеспечивается с помощью скосов и большого объема направленного металла.

Вспомогательные сварные швы Кроме вышеописанных основных способов соединения стальных элементов в ГОСТ предусмотрены вспомогательные. Они могут применяться для формирования надежного шва с учетом требуемых эксплуатационных качеств изделия.

В зависимости от специфики шва применяются следующие методики формирования сварного стыка: Прорезные. Необходимы для достижения максимального показателя надежности. В одном из материалов делают углубление для установки другого листа. Торцовые. Относятся к категории боковых. Листы накладываются друг на друга, швы делаются на торцах конструкции. С накладками. Рекомендуются для конструкций со сложной конфигурацией поверхности. Применяется специальная накладка, обеспечивающая соединение двух компонентов. С электрозаклепками. Процесс формирования соединения аналогичен традиционному заклепыванию. Разница заключается в том, что отверстие заполняется наплавленным металлом. Выбор того или иного сварного шва зависит от конечного результата – надежности и долговечности соединения.

### " Вопросы и задания

*Вопросы для самоконтроля*

1. Параметры сварочных швов.
2. Что называется сваркой.
3. Что называется сварным швом.
4. Какие бывают сварочные швы и соединения, классификация.
5. Виды сварных соединений и швов по взаимному расположению.

*Задания (доклад)*

1. Условные изображения и обозначения сварных швов.
2. В каком случае сварной шов носит название монтажного, а в каком – заводского.
3. Чем отличается стыковой сварной шов от углового.
4. Изображения и обозначения сварных швов.

### Список литературы.

#### 1. Основная литература:

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### Дополнительная литература:

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С.

Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15

### Тема15 «Термический цикл сварки»

**Цель работы:** изучить термический цикл сварки.

**Знание:** зоны наплавленного металла, неполного расплавления, перегрева, нормализации, неполной перекристаллизации, рекристаллизации, основного металла.

**Умение:** использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; проверять работоспособность и исправность оборудования поста для сварки; использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно технологической документации по сварке; применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; подготавливать сварочные материалы к сварке; зачищать швы после сварки; пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Термический цикл сварки – нагрев-охлаждение – определяется способом и режимами проведения процесса. Местный нагрев и охлаждение металла при этом определяет те изменения, которые происходят в структуре и механических свойствах полученного сварного соединения. Участки сварного соединения вблизи непосредственного действия неподвижного или подвижного сварочного источника тепла нагреваются до наиболее высоких температур. При различных способах сварки плавлением металл в шве доводится до расплавленного состояния, а затем, охлаждаясь, - кристаллизуется. Расположенные рядом участки основного металла нагреваются при сварке до более низких температур, причем по мере удаления от места действия источника тепла или линии его перемещения максимальные температуры нагрева  $T_{max}$  снижаются. При значительных размерах свариваемого изделия на некотором расстоянии от сварного шва никакого нагрева металла не происходит; температура в процессе сварки не изменяется.

После достижения в любом участке основного металла максимальной температуры следует охлаждение, определяемое главным образом отводом тепла в более холодные участки металла. Как правило, это охлаждение осуществляется с достаточно большой скоростью, хотя и меньшей, чем скорости нагрева, но именно она приводит к изменениям в структуре и свойствах сварного соединения по сравнению со структурой и свойствами

исходного металла. В совокупности эти участки основного металла, в которых произошли структурные изменения в результате термического цикла сварки, называются зоной термического влияния. Таким образом, после завершения процесса сварки каждый объем металла изделия, подвергнувшись термическому циклу, претерпевает характерные изменения в структуре и механических свойствах (твердости в частности). Они определяются изменением температуры во времени и связанные с ней скоростями нагрева (WH) и охлаждения (WO), приводящие к этим изменениям. На нем схематично показано распределение твердости по зоне термического влияния

### " Вопросы и задания

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Параметры термического цикла сварки.
2. Расчёт мгновенной скорости охлаждения при данной температуре.
3. Термический цикл сварки при однопроходной сварке: максимальные температуры.
4. Длительность пребывания металла выше заданной температуры на примере многослойной сварки длинными и короткими участками.
5. Идеальный термический цикл сварки.

#### *Задания (доклад)*

1. Почему при сварке структура металла изменяется.
2. Что такое термокинетическая диаграмма распада аустенита.
3. Что можно определить по термокинетическим диаграммам распада аустенита.
4. Чем определяется скорость охлаждения металла при сварке, и какие способы существуют для ее снижения.
5. Каковы особенности изменения структуры и свойств зоны термического влияния сварных соединений.
6. Какие участки в зоне термического влияния выделяют.

### **Список литературы.**

#### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиогр.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2
2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Экба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7
2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №16

### Тема 16 «Напряжения и деформации сварных соединений»

**Цель работы:** изучить напряжения и деформации сварных соединений

**Знание:** причины возникновения и характеристика сварочных напряжений и деформаций. Сварочные напряжения и деформации при наплавке валика на кромку листа, при соединении листов встык, при соединении угловыми швами. Влияние сварочных напряжений на прочность соединения.

**Умение:** использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; проверять работоспособность и исправность оборудования поста для сварки; использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно технологической документации по сварке; применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку; подготавливать сварочные материалы к сварке; зачищать швы после сварки; пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

#### Формируемые компетенции или их части

Код	Формулировка:
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

**Актуальность темы:** Актуальность работы связана с тем, что с развитием металлургической промышленности растет объем и номенклатура металлических изделий в строительстве и особенно ассортимент из алюминия. Из стального проката возводят каркасы промышленных и гражданских зданий, мосты, изготавливают арматуру для железобетона, кровельную сталь, трубы, а также различные металлические изделия, заклепки, болты, гвозди, шурупы. Различный профиль алюминия используют для изготовления несущих и ограждающих конструкций, ф Широкому использованию металлов в строительстве способствует ряд их ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная теплопроводность, электропроводность и свариваемость. Наряду с этим металлы, и особенно сталь и чугун, при действии различных газов и влаги сильно корродируют и требуют специальной защиты.

**Теоретическая часть:** Сварочное напряжение определяют как силу, действующую на единицу площади изделия. Оно может быть вызвано растягивающим, изгибающим, крутящим, сжимающим или срезающим усилием.

Эти силы достигают таких величин, что в процессе эксплуатации напряжения и деформации в отдельных деталях приводят к разрушению всей конструкции. Кроме этого происходит снижение антикоррозионных свойств, меняются геометрические размеры и жесткость конструкции.

Напряжения и деформации бывают временными и остаточными. Какие сварочные деформации называют временными, а какие остаточными определяется просто. Временные появляются во время сваривания деталей, вторые появляются и остаются после окончания сварки и охлаждения конструкции.

Причины появления

Главные причины возникновения напряжений и сварочных деформаций такие: неоднородный нагрев металлических заготовок; усадочные изменения сплава в сварном шве;

фазовые изменения, возникающие при переходе расплавленного металла из одного состояния в другое.

Одним из свойств металлов является их способность расширяться при повышении температуры и сжиматься при охлаждении. При плавлении в области сварочного соединения появляется неоднородная термозона.

Она вызывает напряжения сжимающего или растягивающего свойства. Если эти напряжения превышают предел текучести металла, то происходит изменение формы изделия, возникают остаточные деформации.

Разновидности деформаций зависят от того, в каких объемах они проявляются. Выделяют три рода. Деформации первого рода действуют в макрообъемах, деформации второго рода происходят в пределах кристаллических зерен, а третьего рода происходят в кристаллической решетке металла.

Деформации и напряжения при сварке возникают и при кристаллизации сварного шва, когда происходит усадка жидкого металла. Объем остывающего жидкого металла уменьшается, это вызывает напряжения внутри металла. Параллельно и перпендикулярно оси сварочного шва формируются напряжения, которые вызывают изменение формы изделия. Продольные силы вызывают изменения длины сварного шва, а поперечные приводят к угловым деформациям.

При превышении определенных предельных температур при сваривании углеродистых и легированных сталей происходит их структурное превращение. У них появляется другой удельный объем и изменяется коэффициент линейного расширения, что приводит к огромным сварочным напряжениям.

Самые большие из них возникают в легированных сталях. В них образуются закалочные структуры, которые при охлаждении не возвращаются к прежней структуре металла, как в большинстве случаев, а сохраняют колоссальные напряжения могущие привести к разрушению сварного шва.

Для этих сплавов разрабатываются специальные технологические процессы, снижающие остаточные напряжения и деформации.

#### **" Вопросы и задания**

*Вопросы для самоконтроля*

1. Сварочное напряжение.
2. Виды напряжения и деформации.
3. Причины возникновения напряжений.

*Задания (доклад)*

1. Дефекты сварных швов и соединений.
2. Классификация дефектов сварных швов и соединений.
3. Сварочные напряжения и деформации.
4. Способы уменьшения сварочных деформаций и напряжений.
5. Технологические мероприятия, выполняемые после сварки.

#### **Список литературы.**

##### **1. Основная литература:**

1. Марутян, А. С. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске). Расчет и экспериментальное проектирование стальных решетчатых прогонов из гнутосварных профилей : учеб. пособие / А.С. Марутян ; СКФУ, фил. в г. Пятигорске, Инженер. фак-т, Каф. ст-ва. - Пятигорск : ПФ СКФУ, 2014. - 116 с. - Прил.: с. 75-113. - Библиограф.: с. 72-74. - ISBN 978-5-905989-45-2

2. Парлашкевич В.С. Металлические конструкции, включая сварку. Часть 1. Производство, свойства и работа строительных сталей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный

строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27040>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Парлашкевич В.С. Проектирование и расчет металлических конструкций рабочих площадок [Электронный ресурс]: учебное пособие / Парлашкевич В.С., Василькин А.А., Булатов О.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 239 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42909>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

**Дополнительная литература:**

1. Марутян, А. С. Проектирование стальных ферм покрытий из прямоугольных, ромбических и пятиугольных гнутосварных профилей : учеб.-справ. пособие / А.С. Марутян, С.И. Эмба ; СКФУ. - Пятигорск : СКФУ, 2012. - 156 с. : ил. - Прил.: с. 114-154. - Библиогр.: с. 113-113. - ISBN 978-5-905989-08-7

2. Васильева, Т. В. Металлоконструкции : [учеб. пособие] / Т.В. Васильева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-226-1