

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Институт новых материалов и технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Обработка металлов давлением	<b>Код ОП</b> 22.06.01
<b>Направление подготовки</b> Технологии материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 22.06.01
<b>Уровень подготовки</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 30 июля 2014 г. № 888 с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 г.

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Структурное подразделение</b>	<b>Подпись</b>
1	Шварц Данил Леонидович	к.т.н., доцент	заведующий кафедрой	кафедра обработки металлов давлением	

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 4-1 от 03.04.2017 г.

М.П. Шалимов

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Актуальные проблемы механики обработки металлов давлением»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина имеет целью изучить влияние режимов деформации на изменение структуры и фазового состава сталей и сплавов, усвоить понятие поврежденности металла и закономерностях ее развития в процессе пластической деформации, применять сформулированные в категориях механики обработки металлов давлением феноменологические модели эволюции зеренной структуры и изменения поврежденности металла для анализа технологических процессов с целью повышения уровня механических свойств и эксплуатационных характеристик металлургической продукции.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии (ОПК-1);
- способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2);
- способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества (ОПК-3);
- способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4);
- способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5);
- способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий (ОПК-6);
- способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ОПК-10);
- способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов (ОПК-11);
- способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий (ОПК-12);
- способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления (ОПК-13);
- способность и готовность оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий (ОПК-14);
- способность и готовность организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования,

участвовать в мероприятиях по созданию системы качества (ОПК-16);

- способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий (ОПК-18);
- способность и готовность демонстрировать системное понимание современного состояния и проблематики, избранной (профессиональной) отрасли научного знания (ПК-1);
- способность и готовность вести исследования в избранной (профессиональной) отрасли научного знания с использованием современных методов и технологий (ПК-2);
- готовность к выявлению, разработке проблематики, с использованием научного подхода, проведению и внедрению результатов исследования в избранной (профессиональной) отрасли научного знания (ПК-3);
- способность к критическому анализу, оценке и синтезу новых идей в избранной (профессиональной) отрасли научного знания, смежных областях (ПК-6).

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- особенности дефектов кристаллического строения материалов;
- механизмы разрушения при различных видах нагружения;
- влияние режимов деформации на закономерности изменения зеренной структуры и фазового состава сталей и сплавов;
- феноменологические модели и диаграммы структурного состояния;
- связи между особенностями структурного состояния и показателями физико-механических свойств материалов.

**Уметь:**

- выявлять особенности упругого и пластического поведения материалов, протекающие при этом структурные изменения, а также оценивать характеристики, их определяющие;
- анализировать виды разрушения при различных условиях внешнего нагружения.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- приемами определения характеристик упругого и пластического поведения материалов;
- прогнозировать вероятность разрушения металла в процессах обработки металлов давлением.

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	-	-	-
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	104
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Цель изучения дисциплины. Актуальность проблемы формирования ультрадисперсной структуры и фазового состава сталей и сплавов, а также предотвращения разрушения заготовок в процессе пластической деформации и изделий в условиях эксплуатации металлургической продукции.
P2	Влияние режимов деформации на закономерности изменения зеренной структуры и фазового состава сталей и сплавов	Физические основы процессов изменения дислокационной и зеренной структуры при деформации, возврате и рекристаллизации. Влияние дисперсности структуры на морфологию и дисперсность фазовых составляющих стали и сплавов. Феноменологические модели и диаграммы структурного состояния. Примеры изменения зеренной структуры при горячей деформации сплавов и низкоуглеродистых сталей.
P3	Механика вязкого разрушения металлов	Понятие поврежденности металла, модель бездефектного деформируемого тела, критерии микро- и макроразрушения металла. Пластичность и меры пластичности, методика получения диаграмм пластичности. Модели накопления поврежденности металла при монотонной и знакопеременной деформации и уменьшения поврежденности металла при рекристаллизации. Экспериментальная проверка моделей изменения поврежденности и идентификация критериев микро- и макроразрушения металла. Примеры исследования поврежденности металла с целью модернизации технологии и оборудования при изготовлении металлургической продукции.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

##### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено.

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

##### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

##### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

##### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

#### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	Введение			*								
P2	Влияние режимов деформации на закономерности изменения зеренной структуры и фазового состава сталей и сплавов			*								
P3	Механика вязкого разрушения металлов			*								

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

### 6.2. Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации при использовании независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

### 6.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

#### 6.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

### 6.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

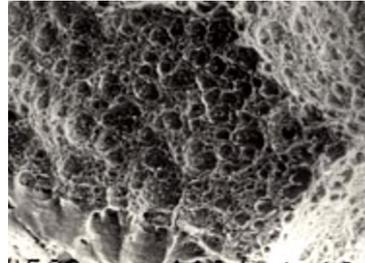
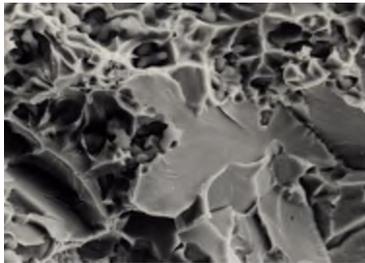
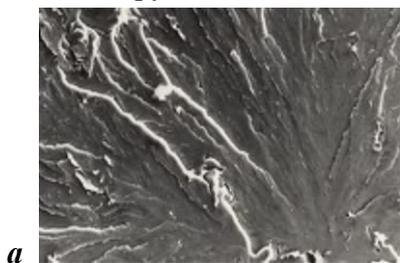
Не предусмотрено.

### 6.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

### 6.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Какими механизмами перемещаются краевая и винтовая дислокации? Как отразится на их подвижности образование ступеньки с краевой ориентацией?
2. Что такое двойникование? При каких условиях становится возможной деформация подобным механизмом?
3. Особенности строения границ зерен в металлических материалах. Какие из них считаются малоугловыми границами и какие высокоугловыми? Как строение границ влияет на свойства?
4. Что понимается под объемными дефектами? Что такое несплошности кристаллической решеткой? Деление полостей на поры и трещины. В чем их особенности?
5. В чем суть образования трещины по механизму слияния дислокаций? Какое принято условное разделение несплошностей по размерному признаку и способу обнаружения?
6. Объясните физическую сущность деформационного упрочнения материалов. Какова трактовка этого явления с позиций теории дислокаций?
7. Что понимается под эффектом дисперсионного упрочнения (дисперсионного твердения)? Какие структурные процессы являются ответственными за этот процесс?
8. Что такое пластичность? Какие стандартные характеристики, полученные при механических испытаниях материалов, позволяют судить о пластических свойствах?
9. Каким путем можно получить высокопрочное состояние материала? Какие технологические методы при этом оказываются пригодными?
10. Дайте определение эффекта Ребиндера. Каковы условия его проявления и как этот эффект отражается на деформационном поведении материала?
11. Что такое текстура? Какие факторы влияют на её формирование? К каким изменениям свойств приводит образование текстуры в поликристаллическом материале?
12. Что такое хрупкое разрушение? Почему оно считается наиболее опасным? Назовите структурные факторы, которые могут усиливать склонность материала к хрупкому разрушению.
13. Каковы особенности деформационного упрочнения поликристаллических материалов. В чем проявляется отличие от упрочнения монокристаллов?
14. Для определения температурного порога хладноломкости (температуры хрупкого перехода) какие проводятся испытания? Какая характеристика механических свойств материалов сильно реагирует на величину зерна?
15. Что такое критическая степень деформации? Чему она приблизительно равна?
16. По виду представленных изображений изломов определите, в каком случае разрушение было вязким, хрупким и смешанным.



17. Разрушение в условиях действия переменных нагрузок. Особенности строения усталостных изломов.
18. Нанокристаллические материалы. Структурные особенности и методы получения. Свойства и перспективы их использования.
19. Виды разрушения в условиях контактного взаимодействия. Основные типы изнашивания.

20. Какие изменения в дислокационной и зеренной структуре происходят при деформации, полигонизации и рекристаллизации?
21. Назовите механизмы повышения прочности сталей и сплавов, какие способы их реализации применяют на производстве?
22. Какие виды химико-термической и термомеханической обработки применяют?
23. Дайте определение поврежденности металла и модели бездефектного деформируемого тела.
24. Какие критерии микро- и макроразрушения применяются для определения степени разрушения металла?
25. Что такое неограниченная пластичность, вязкое и хрупкое разрушение металла?
26. Какие определяющие соотношения применяются в механике вязкого разрушения металла?
27. Дайте определение модели накопления поврежденности металла при монотонной деформации?
28. Дайте определение модели накопления поврежденности металла при знакопеременной деформации.
29. Какие процессы объясняют закономерности уменьшения поврежденности металла при деформации и термообработке?
30. Как амплитуда знакопеременной деформации влияет на пластичность сталей и сплавов?
31. Какие особенности вязкого распространения макротрещины Вы можете назвать? Приведите примеры распространения макротрещины в машинах и сооружениях.
32. При каких условиях может прекратиться распространение макротрещины?
33. Назовите последовательность решения задачи при оценке степени и вероятности разрушения металла.

#### **6.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено.

#### **6.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

Не предусмотрено.

#### **6.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не предусмотрено.

#### **6.3.8. Интернет-тренажеры**

Не предусмотрено.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Физическое металловедение / С.В. Грачев, В.Б. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин // Учебник, 2-е издание. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 426 с.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Учебник. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2001, 446 с.

### **7.2. Методические разработки**

1. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов. Учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002, 329 с.

### **7.3. Программное обеспечение**

Электронные таблицы MS Excel, MS Word, MS PowerPoint

#### 7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Адрес	Название
<a href="http://library.urfu.ru">http://library.urfu.ru</a>	Сайт зональной научной библиотеки УрФУ
<a href="http://www.matweb.com">http://www.matweb.com</a>	Справочник по механическим свойствам материалов в формате стандартов ASTM
<a href="http://www.ingentaconnect.com">http://www.ingentaconnect.com</a>	Поисковая система зарубежных научно-технических журналов
<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	Свободная энциклопедия
<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Российская электронная научная библиотека
<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	Поисковая система публикаций научных изданий

#### 7.5. Электронные образовательные ресурсы

Не применяются.

#### 7.6. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

К методическим особенностям дисциплины относятся: преобладание сложного теоретического материала, необходимость логического и системного мышления, использования математических знаний. В этой связи планируется постоянный текущий контроль усвоения материала по дисциплине и корректировка изложения содержания дисциплины. Для улучшения качества выполнения запланированных видов самостоятельной работы студентов, предусмотрено использование современных технических средств обучения, технологий и методик проведения аудиторной учебной работы.

Для успешного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- ознакомиться с графиком учебного процесса по дисциплине (календарный план аудиторных занятий и план-график самостоятельной работы), порядком формирования итоговой оценки по дисциплине, принципами балльно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений;

- использовать ресурсы электронной библиотеки УрФУ и других университетов, ресурсы Интернет;

- вырабатывать и совершенствовать умение конспектировать, систематизировать, обобщать изученный материал, выделять сложные вопросы, требующие дополнительной подготовки, составлять предварительный план самостоятельной работы. В случае затруднения в понимании отдельных вопросов необходимо обратиться за консультацией к ведущему преподавателю;

- при подготовке к практическим занятиям внимательно изучать теоретический материал и не пропускать лекционные занятия;

- при подготовке к лекциям рекомендуется просматривать материал предыдущих лекций, что способствует пониманию и хорошему усвоению содержания последующих лекций;

- при изучении методики расчетов целесообразно рассматривать примеры расчетов, приведенные в лекциях и литературе.

В случае пропуска занятий не затягивать выполнение запланированных контрольных мероприятий по дисциплине, при необходимости отрабатывать учебный материал в указанное преподавателем время.

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 8.1. Общие требования

1. Лекционная аудитория, оборудованная средствами электронной презентации.
2. Учебно-исследовательская лаборатория кафедры ОМД.

## **8.2. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

1. Специализированное лабораторное оборудование кафедры ОМД: прокатные станы 130, 200, 120, трубопрокатные станы, волочильные станы, гидравлический горизонтальный пресс, вертикальные гидравлические и кривошипный прессы, пневматический молот.

2. Рабочий и измерительный инструмент: сменные валки, бойки, матрицы, волоки, валковая арматура, линейки, штангенциркули.

3. Измерительная аппаратура: мессдозы, блоки питания и балансировки, компьютерная техника и программное обеспечение для обработки результатов.

4. Образцы и заготовки из специальных сплавов для моделирования процессов пластической деформации.

## **9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания кафедры</b>	<b>Дата заседания кафедры</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись ответственного за внесение изменений</b>