

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Физика прочности и разрушения материалов

Код модуля
1159406(1)

Модуль
Физика прочности и разрушения материалов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1 | Гриб Стелла Владимировна | кандидат технических наук, доцент | Доцент | термообработки и физики металлов |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- Гриб Стелла Владимировна, Доцент, термообработки и физики металлов

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физика прочности и разрушения материалов

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 5 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 1 |
| | | Домашняя работа | 1 |
| | | Отчет по лабораторным работам | 1 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физика прочности и разрушения материалов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию | 3-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования 3-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения 3-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений | Домашняя работа Контрольная работа Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен |

| | | |
|---|--|--|
| <p>полученных результатов</p> | <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> | |
| <p>ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p> | <p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации) П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров</p> | <p>Домашняя работа Контрольная работа Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>(заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> | |
| <p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> | <p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> | <p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p> |
| <p>ПК-3 -Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливая природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по</p> | <p>З-1 - Перечислить основные виды брака конструкционных материалов и изделий из них, причины их появления и способы устранения.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по устранению причин появления различных видов брака конструкционных материалов и изделий из них на</p> | <p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p> |

| | | |
|---|---|--|
| повышению качества продукции на основе результатов исследований | <p>основе анализа результатов проведенных исследований.</p> <p>У-1 - Различать характерные особенности видов брака конструкционных материалов и выбирать оптимальные методы для их исследования и анализа результатов.</p> <p>У-2 - Идентифицировать вид брака конструкционных материалов и изделий из них по результатам исследования и устанавливать природу появления различных видов брака.</p> <p>У-3 - Соотнести вид брака в конструкционных материалах и изделиях из них с природой их появления и определить способы устранения причин брака для достижения требуемых показателей качества изделий.</p> | |
|---|---|--|

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.40 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Активная работа студентов на занятии</i> | 1,8 | 16 |
| <i>домашняя работа</i> | 1,12 | 20 |
| <i>контрольная работа</i> | 1,16 | 64 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.30 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| <i>Практики</i> | 1,16 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00 | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.30 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>лабораторные работы</i> | 1,16 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00 | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|----------------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|---|--|---|------------|---|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |

| | | | |
|----|---|--|----------------|
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | Нет результата |
|----|---|--|----------------|

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

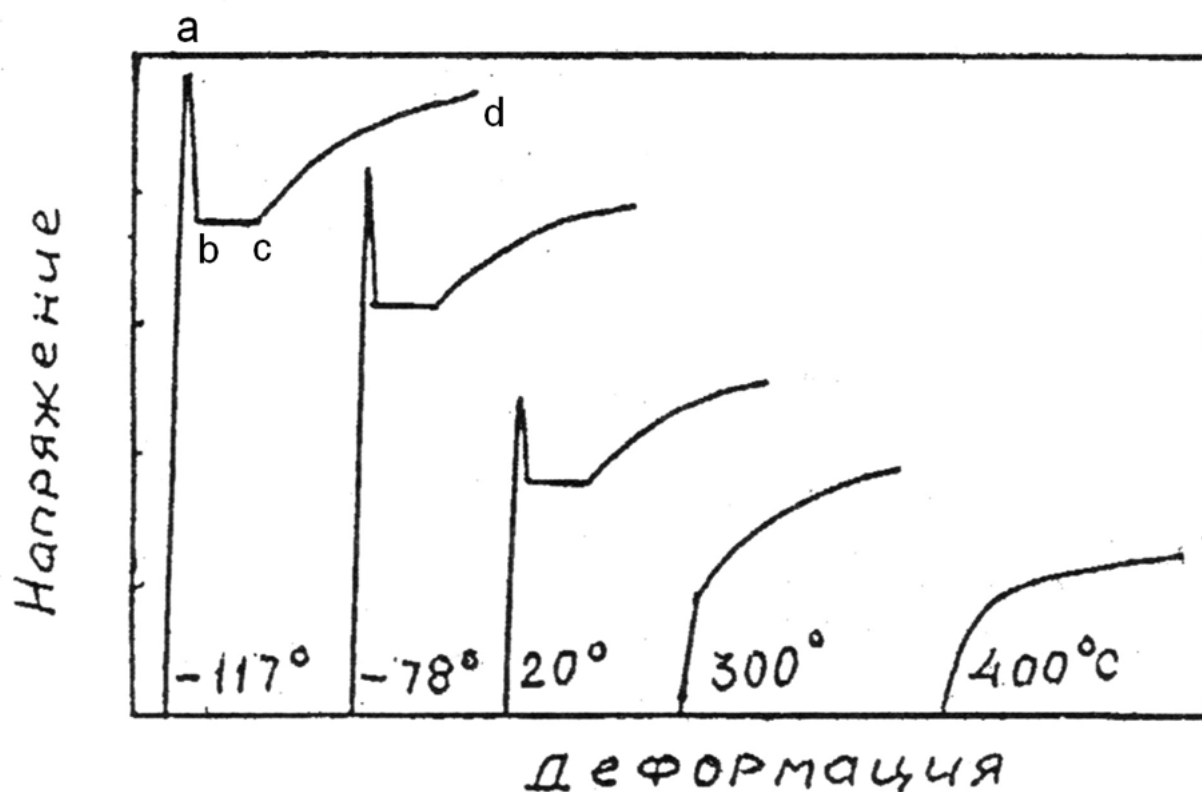
Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

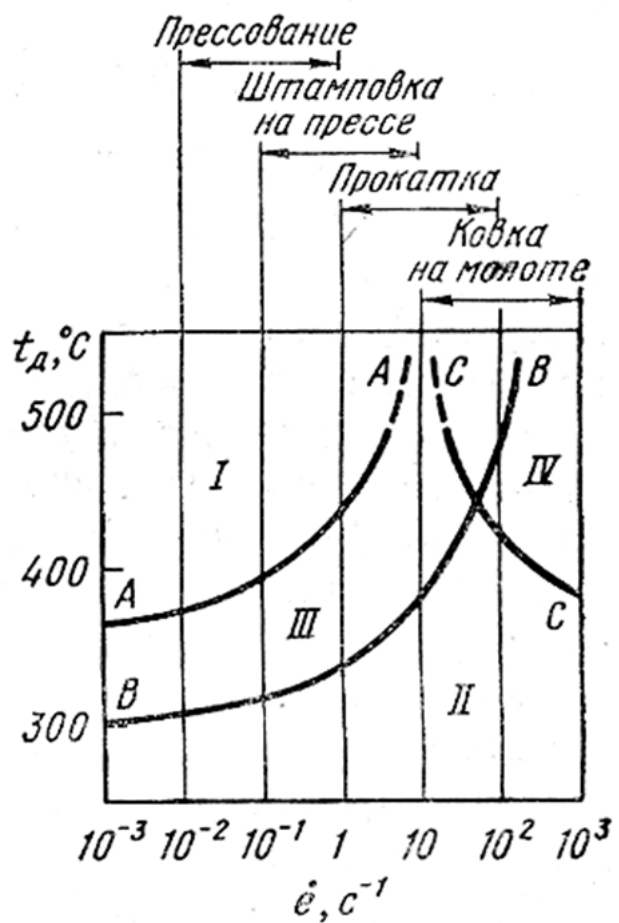
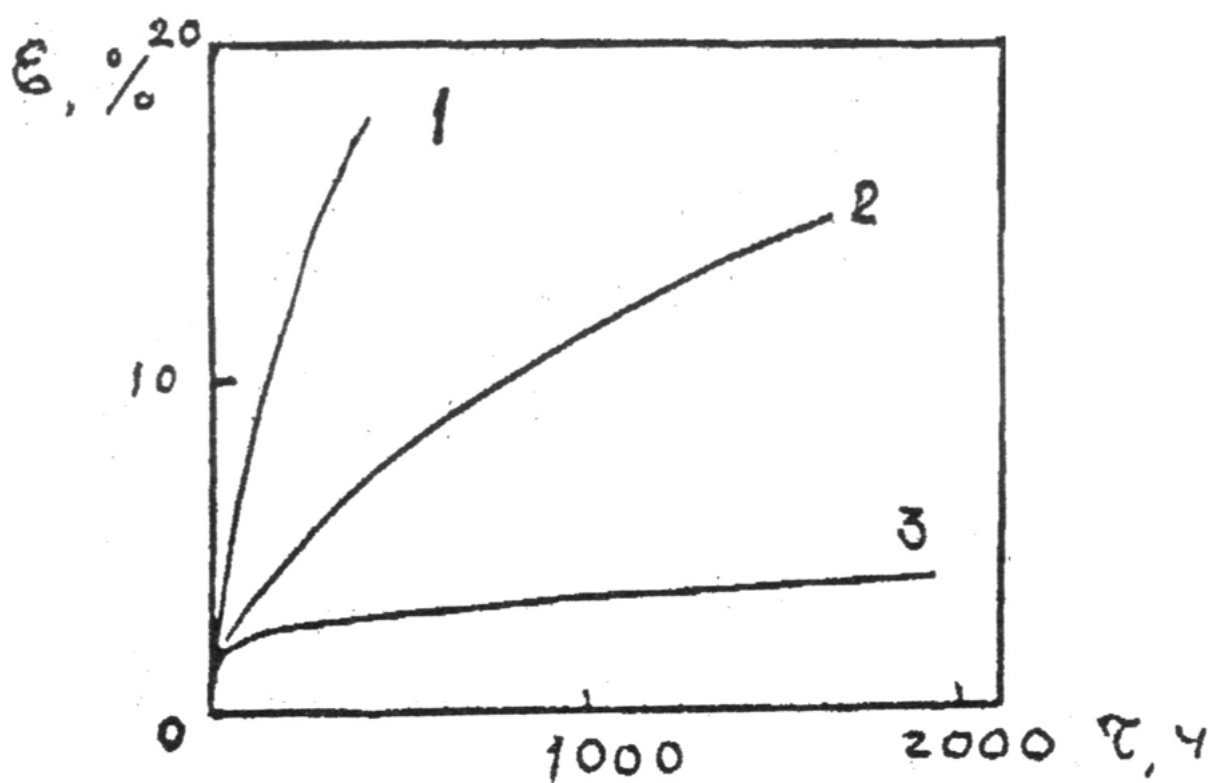
5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Анализ кривых деформации монокристаллов металлов и сплавов
2. Анализ кривых ползучести
3. Решение материаловедческих задач

Примерные задания





1. Даны кривые деформации медленно охлажденного α -Fe с 0,004 ат. % С и 0,003 ат. % N при различной температуре. Объяснить влияние температуры. Чем обусловлен зуб (точка "a") на кривых деформации и почему он исчезает с повышением температуры? Чем обусловлено наличие участков b-c и c-d на кривой деформации?

2. Даны кривые ползучести при 450 °С: 1 – α -Fe (99,9995 %), 2 – α -Fe + 0,015 % N, 3 – α -Fe + 0,015 % N + 0,015 % Al (растворенного азота нет). Объяснить вид кривых. Какой материал характеризуется большей устойчивостью к ползучести и почему?

3. Приведена диаграмм структурных состояний алюминиевого сплава марки АВ, деформированного с обжатием 50 % и нагретого под закалку до 520 °С (Ю.М. Вайнблат). При какой температуре (Тд), с какой скоростью ($\dot{\epsilon}$) и каким способом необходимо проводить деформацию, что бы

- а) при последующем нагреве сформировать рекристаллизованную структуру;
 - б) сформировать рекристаллизованную структуру без дополнительного нагрева?
- 1 – область, в которой при нагреве под закалку рекристаллизация не идет;
 - 2 – рекристаллизация проходит полностью;
 - 3 – частичная рекристаллизация;
 - 4 – метадинамическая рекристаллизация

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Пластическая деформация в металлических кристаллах. Системы скольжения дислокаций в металлах и сплавах с гранцентрированной (ГЦК) и объёмноцентрированной (ОЦК) решетками

2. Пластическая деформация в металлических кристаллах. Определение систем скольжения, по которым развивается пластическая деформация монокристалла металла с ГЦК/ОЦК решеткой для различных вариантов осей растяжения

3. Оценка вклада различных механизмов упрочнения в конструктивную прочность металлического материала

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Дефекты кристаллического строения и их взаимодействие
2. Пластическая деформация скольжением
3. Механизмы упрочнения металлических материалов
4. Возврат и рекристаллизация
5. Основные термины по физике прочности и разрушению

Примерные задания

1. Трение кристаллической решетки зависит от ...
 - а) формы и размера зерен в сплаве
 - б) объемной доли частиц второй фазы в сплаве
 - в) сил межатомного взаимодействия
 - г) коэффициента интенсивности напряжений
 - д) числа систем скольжения дислокаций
2. Зуб текучести на кривых деформации сплавов может быть обусловлен ...
 - а) крупнозернистой структурой
 - б) процессом аннигиляции дислокаций
 - в) наличием атмосфер на дислокациях
 - г) отсутствием дисперсных частиц второй фазы
 - д) высокой плотностью дислокаций
3. Чем обусловлено упрочнение металла/сплава при деформации?
 - а) изменением формы зерен в ходе пластической деформации
 - б) силами межатомного взаимодействия
 - в) полями напряжений дислокаций, накопленных в ходе деформации
 - г) процессом аннигиляции дислокаций
 - д) коэффициентом интенсивности напряжений
4. Наклеп металла/сплава обусловлен ...
 - а) ростом плотности дислокаций
 - б) аннигиляцией дислокаций
 - в) выделением частиц второй фазы
 - г) образованием сегрегаций примесных атомов на дислокациях
 - д) силами межатомного взаимодействия
5. Для того, чтобы поликристалл при деформации не разрушался, в каждом зерне сдвиг должен идти, как минимум, по ... независимым системам скольжения
 - а) 2
 - б) 5
 - в) 12
 - г) 24
 - д) 3
6. Какая характеристика определяется по величине тангенса угла наклона кривой деформации к оси деформации?
 - а) условный предел текучести
 - б) коэффициент упрочнения
 - в) удельная жесткость
 - г) удельная прочность
 - д) истинная деформация
7. Дайте определение следующим терминам:
 - жаропрочность – ...;
 - жаростойкость – ...;
 - предел длительной прочности – ...;
 - условный предел текучести – ...;
 - предел ползучести –
8. Как называется упрочнение сплава за счет частиц второй фазы, выделившихся в результате старения?

9. Установите соответствия между явлением и его характеристикой: 1 – ...; 2 – ...; 3 –....

1 - Первичная рекристаллизация

2 - Вторичная рекристаллизация

3 - Собирательная рекристаллизация

а) приводит к формированию структуры с зернами приблизительно одинакового размера с плоскими границами и стыками углов в 120°

б) приводит к разнотерности в структуре сплава

в) приводит к перераспределению, уменьшению плотности дислокаций и образованию субграниц

г) приводит к исчезновению деформированных зерен, структура сплава представлена недеформированными зернами разного размера с различной выпуклостью границ

д) приводит к перераспределению и уменьшению плотности точечных дефектов

10. Оцените, во сколько раз изменится значение предела текучести металлического материала, если размер зерна увеличится от 25 до 100 мкм?

а) 7,5

б) 3

в) 4

г) 2

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Пластическая деформация моно- и поликристаллов

2. Разрушение металлических кристаллов

Примерные задания

Ответить на вопросы:

1. Почему на кривой деформации поликристаллов нет стадии легкого скольжения?

2. Если при сверхпластичности действуют те же механизмы, что и при ползучести, чем обусловлены особенности первой?

3. В чем сходство и в чем различие деформации кристаллов двойникованием и сдвиговым полиморфным превращением?

4. Почему трение решетки резко возрастает при увеличении содержания кремния в α -Fe (до 5 ат.%, например)?

5. Чем объясняется более высокий коэффициент упрочнения упорядоченных сплавов по сравнению с неупорядоченными?

Ответить на вопросы:

1. Чем и почему отличается разрушение при низких и высоких температурах?

2. Почему межзеренное разрушение при ползучести происходит только по высокоугловым границам общего типа?

3. Какую роль играет межзеренное скольжение в образовании микропор?

4. Почему дисперсные частицы на границах зерен, с одной стороны, способствуют возникновению трещин (микропор), а с другой - препятствуют?

5. Почему в процессе роста усталостных трещин изменяется их траектория?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Пластическая деформация в металлических кристаллах. Системы скольжения дислокаций в металлах и сплавах с гранецентрированной (ГЦК) и объёмноцентрированной (ОЦК) решетками
2. Пластическая деформация в металлических кристаллах. Определение систем скольжения, по которым развивается пластическая деформация монокристалла металла с ГЦК/ОЦК решеткой для различных вариантов осей растяжения
3. Оценка вклада различных механизмов упрочнения в конструктивную прочность металлического материала

Примерные задания

Выписать все возможные системы скольжения дислокаций в ГЦК решетке и указать их количество. Графически показать системы скольжения в элементарно ГЦК ячейке.

Для данной оси растяжения монокристалла металла с ГЦК решеткой (предлагается преподавателем)

- 1) вычислить множитель Шмида для всех систем скольжения ;
 - 2) определить (выписать) системы скольжения и их количество, для которых множитель Шмида максимален;
 - 3) показать ось растяжения и системы скольжения в элементарной ГЦК ячейке;
 - 4) определить, чему равен предел текучести, если критическое напряжение составляет 20 МПа?
 - 5) на стандартной сетке проекций для кубической системы (ось проекции [001]) показать оси растяжения (предлагаются преподавателем);
 - 6) выделить стереографический треугольник и сделать вывод относительно положения проекций осей растяжения в треугольнике и количества систем скольжения, с которых начинается пластическая деформация;
- В выводах должны быть даны ответы на следующие вопросы:
- а) как можно по стереографическому треугольнику предсказать, с какой стадии начнется пластическая деформация рассматриваемого монокристалла металла с ГЦК решеткой?
 - б) почему при изменении направления оси растяжения изменяется количество систем скольжения?
 - в) почему изменяется значение предела текучести монокристалла металла с ГЦК решеткой при изменении направления оси растяжения? Когда наблюдаются максимальное и минимальное его значение и чем это обусловлено?
 - г) с какой стадии начинается пластическая деформация рассматриваемого монокристалла с ГЦК решеткой для предлагаемого варианта оси растяжения?

По снимкам дислокационной микроструктуры (предлагаются преподавателем) произвести расчет плотности дислокаций методом секущих и/или точечным методом и оценить их вклад в упрочнение металла.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. 1. Макро- и микроскопические дефекты металлических материалов: их наименование, классификация (по геометрическим признакам). 2. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами, частицами вторых фаз, границами зерен/субзерен. 3. Характеристики прочности и пластичности металлических материалов. Понятие конструктивной прочности сплавов. 4. Теоретическая прочность при сдвиге. 5. Механизмы упрочнения металлических материалов. 6. Деформация и упрочнение монокристаллов металлов и твердых растворов замещения и внедрения с различным типом кристаллической решетки (гранцентрированной, объёмноцентрированной и гексагональной). 7. Упорядоченные сплавы: структура их дислокаций, особенности деформации и упрочнения. 8. Приведенное напряжение сдвига. Закон Шмида-Боаса. 9. Особенности деформации и упрочнения поликристаллов. 10. Механизмы пластической деформации (скольжение, двойникование, сдвиговое полиморфное превращение). 11. Системы скольжения и двойникования в кристаллах с различным типом кристаллической решетки. 12. Сверхпластичность. 13. Ползучесть металлических кристаллов: кривая ползучести, факторы, влияющие на вид кривой ползучести. 14. Виды ползучести. 15. Характеристики явления ползучести (длительная прочность, жаропрочность, жаростойкость, долговечность, предел ползучести). 16. Способы повышения сопротивления ползучести. 17. Возврат и рекристаллизация (движущие силы процессов, как проявляются в изменении структуры и свойств сплавов). 18. Законы первичной рекристаллизации. 19. Динамические возврат и рекристаллизация. 20. Усталость. Разрушение при усталости. 21. Дислокационные модели зарождения микротрещин. 22. Критерий хрупкого разрушения Гриффитса. 23. Рост хрупких трещин. 24. Разрушение при ползучести и при усталости.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.