

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ПИ  
Артамонов Д.В.  
9» 10 2015г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б.1.2.26.2 ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ**  
**И ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки «Оборудование и технология сварочного производства»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения: заочная

Пенза, 2015

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины "Технология повышения износостойкости и прочности сварных соединений" является освоение будущими бакалаврами базовых принципов повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций на основе изменения формы сварной конструкции или сварного соединения, устранения или ослабления действия причин появления горячих и холодных трещин, металлургического влияния (уменьшение температурного интервала хрупкости, повышение чистоты сварочных материалов, металлургическая обработка сварочной ванны), рационализации и оптимизации технологии сварки (применение режимов сварки с большей погонной энергией, подогрев изделия, сварка двумя дугами, замедленное охлаждение изделия после сварки и др.), упрочнения обработкой сварных соединений холодной пластической деформацией (накатывание, дробеструйный наклеп, чеканка пневматическим инструментом), термической обработки, механической обработки (обработка стыковых швов заподлицо с поверхностью детали или с подрезанием поверхности детали сварных швов, обработка угловых швов по радиусу с плавным переходом к поверхности соединяемых деталей), упрочнения физическими методами воздействия (ультразвуковая ударная обработка).

Задачами дисциплины являются: ознакомление студентов с основными приемами повышения износостойкости и прочности сварных соединений; разъяснение вопросов, связанных с конструкторскими, металлургическими, технологическими и иными способами упрочнения сварных соединений металлических конструкций.

## 2. Местодисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина относится к вариативной части - дисциплинам по выбору студента. Изучению данной дисциплины предшествует изучение таких дисциплин, как Б1.1.14 – "Материаловедение", Б1.1.13 – "Основы проектирования", Б1.1.15 – "Основы технологии машиностроения", Б1.2.14 – "Технологические основы сварки плавлением и давлением", Б1.2.8 – "Теория сварочных процессов", Б1.2.15 – "Сварка специальных сталей и сплавов", Б1.2.10 – "Проектирование сварных конструкций", Б1.2.20 – "Остаточные напряжения и деформации при сварке", Б1.2.11 – "Производство сварных конструкций", Б.1.2.27.1 – "Контроль качества сварных соединений".

Из дисциплины "Материаловедение" бакалавр должен знать марки основных материалов, применяемых при сварке металлоконструкций, их области применения, состав, строение, структуру и свойства, термическую обработку и процессы, протекающие в материалах при различных видах термической обработки.

Из дисциплины "Основы технологии машиностроения" бакалавр должен знать основные способы получения материалов, методы их обработки на основе пластического деформирования, механической обработки (обработки резанием).

Из дисциплин "Основы проектирования", "Проектирование сварных конструкций", "Производство сварных конструкций", "Остаточные напряжения и деформации при сварке" бакалавр должен знать классификацию и типы сварных конструкций, группы и марки основных материалов, применяемых при их изготовлении, методы расчета и проектирования сварных конструкций, конструктивные особенности сварных конструкций различного отраслевого назначения, механизмы образования напряжений и деформаций в конструкциях, методы борьбы с ними.

Из дисциплин "Технологические основы сварки плавлением и давлением", "Теория сварочных процессов", "Сварка специальных сталей и сплавов" бакалавр должен знать процессы, протекающие при сварке металлов и сплавов и их последующем охлаждении, способы сварки и наплавки, применяемые при изготовлении, ремонте и реконструкции сварных конструкций, область их эффективного применения, основные технологические параметры режимов сварки, операционные технологические карты сварки, характеристики и область применения сварочного оборудования, рациональные способы сварки конструкций.

Из дисциплины "Контроль качества сварных соединений" бакалавр должен знать понятия о нормах допустимых и недопустимых дефектов, оценке качества, методы неразру-

шающего контроля сварных соединений, их характеристики и области применения, характер и размеры выявляемых дефектов.

Освоение дисциплины "Технология повышения износостойкости и прочности сварных соединений" необходимо для подготовки и защиты выпускной квалификационной работы, для будущей профессиональной деятельности.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ОПК-5	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: базовые принципы повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций
		Уметь: повышать износостойкость и прочность сварных соединений и конструкций различного назначения и при различных условиях эксплуатации
		Владеть: навыками разработки прогрессивных и рациональных технологических процессов сварки, обеспечивающих изготовление сварных конструкций с увеличенной износостойкостью, прочностью и долговечностью сварных соединений
ПК-7	Способность оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Знать: современную информационную базу в части нормативных требований к сварным соединениям и сварным конструкциям, основные нормативно-технические документы (Федеральные нормы и правила, национальные стандарты, правила безопасности, руководящие документы, технические регламенты, стандарты отраслей и предприятий, технические условия и т.п.), регламентирующие прочность и работоспособность сварных конструкций, их нормативный срок службы
		Уметь: проводить грамотный анализ требований нормативно-технических документов, предъявляемых к сварным конструкциям и сварным соединениям, проектированию сварных конструкций, технологической подготовке производства и готовой продукции, контролю качества сварных соединений
		Владеть: навыками использования нормативно-технических документов, навыками разработки проектно-конструкторских и технологических документов
ПК-21	Умение составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии	Знать: принципы, последовательность и порядок разработки сварных конструкций, разработки конструкторских и технологических документов, установленные формы документов
		Уметь: разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию
		Владеть: основами разработки проектно-конструкторских и технологических, производственно-технологических документов и инструкций

#### 4. Структура и содержание дисциплины "Технология повышения износостойкости и прочности сварных соединений".

##### 4.1. Структура дисциплины (заочная форма обучения 5 лет)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости								
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролн. работ	Проверка реферата	Практико-ориентированные задания	Курсовая работа (проект)	Тестирование (тест №)	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену									
1.	Введение	9	1	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Базовые принципы повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций	9	1-2	0,5	0,5	-	-	19,0	15,0	-	-	4,0	+	-	+	-	-	+	-	-	№ 1
3.	Влияние на износостойкость и прочность сварных соединений формы сварной конструкции или сварного соединения	9	2-3	1,5	0,5	1,0	-	19,0	15,0	-	-	4,0	+	-	+	-	-	+	-	-	№ 1
4.	Причины появления горячих и холодных трещин и способы борьбы с ними	9	3-4	2,5	1	1,5	-	20,0	15,0	-	-	5,0	+	-	+	-	-	+	-	-	№ 2
5.	Металлургическое влияние на износостойкость и прочность сварных соединений	9	4-6	2	0,5	1,5	-	20,0	15,0	-	-	5,0	+	-	+	-	-	+	-	-	№ 2
6.	Рационализация и оптимизация технологии сварки	9	7-9	1	1	-	2	24,0	18,0	-	-	6,0	+	-	+	-	-	+	-	-	№ 3

7.	Специальные способы упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений	9	9-11	1,5	1,5	-	2	24,0	16,0	-	-	8,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 4	
8.	Заключительные положения	9	11	0,5	0,5	-	-	4	-	-	-	4	+	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Курсовая работа (проект)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Подготовка к экзамену</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Общая трудоемкость, в часах			14	6	4	4	130	94	-	-	36	Промежуточная аттестация								
													Форма	Семестр							
														Зачет	-						
														Экзамен	9						

#### 4.2. Структура дисциплины (заочная форма обучения по индивидуальному плану 4 года)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости							
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа												
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Практико-ориентированные задания	Курсовая работа (проект)	Тестирование (тест №)
1.	Введение	7	1	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Базовые принципы повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций	7	1-2	0,5	0,5	-	-	19,0	15,0	-	-	4,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 1
3.	Влияние на износостойкость и	7	2-3	0,5	0,5	-	-	19,0	15,0	-	-	4,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 1

	прочность сварных соединений формы сварной конструкции или сварного соединения																				
4.	Причины появления горячих и холодных трещин и способы борьбы с ними	7	3-4	2	1	1	-	22,0	17,0	-	-	5,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 2	
5.	Металлургическое влияние на износостойкость и прочность сварных соединений	7	4-6	1,5	0,5	1	-	22,0	17,0	-	-	5,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 2	
6.	Рационализация и оптимизация технологии сварки	7	7-9	1	1	-	1	24,0	18,0	-	-	6,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 3	
7.	Специальные способы упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений	7	9-11	1,5	1,5	-	1	24,0	16,0	-	-	8,0	+	-	+	-	-	+	-	№ 4	
8.	Заключительные положения	7	11	0,5	0,5	-	-	4	-	-	-	4	+	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Курсовая работа (проект)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Подготовка к экзамену</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Общая трудоемкость, в часах			10	6	2	2	134	98	-	-	36	Промежуточная аттестация								
													Форма	Семестр							
														Зачет	-						
														Экзамен	7						

## 4.2. Содержание дисциплины

**1. Введение.** Цели, задачи и содержание учебного курса. Его значение при подготовке специалистов сварочного производства. Связь курса с другими дисциплинами. Современное состояние и перспективы развития сварочного производства. Общие сведения об износостойкости и прочности сварных соединений, их влиянии на работоспособность и долговечность конструкций, способах повышения износостойкости и прочности. Литература.

**2. Базовые принципы повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций.** Сведения о методах и принципах повышения износостойкости и прочности сварных соединений. Рациональное проектирование сварных конструкций. Основные конструкции сварных соединений. Применение нестандартных сварных соединений, их документальное оформление. Технологичность сварных соединений. Рационализация и оптимизация технологий сварки и наплавки. Специальные способы упрочнения сварных швов и соединений.

**3. Влияние на износостойкость и прочность сварных соединений формы сварной конструкции или сварного соединения.** Классификация и разновидности сварных конструкций, их преимущества и недостатки по сравнению с конструкциями других типов. Прочность сварных соединений при статическом нагружении. Прочность сварных соединений при переменных нагрузках. Напряженно-деформационное состояние сварных соединений: собственные напряжения при сварке элементов сварных конструкций, их зависимость от типа соединения и технологии изготовления. Деформации и перемещения конструкций при сварке. Оптимизация расчета и проектирования сварных конструкций различного назначения.

**4. Причины появления горячих и холодных трещин и способы борьбы с ними.** Металлургические и конструктивно-технологические факторы образования горячих трещин. Меры борьбы с горячими трещинами. Конструктивно-технологические факторы образования холодных трещин. Меры борьбы с холодными трещинами.

**5. Металлургическое влияние на износостойкость и прочность сварных соединений.** Металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне. Химический состав металла сварочной ванны и сварного шва. Кристаллизация сварного шва. Структурная неоднородность сварного шва. Уменьшение температурного интервала хрупкости металла сварного шва, повышение чистоты сварочных материалов, металлургическая обработка сварочной ванны.

**6. Рационализация и оптимизация технологии сварки.** Термины, определения, сокращения и основные понятия, применяемые в сварочном производстве. Основные промышленные способы сварки и наплавки изделий, их параметры и режимы. Условные обозначения сварных соединений и способов сварки. Сварочные материалы. Сварочное оборудование. Общие требования к организации производства, технологической подготовке производства. Основные технические нормы и требования нормативно-технических документов. Требования к сборке соединений. Требования к технологическому процессу сварки. Анализ, расчет и проектирование технологических процессов. Многодуговая сварка. Роботизация в сварочном производстве. Требования к контролю, испытаниям и качеству сварных соединений, приемке продукции.

**7. Специальные способы упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений.** Виды и характеристика специальных способов упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений. Упрочнение сварных соединений обработкой холодной пластической деформацией (накатывание, дробеструйный наклеп, чеканка пневматическим инструментом). Термическая обработка сварных соединений. Механической обработки сварных соединений (обработка стыковых швов заподлицо с поверхностью детали или с подрезанием поверхности детали сварных швов, обработка угловых швов по радиусу с плавным переходом к поверхности соединяемых деталей). Упрочнение сварных соединений физическими методами воздействия (ультразвуковая ударная обработка).

**8. Заключительные положения.** Ключевые этапы повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций. Необходимость и условия упрочнения сварных соединений. Ответственность за нарушение требований нормативных документов в сварочном производстве.

## **5. Образовательные технологии**

Образовательная технология, закладываемая в программе, включает предметно-ориентированные технологии (технология постановки цели, технология полного усвоения, технология концентрированного обучения) и лично-ориентированные технологии обучения (технология обучения как учебного исследования, технология коллективной мыследеятельности, технология эвристического обучения).

При изучении дисциплины предусмотрены:

- чтение лекций с применением технических средств обучения;
- проведение практических работ с анализом требований нормативно-технических документов;
- проведение лабораторных работ с анализом качества сварных соединений и установлением их соответствия требуемым нормам, заполнением установленных форм документов;
- вовлечение бакалавров в решение проблем гармонизации отечественных и зарубежных нормативных документов;
- выполнение внеаудиторных заданий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента бакалавров и содержанием конкретных разделов дисциплины, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**Знания** бакалавров проверяются:

1) при помощи тестов (см. п. 6.3): по разделам учебной дисциплины 2-4 проводится тест №1, по разделу учебной дисциплины 5 проводится тест №2, по разделу учебной дисциплины 6 проводится тест №3, по разделу учебной дисциплины 7 проводится тест №4;

2) на итоговом зачете (перечень вопросов и заданий для проведения зачета приведен в п. 6.3).

**Умения** бакалавров оцениваются при защите отчетов по практико-ориентированным заданиям, перечень которых приведен в п. 6.3.

**Способность** бакалавров владеть навыками разработки прогрессивных и рациональных технологических процессов сварки, обеспечивающих изготовление сварных конструкций с увеличенной износостойкостью, прочностью и долговечностью сварных соединений; использования нормативно-технических документов; разработки проектно-конструкторских и технологических документов; основами разработки проектно-конструкторских и технологических, производственно-технологических документов и инструкций оценивается по практико-ориентированным заданиям, а также при выполнении самостоятельных работ (темы внеаудиторных занятий приведены в п. 6.1).



### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература*	Кол. часов
1	2	3	4	5	6
1-2	Базовые принципы повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций	Подготовка к аудиторным занятиям и зачету	Дать характеристику основным методам и принципам повышения износостойкости и прочности сварных соединений	1-3	6,0
2-3	Влияние на износостойкость и прочность сварных соединений формы сварной конструкции или сварного соединения	Подготовка к аудиторным занятиям и зачету	Классифицировать разновидности сварных конструкций, указать их преимущества и недостатки по сравнению с конструкциями других типов. Охарактеризовать прочность сварных соединений при статическом нагружении и при переменных нагрузках. Охарактеризовать напряженно-деформационное состояние сварных соединений	1-3	6,0
3-4	Причины появления горячих и холодных трещин и способы борьбы с ними	Подготовка к аудиторным занятиям и зачету	Перечислить металлургические и конструктивно-технологические факторы образования горячих и холодных трещин, назвать основные меры борьбы с ними	1-3	8,0
4-6	Металлургическое влияние на износостойкость и прочность сварных соединений	Подготовка к аудиторным занятиям и зачету	Рассмотреть металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне, процесс кристаллизация сварного шва. Перечислить факторы, влияющие на структурную неоднородность сварного шва, уменьшение температурного интервала хрупкости металла сварного шва. Охарактеризовать влияние повышения чистоты сварочных материалов, металлургической обработки сварочной ванны на износостойкость и прочность	1-3	8,0

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература*	Кол. часов
1	2	3	4	5	6
7-9	Рационализация и оптимизация технологии сварки	Подготовка к аудиторным занятиям и зачету	Привести основные технические нормы и требования нормативно-технических документов к сборке и сварке соединений. Выполнить анализ, расчет и проектирование заданных технологических процессов. Рассмотреть многодуговую сварку, основы роботизации в сварочном производстве. Привести требования к контролю, испытаниям и качеству сварных соединений, приемке продукции	1-3	12,0
9-11	Специальные способы упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений	Подготовка к аудиторным занятиям и зачету	Дать характеристику специальных способов упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений. Рассмотреть упрочнение сварных соединений обработкой холодной пластической деформацией (накатывание, дробеструйный наклеп, чеканка пневматическим инструментом). Охарактеризовать термическую обработку сварных соединений. Перечислить способы механической обработки сварных соединений. Изучить основные физические методы упрочнения сварных соединений	1-3	14,0

Примечания: \* - ссылки на рекомендуемую литературу, приведенную в разделе 7.

## **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа - планируемая учебная (учебно-исследовательская, научно-исследовательская) работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (или при частичном непосредственном участии преподавателя).

Формы самостоятельной работы студентов могут включать в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий, нормативно-технической документации и справочных материалов с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации, глобальной сети Internet;
- подготовку докладов и рефератов;
- написание курсовых работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

При изучении дисциплины "Технология повышения износостойкости и прочности сварных соединений" предусмотрены следующие виды внеаудиторной (самостоятельной) работы:

**Практико-ориентированные задания** выполняются в виде письменной работы (конспекта) по темам, указываемым преподавателем. Работа проводится с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ПГУ и электронных ресурсов сети Internet.

**Устное сообщение** выполняется по заданной преподавателем теме. Работа проводится с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ПГУ и электронных ресурсов сети Internet. Бакалавры делают сообщения на занятиях, например, с использованием компьютерной презентации, выполненной в редакторе Microsoft PowerPoint или с применением иного программного обеспечения презентаций.

### **6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся**

В ходе изучения разделов №№ 1-5 учебной дисциплины бакалавр получит знания в области принципов повышения износостойкости и прочности сварных соединений и конструкций, влияния на износостойкость и прочность сварных соединений различных факторов (ОПК-5).

В ходе изучения раздела № 6 учебной дисциплины бакалавр получит знания по современным методам рационализации и оптимизации технологии сварки металлических конструкций, разработки прогрессивных технологий изготовления изделий с повышенным сроком службы и увеличенным ресурсом работы (ПК-7).

В ходе изучения разделов №№ 7-8 учебной дисциплины бакалавр получит знания по принципам, последовательности и порядку упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений на основе холодной пластической деформации, механической обработки, упрочнения физическими методами воздействия (ПК-21).

#### ***Контроль освоения компетенций***

№ пп	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	2	3	4
1	Тест №1	2-4	ОПК-5, ПК-7, ПК-21
2	Тест №2	5	ОПК-5, ПК-7, ПК-21
3	Тест № 3	6	ОПК-5, ПК-7, ПК-21
4	Тест № 4	7	ОПК-5, ПК-7, ПК-21
5	Отчеты по практико-ориентированным заданиям	2-7	ОПК-5, ПК-7, ПК-21

#### **Демонстрационный вариант тестов (по вариантам)**

##### **1. Какие типы сварных швов Вам известны?**

1. Стыковые, угловые, нахлесточные.
2. Стыковые, угловые.
3. Стыковые, угловые, тавровые, нахлесточные.

##### **2. Сколько существует уровней ответственности металлических конструкций?**

1. Три.
2. Четыре.
3. Пять.

##### **3. Что является причинами образования горячих трещин при сварке сталей?**

1. Большое количество серы, фосфора.
2. Большое количество углерода.
3. Большое количество кремния, марганца.
4. Все перечисленное.

##### **4. Что относят к металлургической обработке сварочной ванны?**

1. Подогрев свариваемых деталей в процессе сварки.
2. Раскисление металла шва.
3. Нагрев и охлаждение сварного шва после сварки.

##### **5. Почему при механической обработке стыковых швов заподлицо с поверхностью детали прочность сварного шва повышается?**

1. Происходит удаление шлака и наружных дефектов.
2. Устраняются концентраторы напряжений.
3. Металл в зоне обработки наклепывается (нагартовывается).

##### **6. Что называют технологической дисциплиной?**

1. Соблюдение соответствия процесса изготовления изделия требованиям технологической и нормативно-технической документации.
2. Соблюдение соответствия процесса изготовления изделия требованиям технологической и документации, контрактам.
3. Соблюдение соответствия процесса изготовления изделия требованиям технологической и конструкторской документации.

**7. Чем отличается состав технологических процессов изготовления сварных изделий из цветных металлов и сталей?**

1. При изготовлении изделий из цветных металлов отсутствуют операции по термической обработке.
2. При изготовлении изделий из цветных металлов необходимо предусматривать операции по сбору и сдаче технологических отходов.
3. При изготовлении изделий из цветных металлов требуются дополнительные операции по неразрушающему контролю.

**Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Преимущества сварных конструкций. Задачи расчета и проектирования сварных конструкций.
2. Основные особенности сварных конструкций. Особенности работы сварных узлов при статических и переменных нагрузках.
3. Требования к проектируемым сварным конструкциям.
4. Материалы сварных конструкций.
5. Методы оценки прочности сварных конструкций.
6. Расчет сварных конструкций по допускаемым напряжениям. Основное уравнение расчета прочности по допускаемым напряжениям.
7. Виды расчетов сварных конструкций на прочность.
8. Факторы, определяющие величину допускаемых напряжений. Условие прочности по гипотезе энергии формоизменения.
9. Принцип расчета сварных конструкций по предельной нагрузке. Основное уравнение расчета прочности по предельным состояниям.
10. Оценка прочности по коэффициентам запаса. Основное уравнение оценки прочности по коэффициентам запаса.
11. Недостатки расчета прочности по допускаемым напряжениям и коэффициентам запаса.
12. Недостатки расчета прочности по предельным состояниям.
13. Предельные состояния сварных конструкций.
14. Расчетное и нормативное сопротивление материала.
15. Расчетные формулы для оценки предельного состояния конструкции.
16. Условие надежности сварных конструкций.
17. Основные типы сварных соединений, их характеристика.
18. Влияние остаточных сварочных напряжений на прочность и устойчивость сварных конструкций.
19. Остаточные сварочные напряжения. Концентрация напряжений в сварных соединениях и узлах.
20. Величина и характер распределения напряжений в соединениях углеродистых и легированных сталей.
21. Оценка прочности соединений, выполненных сваркой плавлением.
22. Особенности явления концентрации напряжений.
23. Влияние геометрии концентратора напряжений на прочность твердого тела.
24. Коэффициент концентрации напряжений.
25. Причины концентрации напряжений в сварных конструкциях. Распределение напряжений в стыковых соединениях.

26. Причины концентрации напряжений в сварных конструкциях. Распределение напряжений в угловых соединениях.
27. Причины концентрации напряжений в соединениях, выполненных контактной сваркой.
28. Характеристики выносливости сварных соединений.
29. Условие выносливости сварных узлов.
30. Усталостная прочность сварных соединений.
31. Факторы, определяющие усталостную прочность сварных соединений.
32. Металлургические и конструктивно-технологические факторы образования горячих трещин.
33. Меры борьбы с горячими трещинами.
34. Конструктивно-технологические факторы образования холодных трещин.
35. Меры борьбы с холодными трещинами.
36. Металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне.
37. Химический состав металла сварочной ванны и сварного шва.
38. Кристаллизация сварного шва.
39. Структурная неоднородность сварного шва.
40. Термины, определения, сокращения и основные понятия, применяемые в сварочном производстве.
41. Основные промышленные способы сварки и наплавки изделий, их параметры и режимы.
42. Условные обозначения сварных соединений и способов сварки.
43. Сварочные материалы и сварочное оборудование, применяемые при сварке. Требования к ним.
44. Что называют нормативно-техническими документами?
45. Общие требования к организации производства, технологической подготовке производства.
46. Требования НД к сборке соединений.
47. Требования НД к технологическому процессу сварки.
48. Анализ, расчет и проектирование технологических процессов.
49. Многодуговая сварка.
50. Роботизация в сварочном производстве.
51. Требования к контролю, испытаниям и качеству сварных соединений, приемке продукции.
52. Виды и характеристика специальных способов упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений.
53. Упрочнение сварных соединений обработкой холодной пластической деформацией (накатывание, дробеструйный наклеп, чеканка пневматическим инструментом).
54. Термическая обработка сварных соединений.
55. Механическая обработка сварных соединений (обработка стыковых швов заподлицо с поверхностью детали или с подрезанием поверхности детали сварных швов, обработка угловых швов по радиусу с плавным переходом к поверхности соединяемых деталей).
56. Упрочнение сварных соединений физическими методами воздействия (ультразвуковая ударная обработка).

### **Примерный перечень заданий к экзамену**

#### **Билет № 1.**

1. Преимущества сварных конструкций. Задачи расчета и проектирования сварных конструкций.

2. Факторы, определяющие величину допускаемых напряжений. Условие прочности по гипотезе энергии формоизменения.
3. Металлургические и конструктивно-технологические факторы образования горячих трещин.

#### **Билет № 2.**

1. Основные особенности сварных конструкций. Особенности работы сварных узлов при статических и переменных нагрузках.
2. Принцип расчета сварных конструкций по предельной нагрузке. Основное уравнение расчета прочности по предельным состояниям.
3. Кристаллизация сварного шва.

#### **Билет № 3.**

1. Требования к проектируемым сварным конструкциям.
2. Оценка прочности по коэффициентам запаса. Основное уравнение оценки прочности по коэффициентам запаса.
3. Общие требования к организации производства, технологической подготовке производства.

#### **Билет № 4.**

1. Материалы сварных конструкций.
2. Предельные состояния сварных конструкций.
3. Анализ, расчет и проектирование технологических процессов.

#### **Билет № 5.**

1. Методы оценки прочности сварных конструкций.
2. Основные типы сварных соединений, их характеристика.
3. Механическая обработка сварных соединений (обработка стыковых швов заподлицо с поверхностью детали или с подрезанием поверхности детали сварных швов, обработка угловых швов по радиусу с плавным переходом к поверхности соединяемых деталей).

### **Практико-ориентированные задания**

1. Современное состояние и перспективы развития сварочного производства.
2. Износостойкость и прочность сварных соединений, их влияние на работоспособность и долговечность конструкций.
3. Группы и назначение сварных конструкций. Их расчет и проектирование.
4. Технологичность сварных соединений.
5. Напряженно-деформационное состояние сварных соединений.
6. Металлургические и конструктивно-технологические факторы образования горячих трещин. Меры борьбы с горячими трещинами.
7. Конструктивно-технологические факторы образования холодных трещин. Меры борьбы с холодными трещинами.
8. Металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне.
9. Уменьшение температурного интервала хрупкости металла сварного шва.
10. Основные промышленные способы сварки и наплавки изделий, их параметры и режимы.
11. Общие требования к организации производства, технологической подготовке производства.
12. Анализ, расчет и проектирование технологических процессов.
13. Многодуговая автоматическая сварка сталей.
14. Роботизация в сварочном производстве.
15. Требования к контролю, испытаниям и качеству сварных соединений, приемке продукции.
16. Виды и характеристика специальных способов упрочнения износостойкости и прочности сварных соединений.

17. Упрочнение сварных соединений обработкой холодной пластической деформацией.
18. Термическая обработка сварных соединений.
19. Механической обработки сварных соединений.
20. Упрочнение сварных соединений физическими методами воздействия.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Металлические конструкции: Учебник / В.В. Доркин, М.П. Рябцева. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 457 с.: 60х90 1/16. - (Среднее профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-16-003631-1

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=168938>

2. Румянцева, И. А. Металлические конструкции, включая сварку [Электронный ресурс] : уч. пособие / И. А. Румянцева. - М. : МГАВТ, 2005. - 178 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=400568>

3. Технология сварки плавлением и термической резки металлов: Учебное пособие / В.А. Фролов, В.Р. Петренко, В.В. Пешков и др.; Под ред. В.А. Фролова - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 448 с.: ил.; 60х90 1/16. (п) ISBN 978-5-98281-223-0

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=205503>

### б) дополнительная литература:

*Режим доступа: электронный ресурс <http://base.garant.ru>*

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах".

*Режим доступа: электронный ресурс <http://www.normacs.ru>*

2. ГОСТ Р ИСО 4063-2010. Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов.

3. ГОСТ Р ИСО 857-1-2009. Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения.

*Режим доступа: электронные ресурсы <http://www.normacs.ru>, <http://www.naks.ru>, <http://www.gosnadzor.ru>*

### в) программное обеспечение и Интернет - ресурсы:

Электронные образовательные ресурсы:

*а) лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

1. Федеральный образовательный портал [edu.ru](http://edu.ru)

3. Научно-техническая библиотека ПГУ [www.lib.pnzgu.ru](http://www.lib.pnzgu.ru)

4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

5. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)

*б) специальные Интернет-ресурсы и базы данных:*

1. <http://sro.naks.ru>

2. <http://www.naks.ru>

3. <http://www.normacs.ru>

4. <http://www.gost.ru>

5. <http://www.gosnadzor.ru>.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Рабочие места (стол офисный, стул офисный, тумба подкатная, компьютер iRUCorр 510 152400/2048/1000/R6770-1024/DVD-RW/CR/K+M/LCD 18,5" (или аналоги), сеть Internet, пакеты офисных и специализированных программ, справочно-информационная база данных) – 17 рабочих мест.



2. Плазменный телевизор 50" LG 50PJ250 (панель) или мультимедиапроектор.
3. Экран рулонный, мультимедийный проектор Sanyo-HLS-XV-35.
4. Аппарат сварочный постоянного тока Форсаж-200.
5. Аппарат сварочный (источник сварочного тока) ESABWarrior 500iCC/CV, Блок подачи проволоки ESABFeed 3004w.
6. Передвижной сварочный аппарат MIG/MAG LorchM-PRO 210 ControlProSet 25/4 с интегрированной 4-х роликовой подачей проволоки.
7. ПГС на базе ручной тележки для газовых баллонов ККБ-2.
8. Выпрямитель сварочный ВДУ-1201 с трактором универсальным сварочным ТС-17-М-У.
9. Набор ВИК.
10. Дефектоскоп ультразвуковой УСД-50.
11. Машина разрывная ИР 5145-500-11.
12. Копер маятниковый ИО5003-0,3-11.
13. Твердомеры ИТ 5010-01М, ТЭМП-2
14. Лабораторные печи СНОЛ-1,6.2,5.1/9-ИЗ.
15. Печь муфельная ПМ-14М1П-ТД.
16. Шкаф сушильный, сухожаровой с естественной конвекцией Binder ED(E2)115.
17. Климатическая камера тепло-холод REOCAM TC-64.
18. Пирометр SIGHT модификации P20LT.
19. Микроскопы металлографические Альтами МЕТ6Т, МИМ-6, МИМ-7, МИМ-8.
20. Оптико-эмиссионный спектрометр Foundry-master UVR\$.
21. Комплекты микро- и макрошлифов сварных соединений.
22. Тематические фото- и видеоматериалы, слайды по разделам.

Рабочая программа дисциплины "Технология повышения износостойкости и прочности сварных соединений" составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (№ 957 от 03.09.2015г.) по направлению подготовки 15.03.01 "Машиностроение".

Программу составил:

Усатый С.Г., зав. каф. "КиИМ", к.т.н.

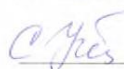


**Настоящая программа не может быть воспроизведена, ни в какой форме, без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании каф. "Контроль и испытания материалов" ("КиИМ").

Протокол № 3 от "9" "10" 2015 года.

Зав. кафедрой "КиИМ"



Усатый С.Г., к.т.н.

Программасогласована с кафедрой "Сварочное, литейное производство и материаловедение" ("СЛПИМ").

Зав. кафедрой "СЛПИМ"



Розен А.Е., профессор, д.т.н.

Программа одобрена методической комиссией Политехнического института

Протокол № 2 от "9" "10" 2015 года.

Председатель методической комиссии Политехнического института



Логинов О.Н., доцент, к.т.н.

**Сведения о переутверждении программы  
на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2016/17	пр. от 30.08.16				
2017/18	пр. от 4.03.17 <i>Def</i>				