

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.05.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика прочности и пластичности
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)
Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 6 | Итого |
|--|------------|------------|
| Вид занятий | экзамен | |
| Лекции | 28 | 28 |
| Лабораторные | 14 | 14 |
| Практические | | |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | |
| Промежуточная аттестация | 0,35 | 0,35 |
| Контактная работа | 42,35 | 42,35 |
| Самостоятельная работа | 66 | 66 |
| Контроль | 35,65 | 35,65 |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.ф-м.н., Попова Л.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «__31__» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – научить будущих инженеров анализу связей между структурой, процессами деформации и разрушения и механическими свойствами металлов и сплавов для установления норм и выбора средств управления свойствами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: математика, общая физика и химия, сопротивление материалов, материаловедение, теория дефектов кристаллического строения, фазовое равновесие и структурообразование, кристаллография.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: "Инженерные методы управления качеством", "Методы исследования, контроля и испытания материалов", "Новые материалы и технологии", "Термическая обработка сталей", "Детали машин и основы конструирования", "Материалы и специальные покрытия».

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|---|--|
| способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6) | | Знать: физические модели дислокационного, твердорастворного, зернограницного, дисперсионного упрочнения, механизмы пластической деформации и разрушения; физическую сущность явлений, протекающих в материалах при различных способах внешнего воздействия, изменения микро- и субмикроструктуры в процессах нагружения, воздействия иных внешних факторов |
| | | Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями |
| | | Владеть: навыками использования на практике современных |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|--|
| | | представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействия с окружающей средой. |
| <p>способностью оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения (ПК-10)</p> | | <p>Знать: основные факторы, определяющие конструкционную прочность материалов, иметь представление о комплексе механических свойств, отражающем это обобщенное свойство; сертификационные методы испытания применяемые для оценки качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения.</p> <p>Уметь: оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения, распознавать физическую сущность процессов в технологиях обработки материалов, ориентироваться в существующих путях решения проблем прочности и разрушения; выбирать из числа существующих методов комплекс испытаний наиболее близкий к условиям эксплуатации материалов.</p> <p>Владеть: навыками оценивания качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения; навыками использования теоретической информации при решении конкретных задач диагностики материалов.</p> |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль1. | Лек 1 | Упругое поведение твердых тел. Модули упругости и их взаимное соотношение. Влияние различных факторов на модули упругости. Неупругость в упругой области(внутреннее трение) | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №1 |
| Модуль1. | Лек 2 | Общие положения ПД.Скольжение, как основной механизм пластической деформации. Системы скольжения. Фактор Тейлора. Двойникование, ссистемы двойникования Влияние легирования на величину ЭДУ и критическое напряжения двойникования. | 6 | 2 | | 2 | Вопросы к экзамену №2,3 |
| Модуль1. | Лаб.1 | Поверка испытательной машины, тарировка датчиков. Определение характеристик упругости | 6 | 2 | 10 | | Комплек заданий к лаб. 1 |
| Модуль1. | Лек3 | Стадийность (5 стадий) пластической деформации на примере ГЦК кристаллов: напряжение течения, коэффициент упрочнения, характерные особенности. | 6 | 2 | | 2 | Вопросы к экзамену №4,5 |
| Модуль1. | Лек.4 | Эволюция ДСС. Отличия деформации ГПУ и ОЦК кристаллов. Особенности диаграмм деформаций, связанных с различными эффектами. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №6 |
| Модуль1. | Лаб 2 | Испытание на растяжение. Определение основных характеристик прочности и пластичности | 6 | 2 | 14 | | Комплек заданий к лаб.2 |
| Модуль 2. | Лек 5 | Упрочнение легирующими элементами. Основные эффекты от легирования. Упрочнение атмосферами Коттрелла и Сузуки. Твердорастворное упрочнение. Теория Мота-Лабуша. Теории Флейшера и Сузуки. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №13,14 |
| Модуль 2. | Лек 6 | Теория деформационного старения. Динамическое деформационное старение. Ближний порядок. Параметры ближнего порядка. Упрочнение от | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №15 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|----------------------------|-----------------------------------|--|----------------|------------------|--------------|-----------------------|---|
| Модуль 2. | Лаб. 3 | Определение микротвердости. Изготовление микрошлифов. | 6 | 2 | 10 | | Комплек заданий к лаб.3 |
| Модуль 2. | Лек 7 | Упрочнение частицами вторичных фаз. Взаимодействие дислокаций с неперерезаемыми частицами. Модель Орована. Упрочнение при перерезании частиц вторичных фаз. Теория Келли. | 6 | 2 | | 2 | Вопросы к экзамену №16 |
| Модуль 2. | Лек 8 | Деформация поликристаллов, усложнение деформаций, критерий Мизеса. Макроскопический аспект. Микроскопический аспект ПД поликристаллов. Взаимодействие дислокаций с границами зерен. Движение границ. Закон Холла-Петча. Текстуры деформации. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №7,8 |
| Модуль 2. | Лаб.4 | Экспериментальное определение константы в законе Холла-Петча. Влияние ЭДУ на величину зернограницного упрочнения. | 6 | 2 | 14 | 2 | Комплек заданий к лаб.4 |
| Модули 1-2 | ПА | Промежуточная аттестация. | 6 | 0,35 | | | |
| Модуль 3. | Лек 9 | Классификации видов разрушения.. Теория Гриффитса. Квазихрупкое разрушение. Критическая интенсивность напряжений; напряжения и деформации в окрестности трещины. Модели зарождения микротрещин. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №19-21 |
| Модуль 3. | Лек.10 | Вязкое разрушение. Зарождение и распространение вязких трещин. Смешанное разрушение. Влияние температуры и скорости деформации на вязко-хрупкий переход. | 6 | 2 | | 2 | Вопросы к экзамену №22-24 |
| Модуль 3 | Лаб. 5 | Испытания на вязкость разрушения. Определение температур вязко-хрупкого перехода. | 6 | 2 | 14 | | Комплек заданий к лаб.5 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|----------------------------|-----------------------------------|---|----------------|------------------|--------------|-----------------------|---|
| Модуль 3 | Лек.11 | Влияние температуры, скорости деформации и других факторов на вязко-хрупкий переход. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №27-28 |
| Модуль 3 | Лаб.6 | Испытания на вязкость разрушения. Определение температур вязко-хрупкого перехода (часть 2) | 6 | 2 | 14 | | Комплек заданий к лаб.6 |
| Модуль 4 | Лек.12 | Возврат и рекристаллизация. Динамическая рекристаллизация. Карты процессов. Сверхпластичность. | 6 | 2 | | 2 | Вопросы к экзамену №17,18 |
| Модуль 4 | Лек.13 | Температурно-временные условия деформации и разрушения. Гомологические температуры и напряжения. Ползучесть и релаксация напряжений. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №24,25 |
| Модуль 4 | Лаб.7 | Испытания на ползучесть. Определение характеристик ползучести. | 6 | 2 | 14 | 2 | Комплек заданий к лаб.7 |
| Модуль 4 | Лек.14 | Механизмы ползучести и условия их проявления. Карты механизмов деформации и дислокационная структура при ползучести. Механические характеристики ползучести и длительной прочности. | 6 | 2 | | | Вопросы к экзамену №25,26 |
| Модули1-4 | Ср | Изучение специальной литературы, изучение материала по лекциям, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов. | 6 | 66 | | | |
| Модули1-4 | ББ | Посещаемость | 6 | | 10 | | |
| Модули1-4 | Контроль | Подготовка к экзамену. | 6 | 35,65 | | | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|--|---------|------------|----------------|----------------|--|
| Модули 1-4 | ИТ | Тест итоговый | 6 | | 100 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Итого: | | | | 144 | 100+100 | | |

Схема расчета итогового балла: Сумма баллов по всем учебным мероприятиям (текущий рейтинг), предусмотренным в курсе + Бонусные баллы (ББ)+баллы по результатам итогового теста (ИТ) и все делится на 2. ((ТР+ББ+ИТ)/2)

5. Образовательные технологии

При изучении курса «Физика прочности и пластичности» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов;
- технология балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов, включая тестирования как форму промежуточного контроля знаний студентов.
- информационные технологии (визуальные лекции с использованием презентационного метода обучения).
- интерактивные технологии – диалоговое обучение, использование метода обучения «мозговой штурм», использование элементов проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в лабораторных работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по экспериментальным и расчетным данным. Использование технологии развития критического мышления в форме лекций с элементами дискуссии, использование метода анализа конкретных ситуаций.

6. Методические указания по освоению дисциплины.

Лабораторный практикум по дисциплине «Физика прочности и пластичности» для направления подготовки бакалавров 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». – Тольятти: ТГУ, 2019. – 88 с.

Авторы: Д.Л. Мерсон, Л.И. Попова, А.А. Разуваев, Д.А. Болдырев, М.Н. Тюрков,

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|---|
| 6 | ПК-6 | Тестовые задания № 1-250 Вопросы к экзамену №1-16 |
| 6 | ПК-10 | Тестовые задания № 250-500 Вопросы к экзамену №17-27 |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий к лабораторной работе №1

Тема: «Поверка испытательной машины, тарировка датчиков. Определение характеристик упругости»»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б). Выполнить задания к лабораторной работе.

1.Провести тарировку датчика силы с помощью образцового динамометра.

2.Провести тарировку экстензометра.

3.По результатам измерений построить график зависимости между величиной силы F и абсолютной деформации Δl и показаниями вольтметра U .

4.При линейном характере этой зависимости определить тарировочный коэффициент, равный тангенсу угла наклона графика к оси напряжения α .

5.Определить максимальную нагрузку на образец с тем, чтобы она не превышала максимального усилия для датчика силы и предела пропорциональности для данного сплава.

6.Запустить программное обеспечение тензостанции. Определить показание АЦП по каналу измерения силы U_{F0} .

7.Нагрузить образец до значения U_{Fmax} с записью показаний АЦП в файл. Испытания повторить.

8.Рассчитать относительную деформацию и напряжение, построить диаграмму деформации.

9.Определить модуль Юнга.

В) Ответить на 2 контрольных вопроса преподавателя.

Вариант 1 (и еще 8 вариантов вопросов)

1.На чем основан статический метод определения модуля Юнга?

2. Как легирование влияет на модули упругости?

7.2.2. Комплект заданий к лабораторной работе №2

Тема: «Испытание на растяжение. Определение основных характеристик прочности и пластичности»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1.Получить образец. Измерить рабочую длину и площадь поперечного сечения. Указать марку материала и термическую обработку образца.

2. Провести испытания на одноосное растяжения до разрыва. Измерить конечную длину образца и площадь поперечного сечения в шейке.

3. Построить диаграмму растяжения по результатам измерений. Обработку результатов выполнять средствами программы Microsoft Excel.

4. Определить предел пропорциональности, предел текучести, временное сопротивление и истинное сопротивление разрыву. Рассчитать относительное удлинение и относительное сужение.

Б) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 8 вариантов)

1. Истинные напряжения рассчитывают как...

1. $\sigma = P/F_0$

2. $S = P/F_i$

4. $\sigma = dP/dF$

3. $S = \ln P/F_i$

1. Укажите математическое выражение, определяющее коэффициент упрочнения.

1. $\theta = d\sigma/d\varepsilon$

2. $\sigma = P/F_0$

3. $\theta = dP/dF$

4. $\theta = dP/dl$

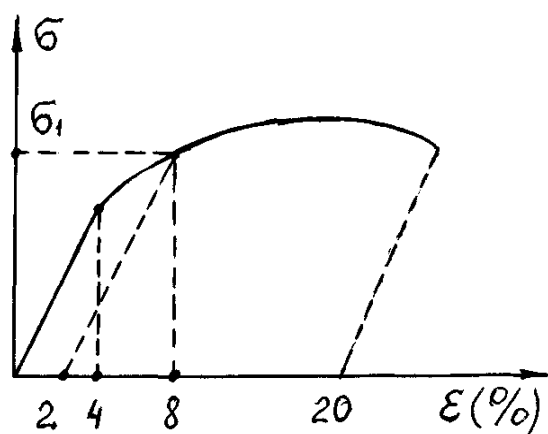
3. При испытании на растяжение образец нагрузили до напряжения σ_1 , после чего нагрузку сняли. Величина относительного удлинения образца (рис.) составляет:

1. 20%

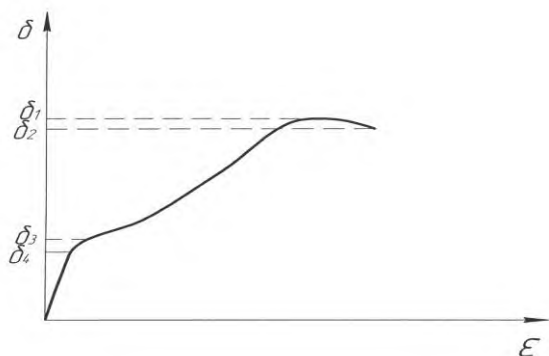
2. 8%

3. 4%

4. 2%



4. Определите величину напряжения соответствующую пределу прочности:



1. σ_1

2. σ_2

3. σ_3

4. σ_4

5. Относительное удлинение образца рассчитывается как:

1. $\delta\% = \Delta L / L_0 * 100\%$

2. $\varepsilon = \Delta L / L_0$

3. $\theta\% = \Delta\sigma / \varepsilon * 100\%$

4. $\sigma = F / S_0$

7.2.3. Комплект заданий к лабораторной работе №3

Тема: «Определение микротвердости. Изготовление микрошлифов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Вырезать и залить образец для изготовления микрошлифа.
2. Приготовить микрошлиф путем последовательного осуществления операций шлифования, полирования и травления.
3. Контроль качества изготовления микрошлифа провести методом оптической микроскопии. Получить фото, описать микроструктуру.
4. Провести измерения микротвердости готового шлифа. Данные по нагрузке и измерениям занести в таблицу.

| № | Р, Н | Первый отсчёт | Второй отсчёт | Длина диагонали отпечатка | | Микротвёрдость | |
|---|---------|------------------|------------------|------------------------------|-----|---------------------|-----|
| | | отсчёты | | отсчеты | мкм | кгс/мм ² | МПа |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

5. Сравнить экспериментальные данные со справочными значениями, соответствующими термической обработке и марки сплава для каждого образца.
6. Провести анализ соответствия микроструктуры и микротвердости образца указанной ТО.
7. Провести анализ способов упрочнения образцов.
8. Сделать выводы.

В) Ответить на 3 контрольных вопроса преподавателя.

Вариант 1 (и еще 8 вариантов вопросов)

1. Каково назначение метода измерения микротвердости?
2. Какой из способов упрочнения наиболее часто применяют для жаропрочных материалов?
3. Какие требования предъявляются к поверхности образца при измерении микротвёрдости?

7.2.4. Комплект заданий к лабораторной работе №4

Тема: «Экспериментальное определение константы в законе Холла-Петча.»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задание:

1. Назначить режимы термической обработки для стали Ст3 с целью формирования различного размера зерна.
2. Провести термическую обработку образцов.
3. Изготовить микрошлифы и определить размер зерна для исследуемых образцов.
4. Измерить твердость образцов стали.
5. Построить график зависимости $HB = f(d^{-1/2})$
6. Определить константу Холла-Петча.
7. По экспериментальным данным построить графики зависимости предела текучести от размера зерна для медных сплавов с различной ЭДУ.
8. Сделать вывод о влиянии ЭДУ на зернограницное упрочнение.

В) Выполнить 4 задания итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Термоактивируемым механизмом движения границ зерен является...
 1. Миграция границ
 2. Проскальзыванием границ
 3. Переползание ЗГД
 4. Поглощение дислокаций
2. С увеличением энергии дефектов упаковки коэффициент Петча...

1. Увеличивается
 2. Не изменяется
 3. Изменяется периодически
 4. Уменьшается
1. Понятие текстура означает...
1. преимущественную кристаллографическую ориентацию зерен
 2. Наличие неравноосных зерен
 3. Высокую дисперсность структуры
 4. Наличие равноосных зерен
4. Укажите причину усложнения деформаций в поликристаллах, по сравнению с монокристаллами.
1. Наличие полиморфизма
 2. Повышенная плотность дислокаций
 3. Меньший размер кристаллов
 4. Барьерный эффект границ зерен

7.2.5. Комплект заданий к лабораторной работе №5,6

Тема: «Испытания на вязкость разрушения»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

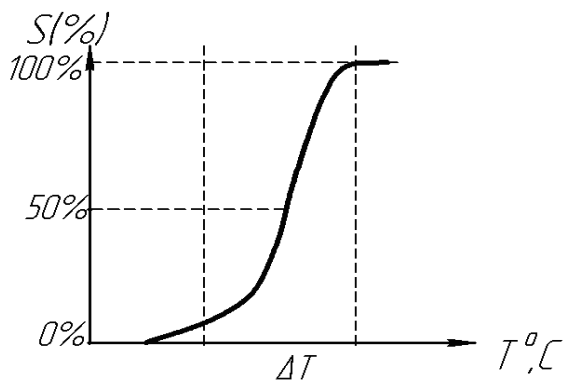
Б) Выполнить задание:

1. Получить комплект образцов с U- и V-образными надрезами.
2. Испытать образцы на ударную вязкость.
3. Построить график зависимости ударной вязкости от радиуса закругления концентрационного надреза.
4. Определить работу зарождения и распространения трещины по методу Гуляева.
5. Получить комплект образцов, прошедших испытания на ударную вязкость при различных температурах.
6. Измерить и рассчитать площади хрупких изломов образцов. Провести расчет площади вязких изломов для всех образцов.
7. Измерить величину губ среза.
8. Построить графики зависимости ударной вязкости, площади вязкого излома и величины губ среза от температуры испытаний.
9. Определить температуру вязко-хрупкого перехода различными методами. Проанализировать результаты. Сделать выводы.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Ударная вязкость KCU определяет:
 1. Удельную работу зарождения и распространения трещины.
 2. Удельную работу распространения трещины.
 3. Работу разрушения при динамических нагрузках.
 4. Работу пластической деформации при динамических нагрузках.
2. Укажите максимальное значение ударной вязкости при условии испытаний одного материала.
 1. KCV
 2. KCU
 3. HRC
 4. KCT
3. На рисунке представлен график зависимости:



1. ударной вязкости от температуры.
2. ударной вязкости от времени приложения нагрузки
3. площади вязкой составляющей в изломе от температуры
4. работы разрушения от температуры

4. Укажите формулу для расчета ударной вязкости:

1. $KC = K/F$
 2. $KC = P (H-h)$
 3. $KC = P/F$
 4. $KC = PL \cos \alpha$
5. С увеличением размера зерна ударная вязкость материала...
1. увеличивается
 2. уменьшается
 3. не изменяется
 4. изменяется периодически

7.2.6. Комплект заданий к лабораторной работе №7

Тема: «Испытания на ползучесть».

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задание:

1. Изучить действующий ГОСТ3248-81 «Металлы. Методы испытаний на ползучесть»
2. Получить экспериментальные данные у преподавателя для конкретной марки материала.
3. Построить первичные кривые ползучести в координатах «относительное удлинение-время»
4. Определить условный предел ползучести.
5. Построить графики зависимости времени достижения заданной деформации (общей или остаточной) от напряжения для серии постоянных температур. Оценить сопротивление ползучести.
6. Построить в логарифмическом масштабе кривые зависимости долговечности от напряжения для ряда температур. Определить предел длительной прочности, по заданию преподавателя, например для 1000ч при температуре 800⁰С (метод регламентирован ГОСТом10145—62).
7. Экспериментальные и расчетные данные представить в виде протокола, оформленного согласно ГОСТ.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Отношение температуры испытаний к температуре плавления сплава называют...
 1. сходственной температурой
 2. коэффициентом гомологичности
 3. гомологической температурой
 4. Физическим критерием отсчета
2. Наибольшее условное напряжение, при котором деформация на установившейся стадии ползучести достигает заданной величины за определенное время называют...
 1. Условным пределом прочности

2. Пределом длительной прочности
 3. Пределом ползучести
 4. Относительным пределом высокотемпературной прочности.
3. Отклонения от установившегося заданного температурного режима образца в любой точке его расчетной длины в течение всего испытания при температурах от 600 до 900° не должны превышать ...
1. 1°С
 2. 4°С
 3. 10°С
 4. 8°С
4. Механизм диффузионной ползучести реализуется в металлических сплавах при напряжениях...
1. $\tau/G < 10^{-4}$
 2. $10^{-4} < \tau/G < 10^{-2}$
 3. $10^{-2} < \tau/G$
 4. $\tau/G = 1$
5. Скорость деформации на стадии установившейся ползучести определяется как $d\varepsilon/dt = r/h$, где h-это...
1. скорость термического возврата
 2. скорость динамической релаксации
 3. скорость деформационного упрочнения
 4. время релаксации

Темы письменных работ (не предусмотрены)

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 6

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|----------|---|
| 1 | Упругое поведение твердых тел. Модули упругости. Влияние различных факторов на модули упругости. |
| 2 | Скольжение, как основной механизм пластической деформации. Системы скольжения. Макроскопический аспект деформации монокристаллов. Закон Шмида. Фактор Тейлора. |
| 3 | Двойникование, как механизм пластической деформации. Способы образования двойников. Системы двойникования. Особенности двойникования. Влияние легирования на величину ЭДУ и критическое напряжения двойникования. |
| 4 | Стадийность (5 стадий) пластической деформации на примере ГЦК кристаллов: напряжение течения, коэффициент упрочнения, характерные особенности. |
| 5 | Отличия деформации ГПУ и ОЦК кристаллов. Особенности диаграмм деформаций, связанных с различными эффектами. |
| 6 | Влияние статической нагрузки на формирование субмикроструктуры. Структурные уровни деформации. Понятие дислокационного ансамбля. Два основных пути эволюции ДСС |
| 7 | Деформация поликристаллов, усложнение деформаций, критерий Мизеса. Макроскопический аспект. |
| 8 | Микроскопический аспект ПД поликристаллов. Взаимодействие дислокаций с границами зерен. Влияние размера зерна на механические свойства сплавов, текстуры деформации. |
| 9 | Основные механизмы упрочнения и их классификация. Влияние температуры на различные факторы упрочнения. |
| 11 | Силы трения кристаллической решетки. Напряжение Пайерса-Набарро и его температурная зависимость. |
| 12 | Упрочнение дальнедействующими и близкодействующими полями напряжений (деформационное упрочнение). |
| 13 | Упрочнение легирующими элементами. Основные эффекты от легирования. Упрочнение атмосферами Коттрелла и Сузуки. |
| 14 | Твердорастворное упрочнение. Теория Мотта-Лабуша. Теории Флейшера и Сузуки. |
| 15 | Теория деформационного старения. Динамическое деформационное старение. Ближний порядок. Параметры ближнего порядка. |
| 16 | Упрочнение частицами вторичных фаз. Взаимодействие дислокаций с неперерезаемыми частицами. Модель Орована. Упрочнение при перерезании частиц вторичных фаз. Теория Келли. |
| 17 | Влияние температуры нагрева на свойства деформированных материалов. Возврат и рекристаллизация. Горячая и холодная ОМД. Динамическая рекристаллизация. Карты процессов. |
| 18 | Сверхпластичность. Виды и условия проявления. Области применения. |
| 19 | Классификации видов разрушения. Хрупкое разрушение. Теория Гриффитса |
| 20 | Критическая интенсивность напряжений; напряжения и деформации в окрестности трещины. Зарождение хрупкого разрушения, механизм зарождения трещин. |

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|------------------|--|
| | Распространение трещин при хрупком разрушении. |
| 21 | Вязкое разрушение. Типы вязкого разрушения. Зарождение и распространение вязких трещин. |
| 22 | Энергетический и силовой критерии разрушения, как показатели качества материалов. |
| 23 | Макро- и микростроение изломов, их происхождение. Качественные и количественные методы анализа элементов строения изломов и их использование для изучения процессов разрушения и качества материалов. |
| 24 | Динамические испытания. Схемы и образцы. Методика определения ударной вязкости. Оценка склонности к хрупкому разрушению и хладноломкости по результатам ударных испытаний. Влияние температуры и скорости деформации на вязко-хрупкий переход. |
| 25 | Температурно-временные условия деформации и разрушения. Гомологические температуры и напряжения. Ползучесть и релаксация напряжений. |
| 26 | Механизмы ползучести и условия их проявления. Карты механизмов деформации и дислокационная структура при ползучести. |
| 27 | Диаграммы низкотемпературной и высокотемпературной ползучести. Испытания на ползучесть, определение механических характеристик ползучести и длительной прочности. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|----------------------------------|
| 6 | экзамен | «отлично» | Сумма баллов от 80 и более. |
| | | «хорошо» | Сумма баллов от 60 до 79 баллов. |
| | | «удовлетворительно» | Сумма баллов от 40 до 59 баллов |
| | | «неудовлетворительно» | Сумма баллов менее 40 балла. |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|-----------------------------------|---|---|-------------|---|
| 1 | И.К.Кириллова | Конструкционные материалы. Их свойства и применение.[Электронный ресурс] | Учебное пособие. | 2016 | ЭБС "IPRbooks" |
| 2 | А.М. Адаскин, А.Н. Красновский | Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов [Электронный ресурс] | Учебник | 2017 | ЭБС "Znanium.com" |
| 2 | В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова | Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2016 | ЭБС "Znanium.com" |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---|---|---|-------------|---|
| 1 | Третьяков А. Ф. | Материаловедение и технологии обработки материалов. | Учебное пособие | 2014 | 5 |
| 2 | Г.В. Клевцов, Н.А. Клевцова, О.А. Фролова | Физика и механика разрушения [Электронный ресурс] | Электронный учебник | 2014 | Репозиторий ТГУ |
| 3 | Ю.П. Солнцев, | Специальные материалы в | Учебник | 2014 | ЭБС |

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------|---|
| | Е. И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен | машиностроении [Электронный ресурс] | | | "IPRbooks" |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.magtu.ru>
- «Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки», <http://science.samgtu.ru/node/31>
- «Литьё и металлургия» <http://lim.bntu.by>
- «Технология металлов» <http://www.nait.ru>
- «Перспективные материалы» <http://www.j-pm.ru>

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|----------|--|---|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно; контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно; |
| 2 | Office Standart: Office Standart 2016 Russian | договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно; контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно; |
| 3 | Mirapolis Human Capital Management | договор № 42/02/22 - К от 02.02.2022 до 31.08.2022 |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|---|
| 1 | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214 | Столы ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная |
| 2 | Лаборатория «Металлография». Учебная аудитория для проведения | Стол преподавательский, стол ы ученические двухместные, стулья, доска |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|--|
| | лабораторных работ.Е-203 | аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические. |
| 3 | Лаборатория "Термообработка материалов" Учебная аудитория для проведения лабораторных работ.Е-105 | Стол�ы ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401 | Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет |
| 5 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409 | Стол�ы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя. |