

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт Технологий и инженерной механики  
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

Института Технологий и инженерной  
механики

 Могильная Е.П.  
(подпись)

« 18 » 04 2023 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ»**

По направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профили: «Материаловедение в машиностроении»

«Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

**Луганск – 2023**

## Лист согласования РПУД

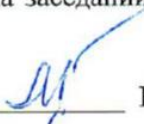
Рабочая программа учебной дисциплины «Механические свойства материалов» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 31 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Механические свойства материалов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.


Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующая кафедрой материаловедения \_\_\_\_\_  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_  Ясунник С.Н.

© Рябичева Л.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – научить бакалавров анализировать связи между структурой, процессами деформации и разрушения материалов для управления их механическими свойствами. Обучить выбору методов испытания и определению механических свойств материалов.

Задачи:

- изучить теоретические основы поведения материалов при определении механических свойств;
- изучить методы определения упругих, пластических свойств материалов;
- выполнять анализ связи между химическим составом, структурой и механическими свойствами материала.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Механические свойства материалов» относится к обязательной части модуля профессиональных дисциплин подготовки бакалавров. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания дифференциального и интегрального исчисления, умения определить физический смысл полученных механических свойств и навыки расчета показателей механических свойств, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Механика материалов и основы конструирования», «Физика конденсированного состояния» и служит основой для освоения дисциплин «Теория и технология термической и химико-термической обработки», «Теория и технология композиционных материалов», «Теория и технология порошковых материалов», «Теория и технология нанесения покрытий».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

| Код и наименование компетенции   | Индикаторы достижений компетенции<br>(по реализуемой дисциплине)  | Перечень планируемых результатов  |
|--|---|---|
| <b>ОПК-2.</b><br>Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений | <b>ОПК-2.1.</b><br>Обладает знаниями современного инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем при решении поставленных задач технического проектирования | знать: современный инструментарий при решении технических задач проектирования материалов;<br>уметь: использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы;<br>владеть: подходами и методами технического проектирования. |
|  | <b>ОПК-2.2.</b><br>Выбирает и применяет рациональные методы и инструменты для технических объектов, систем и техноло-   | знать: рациональные методы и инструменты для технических объектов<br>уметь: применять рациональные методы и инструменты для   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>гических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений</p>  | <p>технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических</p> <p>владеть: мировым и российским опытом рациональных методов и инструментов для технических объектов, систем и технологических процессов</p>   |
|   | <p><b>ОПК-2.3.</b><br/>Проводит аналитическое исследование закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p> | <p>знать: закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p> <p>уметь: использовать закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p> <p>владеть: закономерностями поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p> |
| <p><b>ПК-4.</b><br/>Способен обеспечивать функционирование системы управления качеством термического производства</p> | <p><b>ПК-4.1.</b><br/>Участствует в выполнении инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p>   | <p>знать: методологию инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> <p>уметь:</p> <p>выполнить инспекционный контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> <p>владеть:</p> <p>навыками инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p>  |
|   | <p><b>ПК-4.2.</b><br/>Участствует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства</p>  | <p>знать: методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производства</p> <p>уметь: использовать методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производства;</p> <p>владеть: методиками управления качеством изделий в сложных процессах термического производства</p>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p><b>ПК-4.3.</b><br/>Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> | <p>знать: методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> <p>уметь: разрабатывать методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> <p>владеть: навыками использования методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> |
|--|--|--|

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы  | Объем часов (зач. ед.)    |                           |
|---|---------------------------|---------------------------|
|   | Очная форма               | Заочная форма             |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>   | <b>144</b><br>(4 зач. ед) | <b>144</b><br>(4 зач. ед) |
| <b>Обязательная контактная работа (всего)</b><br><b>в том числе:</b>  | <b>85</b>                 | <b>16</b>                 |
| Лекции  | 51                        | 8                         |
| Семинарские занятия   | -                         | -                         |
| Практические занятия  | 17                        | 4                         |
| Лабораторные работы   | 17                        | 4                         |
| Курсовая работа   | 36                        | 36                        |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> ) | -                         | -                         |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>  | <b>23</b>                 | <b>128</b>                |
| Форма аттестации  | экзамен                   | экзамен                   |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Общая характеристика механических испытаний

Вводная лекция. Цели и задачи дисциплины. Общие понятия и определения. Классификация механических испытаний. Условия подбора механических испытаний. Статистическая обработка экспериментальных данных.

#### Тема 2. Основные понятия о напряжениях и деформациях

Напряжение. Нормальные и касательные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Тензор напряжений. Условное и истинное напряжения. Деформация. Абсолютная и относительная деформация. Виды деформированного состояния. Условная и истинная деформация. Упругая и пластическая деформация, разрушение. Упругая деформация. За-

кон Гука. Элементарная и общая формы закона Гука. Константы упругости моно- и поликристаллов. Пластическая деформация. Диаграммы деформации. Скольжение в процессе пластической деформации. Механизмы пластической деформации. Пластическая деформация монокристаллов. Пластическая деформация поликристаллов.

**Тема 3.** Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения

Понятие о дислокациях. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргера. Движение дислокаций. Энергия дислокаций. Пересечение дислокаций. Взаимодействие дислокаций друг с другом, с точечными дефектами, с дисперсными частицами, с границами зерен. Пластическая деформация и упрочнение с позиций теории дислокаций. Типы разрушения. Зарождение и распространение трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хладноломкость. Схемы объяснения хрупкого и вязкого состояния металлов. Диаграмма механического состояния Я.Б. Фридмана. Факторы, влияющие на механические свойства металлов. Классификация факторов, влияющих на механические свойства металлических материалов. Влияние скорости и температуры нагружения. Металлургические, технологические, конструкционные, эксплуатационные факторы. Влияние окружающей среды на механические свойства.

**Тема 4.** Статические испытания материалов

Испытания на растяжение. Характеристики сопротивления упругим и малым пластическим деформациям, значительным пластическим деформациям, сопротивлениям разрушению, характеристики пластичности. Локализация деформации (в шейке). Образцы для испытания на растяжение. Машины для испытания на растяжение. Испытания на сжатие, его особенности и область применения. Образцы и машины для испытаний на сжатие. Испытание на изгиб. Схемы нагружения при испытаниях на изгиб. Напряжения и деформация при изгибе. Испытание на кручение. Особенности и область применения. Образцы и машины для испытаний на кручение. Испытание на изгиб. Схемы нагружения при испытаниях на изгиб. Влияние состава, структуры, обработки на механические свойства

**Тема 5.** Динамические испытания материалов

Виды динамических испытаний. Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам. Назначение, методика, образцы для испытаний на ударную вязкость. Оборудование для испытаний на ударную вязкость.

**Тема 6.** Специальные виды испытаний

Классификация методов измерения твердости. Измерение твердости вдавливанием. Методика, условия, особенности, границы применения измерения твердости по Бринелю, Роквеллу, Виккерсу. Измерение микротвердо-

сти. Связь твердости с другими механическими характеристиками. Влияние температуры на характеристики прочности и пластичности металлов.

Ползучесть, виды ползучести. Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузок. Методы оценки сопротивления ползучести. Испытания на ползучесть. Способы повышения сопротивления ползучести. Сущность явления усталости, его практическое значение. Характеристика циклов нагружения. Предел выносливости и кривые выносливости. Влияние характера нагрузки, частоты, перерывов, перегрузок и недогрузок на сопротивление усталостному разрушению. Испытания на усталость. Испытания на износ.

#### **Тема 7. Технологические испытания**

Виды технологических испытаний, ГОСТы, образцы, методики, оборудование, применение результатов испытаний.

#### **Тема 8. Конструкционная прочность материалов**

Общие положения. Связь механических свойств с условиями работы материала. Характеристика конструкционной прочности и критерий оценки. Оценка однородности и стандартности материала. Методы повышения конструкционной прочности. Оценка основных механических свойств материалов при теоретических исследованиях.

### **4.3. Лекции**

| № п/п         | Название темы   | Объем часов |               |
|---------------|---|-------------|---------------|
|               |   | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Общая характеристика механических испытаний                                   | 4           | 1             |
| 2             | Основные понятия о напряжениях и деформациях                                  | 6           | 1             |
| 3             | Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения | 6           | 1             |
| 4             | Статические испытания материалов  | 7           | 1             |
| 5             | Динамические испытания материалов   | 7           | 1             |
| 6             | Специальные виды испытаний  | 7           | 1             |
| 7             | Технологические испытания   | 7           | 1             |
| 8             | Конструкционная прочность материалов  | 7           | 1             |
| <b>Итого:</b> |   | <b>51</b>   | <b>8</b>      |

#### 4.4. Практические занятия

| № п/п         | Название темы                                       | Объем часов |               |
|---------------|---|-------------|---------------|
|               |   | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Напряжения и деформации                             | 2           |               |
| 2             | Механические схемы испытаний                        | 2           | 2             |
| 3             | Упругие свойства и неполная упругость металлов      | 2           |               |
| 4             | Пластическая деформация и деформационное упрочнение | 2           |               |
| 5             | Разрушение  | 2           |               |
| 6             | Твердость   | 2           |               |
| 7             | Механические свойства при статических испытаниях    | 3           | 2             |
| 8             | Жаропрочность                                       | 2           |               |
| <b>Итого:</b> |   | <b>17</b>   | <b>4</b>      |

#### 4.5. Лабораторные работы

| № п/п         | Название темы   | Объем часов |               |
|---------------|---|-------------|---------------|
|               |   | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Определение твердости по Бринеллю и Роквеллу  | 2           | 1             |
| 2             | Определение микротвердости  | 2           | 1             |
| 3             | Определение механических характеристик упругой деформации при испытании на растяжение.      | 2           | 1             |
| 4             | Определение механических характеристик пластической деформации при испытании на растяжение. | 2           | 1             |
| 5             | Построение кривой упрочнения при испытании на растяжение                                    | 2           |               |
| 6             | Определение механических характеристик пластической деформации при испытании на сжатие      | 2           |               |
| 7             | Определение ударной вязкости  | 2           |               |
| 8             | Технологические испытания материалов  | 3           |               |
| <b>Итого:</b> |   | <b>17</b>   | <b>4</b>      |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы                                | Вид СРС                        | Объем часов |               |
|-------|--|--------------------------------|-------------|---------------|
|       |  |                                | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Общая характеристика механических испытаний. | Изучение лекционного материала | 2           |               |
| 2     | Основные понятия о напряже-                  | Подготовка к практиче-         | 2           |               |



|               |   |   |           |            |
|---------------|---|---|-----------|------------|
|               | ниях и деформациях  | скому занятию №1, № 2. Выполнение курсовой работы   |           |            |
| 3             | Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения         | Подготовка к практическому занятию №3   | 3         |            |
| 4             | Статические испытания материалов  | Подготовка к практическому занятию №4, к лаб. р-там, №3, 4, 5. Выполнение курсовой работы | 4         |            |
| 5             | Выбор метода испытаний согласно условиям работы материала                             | Выполнение курсовой работы  | 4         |            |
| 6             | Динамические испытания материалов   | Подготовка к лаб. р-там, №6, Выполнение курсовой работы                                   | 4         |            |
| 7             | Специальные виды испытаний  | Подготовка к практическому занятию №6, к лаб. р-там №6, 7                                 | 4         |            |
| 8             | Анализ результатов расчета, построение кривых, оформление записки и графической части | Выполнение курсовой работы  | 4         |            |
| <b>Итого:</b> |   |   | <b>23</b> | <b>128</b> |

**4.7. Курсовая работа** по дисциплине «Механические свойства материалов» предусмотрена учебным планом.

Тема курсовой работы: «Разработка методики контроля механических свойств материала в условиях действия нагрузок». Структура курсовой работы:

1. определение химического состава в соответствии с ГОСТ;
2. определение механических свойств материала в состоянии поставки;
3. определение назначения материала и условий работы;
4. выбор метода оценки качества материала и определение ГОСТ для оценки механических свойств;
5. разработка механической схемы испытания материала;
6. разработка метода отбора образцов и обоснование формы и размеров образца для испытания;
7. выбор оборудования и аппаратуры для проведения испытания;
8. разработка методики подготовки образца к испытанию и методики проведения испытания;
9. Расчет показателей механических свойств в соответствие с выбранным испытанием материала;
10. определение структурных составляющих материала;
11. анализ характера изменения механических свойств при испытании и рекомендации к применению данного материала.

## **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Рябичева Л.А. Механические свойства и конструкционная прочность материалов. Учебное пособие. Луганск, изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 324 с.
2. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. Учебник для вузов. М.: МИСИС, 1998. – 400 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Фридман Я. Б. Механические свойства металлов. Т. I, II. 3 изд. М.: Машиностроение, 1974. – 840 с.

### **в) методические рекомендации:**

1. Методические рекомендации к выполнению курсовой работы по дисциплине «Механические свойства материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2018.
2. Методические рекомендации к выполнению практических занятий по дисциплине «Механические свойства материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2018.
3. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Механические свойства материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2018. 24 с.

### **г) интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>  
ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

## **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Реализация программы дисциплины требует наличия аудиторий и лабораторий.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (мультимедиа проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия: твердомеры, испытательные машины, комплекты оснастки, измерительный инструмент.

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов по количеству обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение | Ссылки   |
|---------------------------|------------------------------------|--|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                 | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a> |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                       | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                             |
| Браузер                   | Firefox Mozilla                    | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>  |
| Браузер                   | Opera                              | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>  |

|                      |                                       |   |
|----------------------|---------------------------------------|---|
| Почтовый клиент      | Mozilla Thunderbird                   | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>   |
| Файл-менеджер        | Far Manager                           | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>   |
| Архиватор            | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>   |
| Графический редактор | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF         | PDFCreator                            | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>   |
| Аудиоплеер           | VLC                                   | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>   |

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Механические свойства материалов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции   | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)  | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики  | Этапы формирования (семестр изучения) |
|-------|--------------------------------|---|--|---|---------------------------------------|
| 1.    | <b>ОПК-2</b>                   | Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений | <b>ОПК-2.1.</b><br>Обладает знаниями современного инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем при решении поставленных задач технического | Тема 1.<br>Общая характеристика механических испытаний.<br>Тема 8.<br>Конструкционная прочность материала | 5                                     |

|    |             |   |   |   |   |
|----|-------------|---|---|---|---|
|    |             |   | <p><b>ОПК-2.2.</b><br/>Выбирает и применяет рациональные методы и инструменты для технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, и социальных ограничений</p>   | <p>Тема 2.<br/>Основные понятия о напряжениях и деформациях<br/>Тема 3.<br/>Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения</p>   | 5 |
|    |             |   | <p><b>ОПК-2.3.</b><br/>Проводит аналитическое исследование закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p> | <p>Тема 2.<br/>Основные понятия о напряжениях и деформациях</p>   | 5 |
| 2. | <b>ПК-4</b> | Способен обеспечивать функционирование системы управления качеством термического производства | <p><b>ПК-4.1.</b><br/>Участствует в выполнении инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p>   | <p>Тема 4.<br/>Статические испытания материалов</p>   | 5 |
|    |             |   | <p><b>ПК-4.2.</b><br/>Участствует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства</p>  | <p>Тема 5.<br/>Динамические испытания материалов<br/>Виды динамических испытаний.<br/>Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам.<br/>Назначение, методика, образцы для испытаний на ударную вязкость. Оборудование для испытаний на удар-</p> | 5 |

|  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|---|---|
|  |  |  |  | ную вязкость.<br>Тема 8.<br>Конструкционная прочность материалов  |   |
|  |  |  | <b>ПК-4.3.</b><br>Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства | Тема 6.<br>Специальные виды испытаний<br>Тема 7.<br>Технологические испытания<br>Виды технологических испытаний, ГОСТы, образцы, методики, оборудование, применение результатов испытаний | 5 |

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код контролируемой компетенции   | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)   | Перечень планируемых результатов  | Контролируемые темы учебной дисциплины  | Наименование оценочного средства  |
|-------|--|---|---|---|---|
| 1.    | <b>ОПК-2.</b><br>Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений | <b>ОПК-2.1.</b><br>Обладает знаниями современного инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем при решении поставленных задач технического проектирования | знать: современный инструментарий при решении технических задач проектирования материалов;<br>уметь: использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы;<br>владеть: подходами и методами технического проектирования. | Тема 1.<br>Общая характеристика механических испытаний.<br>Тема 8.<br>Конструкционная прочность материала | Вопросы для сдачи практических занятий и лабораторных работ, курсовых работ |

|  |  |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|--|
|  |  | <p><b>ОПК-2.2.</b><br/>Выбирает и применяет рациональные методы и инструменты для технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений</p> | <p>знать: рациональные методы и инструменты для технических объектов<br/>уметь: применять рациональные методы и инструменты для технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических<br/>владеть: мировым и российским опытом рациональных методов и инструментов для технических объектов, систем и технологических процессов</p> | <p>Тема 2.<br/>Основные понятия о напряжениях и деформациях<br/>Тема 3.<br/>Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения</p> | <p>Вопросы для сдачи практических занятий и лабораторных работ, курсовых работ</p> |
|  |  | <p><b>ОПК-2.3.</b><br/>Проводит аналитическое исследование закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p>             | <p>знать: закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем<br/>уметь: использовать закономерности поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p>   | <p>Тема 2.<br/>Основные понятия о напряжениях и деформациях</p>   | <p>Вопросы для сдачи практических занятий и лабораторных работ, курсовых работ</p> |

|    |   |   |  |  |  |
|----|---|---|--|--|--|
|    |   |   | <p>владеть: закономерностями поведения экономических субъектов с использованием современного инструментария, программных и информационных систем</p>   |  |  |
| 2. | <p><b>ПК-4.</b><br/>Способен обеспечивать функционирование системы управления качеством термического производства</p> | <p><b>ПК-4.1.</b><br/>Участствует в выполнении инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> | <p>знать: методологию инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> <p>уметь: выполнить инспекционный контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> <p>владеть:<br/>навыками инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> | <p>Тема 4.<br/>Статические испытания материалов</p> <p>Тема 8.<br/>Конструкционная прочность материала</p> | <p>Вопросы для сдачи практических занятий и лабораторных работ, курсовых работ</p> |



|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | <p><b>ПК-4.2.</b><br/>Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства</p>   | <p>знать: методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производства<br/>уметь: использовать методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производства;<br/>владеть: методиками управления качеством изделий в сложных процессах термического производства</p>  | <p>Тема 5.<br/>Динамические испытания материалов<br/>Виды динамических испытаний.<br/>Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам.<br/>Назначение, методика, образцы для испытаний на ударную вязкость. Оборудование для испытаний на ударную вязкость.<br/>Тема 8.<br/>Конструкционная прочность материалов</p> | <p>Вопросы для сдачи практических занятий и лабораторных работ, курсовых работ</p> |
|  |  | <p><b>ПК-4.3.</b><br/>Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> | <p>знать: методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства<br/>уметь: разрабатывать методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства<br/>владеть: навыками использования методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> | <p>Тема 6.<br/>Специальные виды испытаний<br/>Тема 7.<br/>Технологические испытания<br/>Виды технологических испытаний, ГОСТы, образцы, методика, оборудование, применение результатов испытаний.</p>  | <p>Вопросы для сдачи практических занятий и лабораторных работ, курсовых работ</p> |

## Задания для практических занятий

### Занятие 1. НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ

Из условий постоянства объема при пластической деформации найдите связь между истинным удлинением  $\epsilon$ , условным относительным удлинением  $\delta$  и условным относительным сужением  $\psi$  в области равномерной деформации, т.е. пока величина относительных изменений размеров во всех точках рабочей части образца одинакова.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют напряжением?
2. Назовите виды напряжений.
3. Какова размерность напряжений?
4. Как называются условия, обеспечивающие постоянство и сопоставимость результатов.
5. Назовите характеристики напряженного состояния.
6. Для чего используют тензор напряжений?
7. Какие напряжения способствуют проявлению пластичности?
8. В чем заключается условие механического подобия?
9. Какие деформации вызывают касательные напряжения?
10. Какие напряжения имеют физический смысл истинные или условные?

### Занятие 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИСПЫТАНИЙ

По полученным данным выполнить следующее задание:

- 1) изобразить механическую схему деформации испытания;
- 2) подобрать вид испытания образцов с выбранной механической схемой деформации;
- 3) определить коэффициент мягкости и жесткости;
- 4) дать качественную оценку характера испытания.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните схему линейного напряженного состояния. Приведите примеры.
2. Объясните схему плоского напряженного состояния. Приведите примеры.
3. Объясните схему объемного напряженного состояния. Приведите примеры.
4. Объясните схему линейного деформированного состояния. Приведите примеры.
5. Объясните схему плоского деформированного состояния. Приведите примеры.
6. Объясните схему объемного деформированного состояния. Приведите примеры.
7. Что характеризует механическая схема испытания?
8. Какие Вы знаете механические схемы испытания?
9. Что такое коэффициент мягкости? Его физический смысл.
10. Что такое коэффициент жесткости? Его физический смысл.
11. Как определить коэффициент мягкости? Какие характеристики напряженно-деформированного состояния нужны для его определения?
12. Как определить коэффициент жесткости? Какие характеристики напряженно-деформированного состояния нужны для его определения?

### Занятие 3. УПРУГИЕ СВОЙСТВА И НЕПОЛНАЯ УПРУГОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Задание. По результатам исходных данных постройте графики зависимости модуля нормальной упругости от температуры и концентрации легирующих элементов.

Проанализируйте полученные зависимости и оцените влияния температуры и легирования на модуль нормальной упругости.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая деформация называется упругой?

2. Каким законом описывается поведение металла при упругой деформации?
3. Какие существуют константы упругости?
4. По результатам каких испытаний можно определить константы упругости?
5. В чем состоит механизм упругой деформации?
6. Зависит ли величина констант упругости от скорости нагружения?
7. Какие явления неполной упругости вы знаете?
8. Что служит причинами внутреннего трения?
9. Практическое использование величины внутреннего трения
10. Чем обусловлена в сплавах большая способность гасить колебания?

#### **Занятие 4. ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ**

Задание. Оцените влияние энергии дефектов упаковки на деформационное упрочнение хромоникельмарганцевой и хромоникелевой сталей на основании приведенных данных, и сделайте вывод о том, какая сталь наиболее интенсивно упрочняется при деформации. По результатам анализа расшифруйте в таблице 1 сталь X1 и сталь X2.

Постройте графическую зависимость временного сопротивления разрыву от степени деформации по таблице 1, и охарактеризуйте ее.

##### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Объясните механизм скольжения монокристалла.
2. Объясните механизм двойникования монокристалла.
3. Что такое плоскости скольжения?
4. Что такое плоскости двойникования?
5. Сущность закона Шмида? При каких условиях он соблюдается?
6. Что понимают под критическим приведенным напряжением сдвига?
7. Объясните механизм межкристаллитной деформации.
8. Объясните механизм внутрикристаллитной деформации.
9. Что такое предел текучести?
10. Что такое полосчатость текстура деформации? Условия их появления.
11. Что такое упрочнение металла?
12. Назовите особенности кривых деформационного упрочнения металлов с большой величиной энергии дефектов упаковки.
13. В чем заключаются процессы термического возврата и как они влияют на деформационное упрочнение?
14. Назовите особенности пластической деформации двойникованием.
15. Назовите особенности пластической деформации скольжением.
16. Что такое система скольжения?
17. Приведите особенности деформационного упрочнения при температурах теплой деформации.

#### **Занятие 5. РАЗРУШЕНИЕ**

Установите, каким путем происходит разрушение образца после растяжения, и заполните таблицу 1.

Приведите примеры материалов, в которых, как правило, наблюдаются каждый из видов разрушения.

##### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какой процесс называют разрушением?
2. Назовите виды разрушения.
3. Перечислите этапы разрушения на стадии развития трещины.

4. На какой стадии развития трещины допускает эксплуатацию принцип «безопасного повреждения»?
5. Какие параметры могут быть использованы для оценки вязкости материала?
6. Как связаны критическая длина трещины  $l_{кр}$  и соответствующее ей растягивающее напряжение  $\sigma$  ?
7. Как зависит склонность к хрупкому разрушению от температуры?
8. В каком случае при нагружении после достижения предела текучести разрушению будет предшествовать значительная пластическая деформация?
9. Какие материалы называются хладноломкими?
10. Какие способы снижения температуры хрупко-вязкого перехода существуют?

### **Занятие 6. ТВЕРДОСТЬ**

Задание. Рассчитайте среднее значение, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации результатов замера твердости HRC образцов из легированной стали по данным таблицы 2.

Полученные средние значения твердости HRC переведите в твердость HB.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какое свойство называется твердостью?
2. Какие методы измерения твердости существуют?
3. Как связано число твердости с другими механическими свойствами?
4. Какие существуют методы определения твердости, в которых используется статическое вдавливание индентора?
5. Какая величина больше HRC или HRA при определении их на одном образце? Почему?
6. Каким методом можно определить твердость отдельных структурных составляющих?
7. Как проверяют правильность показаний твердомеров?
8. В чем заключается метод измерения твердости царапанием?
9. Как, зная значение твердости по Бринеллю, перевести в число твердости по Виккерсу или Роквеллу?

### **Занятие 7. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ**

Задание. Рассчитайте степень деформации и постройте графические зависимости предела прочности, относительного удлинения, относительного сужения, числа гибов и числа скручиваний от степени деформации используя данные таблицы 1.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В каких случаях применяют статические испытания на сжатие, и какие механические свойства определяют по результатам этих испытаний?
2. В каких случаях применяют испытания на статический изгиб, и какие механические свойства определяют по результатам этих испытаний?
3. Как определяется нагрузка  $P_{0,2}$ , соответствующая условному пределу текучести?
4. В каких статических испытаниях можно, а в каких нельзя довести до разрушения любой материал?
5. Почему испытания на растяжение наиболее широко распространены по сравнению с другими видами испытаний?
6. Что такое условный предел текучести и как он определяется с использованием первичной диаграммы растяжения?
7. Какие характеристики пластичности и как определяют по результатам испытаний на растяжение?

8. Что такое предел пропорциональности и как он определяется с использованием первичной диаграммы растяжения?
9. В чем преимущества и недостатки  $\delta$  и  $\psi$  как характеристик предельной пластичности?
10. Как выбирают диапазон нагрузок при испытаниях на растяжение?
11. Что такое временное сопротивление и как его определяют с использованием первичной диаграммы растяжения?

### **Занятие 8. ЖАРОПРОЧНОСТЬ**

Задание. Постройте кривые ползучести сталей согласно данных таблицы 1.

Определите предел ползучести.

Определите влияние химического состава на кривые ползучести сталей.

Проведите анализ полученных результатов.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое ползучесть? Виды ползучести.
2. Что такое предел ползучести? Обозначение. Единицы измерений.
3. Что понимают под жаропрочностью? Характеристики жаропрочности.
4. В чем заключается основное отличие высокотемпературной ползучести от низкотемпературной?
5. Чем обусловлено повышение характеристик жаропрочности при переходе от чистых металлов к сплавам?
6. Что такое предел длительной прочности? Преимущество этой характеристики по сравнению с пределом ползучести.
7. Основные факторы, определяющие механизм деформации при ползучести и величину скорости ползучести.
8. Как проявляется масштабный фактор в испытаниях на длительную прочность? Дайте соответствующие пояснения.
9. Что такое релаксация напряжений? Механизм релаксации.
10. Какие основные требования предъявляют к структуре жаропрочных сплавов? Дайте соответствующие пояснения.

#### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практические занятия»**

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерии оценивания   |
|---------------------------------------|---|
| отлично (5)                           | Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями |
| хорошо (4)                            | Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы                                  |
| удовлетворительно (3)                 | Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач  |
| неудовлетворительно (2)               | Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усво-   |

|  |                           |
|--|---------------------------|
|  | енного учебного материала |
|--|---------------------------|

### **Тема и задание курсовой работы:**

Тема: Разработка методики контроля механических свойств материала в условиях действия нагрузок.

Преподавателем выдаются различные марки материала и условия их работы. Необходимо выбрать метод испытания, разработать методику его проведения.

Задание:

1. Анализ условий работы материала, анализ схемы напряженно-деформированного состояния, ГОСТ на материал, характеристика.
2. Выбор метода испытания материала и описание этого метода.
3. Выбор испытательного оборудования.
4. Разработка методики испытания.
5. Расчет характеристик механических свойств.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «курсовая работа»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|---------------------------------------|---|
| отлично (5)                           | В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; в полном объеме раскрыты вопросы теоретической и практической части работы; отсутствуют ошибки, неточности, несоответствия в изложении разделов; сделаны верные выводы; высокое качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки; уверенная защита.   |
| хорошо (4)                            | В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; наличие небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов; верные выводы; хорошее качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки.   |
| удовлетворительно (3)                 | В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; недостаточно полно раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов; недостаточно глубокий анализ результатов; небрежное оформление; представление курсовой работы в поздние сроки; ошибки и неточности в ходе защиты. |
| неудовлетворительно (2)               | В курсовой работе содержание не соответствует заявленной теме; не раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов; отсутствие анализа результатов; низкое качество оформления; представление в поздние сроки; грубые ошибки в ходе защиты.   |

## Задания для лабораторных работ

### Лабораторная работа № 1. Характеристика напряженно-деформированного состояния

Цель: изучить параметры напряженно-деформированного состояния и механические схемы деформаций при испытании металлов.

Задание. изобразить механическую схему деформации, записать в общем виде тензор напряжений и тензор деформаций в системе главных осей с учетом закона парности.

Выбрать направляющие косинусы площадок действия главных нормальных и главных касательных напряжений, и деформаций.

Рассчитать величину нормального напряжения и по аналогии величину линейной деформации.

Рассчитать величину касательного напряжения и по аналогии величину сдвиговой деформации.

Рассчитать величину максимального касательного напряжения.

Рассчитать величину главных касательных напряжений и по аналогии величину главных сдвиговых деформаций.

Рассчитать относительное удлинение (укорочение) и истинную относительную деформацию.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое напряжение? В каких единицах измеряется напряжение?
2. Что такое тензор напряжений? Его физический смысл.
3. Что такое главные нормальные и главные касательные напряжения?
4. На каких площадках действуют главные нормальные и главные касательные напряжения?
5. Что такое тензор деформаций? Его физический смысл.

### Лабораторная работа № 2. Определение твердости по Бринеллю и по Виккерсу

Цель: научиться выполнять испытание по определению твердости на приборе Бринелля и на приборе Виккерса, обрабатывать полученные экспериментальные данные.

Задание. Изучить ГОСТ на определение твердости. Ознакомиться с методикой определения твердости. Обработать результаты эксперимента.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое твердость? Какие требования предъявляют к подготовке поверхности образца для определения твердости?
2. Что такое коэффициент мягкости, чему он равен при испытании образцов для определения твердости?
3. Приведите зависимость линейного размера отпечатка индентора от времени испытания.
4. В чем преимущества и недостатки метода Бринелля? Назовите ГОСТ для определения испытаний на твердость по Бринеллю.
5. Какое напряженное состояние возникает под индентором при проведении испытаний?
6. Что такое число твердости по Бринеллю? Обозначение. Физический смысл числа твердости по Бринеллю. Как записать число твердости по Бринеллю при различных нагрузках?
7. Какие материалы испытывают на приборе Бринелля?
8. Что такое индентор? С какой твердостью можно испытывать материалы на приборе Бринелля?
9. Объясните принцип геометрического подобия при выполнении испытаний на приборе Бринелля.

10. Какое время рекомендуется использовать для различных материалов при проведении испытаний на приборе Бринелля?

11. Объясните конструкцию прибора Бринелля. Как выполнить испытание на приборе Бринелля?

12. Определите, какую нагрузку и диаметр шарика следует использовать при определении твердости по Бринеллю: медного сплава с  $HV \approx 850$  МПа; стали с  $HV \approx 1000$  МПа; титанового сплава с  $HV 150$ .

13. Что такое число твердости по Виккерсу? Обозначение. Физический смысл числа твердости по Виккерсу.

### **Лабораторная работа 3. Определение твердости по Роквеллу и микротвердости**

Цель: научиться выполнять испытания по определению твердости на приборе Роквелла и микротвердости на приборе ПМТ-3.

Задание. Изучить ГОСТ на определение твердости обрабатывать полученные экспериментальные данные.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие требования предъявляют к подготовке поверхности образца для определения твердости? В чем общность физического смысла разных чисел твердости, определяемых при вдавливании индентора?

2. В чем преимущества и недостатки метода Роквелла? Назовите ГОСТ для определения испытаний твердости по Роквеллу.

3. Какое напряженное состояние возникает под индентором при проведении испытаний?

4. Что представляют собой предварительная и основная нагрузки? Что такое число твердости по Роквеллу?

5. Какие материалы испытывают на приборе Роквелла?

6. Что представляет собой индентор при измерении твердости по Роквеллу? Как записать число твердости по Роквеллу при измерении на различных шкалах?

### **Лабораторная работа 4. Испытание на растяжение и анализ диаграмм деформации**

Задание. По первичной диаграмме растяжения, зная масштаб, определить силы, соответствующие характерным точкам измерений. Рассчитать все механические свойства материала: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности, относительное удлинение, относительное сужение. По первичной диаграмме растяжения определить полную и удельную работу пластической деформации.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назовите ГОСТ испытания на растяжение.

2. Как определить скорость деформации при растяжении?

3. Что является исходным для определения механических свойств материала и построения кривой упрочнения?

4. Какие механические свойства характеризуют прочность и пластичность материала?

5. Объясните физический смысл предела пропорциональности, предела упругости, условного и физического предела текучести, предела прочности?

6. Как определить предел пропорциональности, предел упругости, условный и физический предел текучести, предел прочности?

7. Какие первичные диаграммы растяжения материалов существуют и их особенности?

8. Как определить истинное напряжение течения?



9. Какие механические характеристики определяют при стандартных испытаниях на растяжение?

10. Объясните свойство кривой упрочнения второго вида.

### **Лабораторная работа 5. Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом**

Цель: изучить ГОСТ 9454-78 на проведение динамических испытаний, ознакомиться с конструкцией маятникового копра.

Задание. Изучить ГОСТ 9454-78 на проведение динамических испытаний, ознакомиться с конструкцией маятникового копра, выполнить испытание, рассчитать ударную вязкость.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назовите ГОСТ, который используется для определения ударной вязкости. Какие образцы применяются для определения ударной вязкости?

2. На каком оборудовании производится испытание для определения ударной вязкости? Объясните схему испытания ударной вязкости.

3. Как рассчитывается ударная вязкость? В каких единицах она измеряется?

4. Объясните образование пластической зоны и распределение нормальных напряжений при ударном изгибе.

5. Как с помощью ударных испытаний оценить склонность металла к разрушению?

6. В чем заключается метод определения полной работы разрушения?

7. Что такое работа зарождения и распространения трещины

### **Лабораторная работа 6. Технологические испытания металлов**

Цель: изучение стандартизованных технологических испытаний и практическое выполнение наиболее распространенных технологических испытаний на изгиб, на перегиб и скручивание проволоки.

Задание. Выполнить испытания, рассчитать прочностные характеристики.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие технологические испытания применяются, и в каких случаях?

2. Что такое испытание на изгиб? По какому ГОСТу оно проводится, какие образцы используются, как оцениваются механические свойства материала?

3. Что такое испытание проволоки на перегиб? По какому ГОСТу оно выполняется, какие применяются образцы, как оцениваются механические свойства материала?

### **Лабораторная работа 7. Методы испытания неспеченных прессовок**

Цель: изучить влияние схемы испытания на величину прочности неспеченных прессовок.

Задание. Выполнить испытания образцов до разрушения. По силоизмерителю испытательной машины установить силу деформирования образцов. Рассчитать главные нормальные напряжения и пределы прочности при различных схемах испытаний. Рассчитать коэффициенты мягкости и жесткости для различных схем испытаний. Построить графики зависимости предела прочности от коэффициента мягкости и коэффициента жесткости. Сравнить результаты для различных материалов.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое механическая схема деформаций?

2. Изобразите механическую схему деформаций для различных видов испытаний неспеченной прессовки.

3. Как рассчитать коэффициенты мягкости и жесткости?

4. Что такое главные нормальные напряжения?

5. Что такое предел прочности?

6. Как влияет схема напряженного состояния на предел прочности, коэффициенты мягкости и жесткости?

7. Объясните технологию получения неспеченной прессовки.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

### Тест № 1

1. Технологические методы повышения износостойкости деталей.
2. Сущность водородного изнашивания и его механизм.
3. Усталостное выкрашивание металлического антифрикционного слоя подшипников скольжения.
4. По заданной профилограмме определить относительную площадь касания и относительное сближение.
5. Деталь машины работает при циклическом нагружении. Назначьте вид испытания, изобразите механическую схему деформации и опишите методику определения механических свойств.
6. Что такое физический предел текучести, физический смысл и математическое определение?
8. Основные характеристики пластической деформации
9. Статические испытания образцов с надрезом. Какие характеристики определяют при этом испытании?

### Тест № 2

1. Характеристика пластической деформации.
2. Изобразите напряжения в координатных площадках.
3. Что такое коэффициент мягкости, что он характеризует?
4. В каких единицах измеряется микротвердость?
5. С какой целью выполняется статистическая обработка экспериментальных данных?
6. Запишите характеристики прочности и пластичности материала.
7. Определение механических свойств при изгибе.
8. В детали из стали 40X при работе возникают напряжения сжатия. Назначьте вид испытания, изобразите механическую схему деформации и опишите методику определения механических свойств.
9. Что такое предел текучести при растяжении? физический смысл и математическое определение?

### Тест №3

1. Изобразите напряжения на наклонной площадке при механических испытаниях образца.
2. Запишите закон Гука для изотропного тела.
3. В чем заключается эффект Баушингера?
4. Назовите статические виды испытаний материалов.
5. При каких условиях возникает хрупкое разрушение образца?
6. Анализ диаграммы деформации при растяжении.
7. Определение механических свойств при изгибе
8. Деталь машины работает при циклическом нагружении. Назначьте вид испытания, изобразите механическую схему деформации и опишите методику определения механических свойств.
9. Что такое физический предел текучести, физический смысл и математическое определение?

#### Тест №4

1. Запишите тензор напряжений
2. Какие способы нагружения образцов применяют при механических испытаниях?
3. Запишите закон Гука для одноосного сжатия.
4. При каких условиях происходит, отрыв образца, а при каких срез?
5. Что такое упругое последствие?
6. Вязкое и хрупкое разрушение.
7. Испытание на растяжение. Методика проведение, образцы, оборудование.
8. Рассчитайте нормальное напряжение при испытании на сжатие, если сила сжатия равна 50 кН, начальный диаметр образца 10 мм, изобразите механическую схему деформации при сжатии.
9. Что такое предел пропорциональности при растяжении, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №5

1. Для чего используются направляющие косинусы при описании напряженного состояния точки в деформированном образце?
2. Назовите и объясните условия подобия механических испытаний.
3. Что такое сдвиговая деформация?
4. Что такое внутри- и межзеренное разрушение, при каких условиях оно проявляется?
5. Какие металлы испытываются на приборе Бринелля?
6. Предел текучести. Физический смысл, методы определения
7. Сжатие. Методика испытания, образцы, определение механических свойств
8. Рассчитайте предел прочности при испытании на растяжение, если максимальная сила растяжения составляет 100 кН, начальный диаметр образца 10 мм. Изобразите механическую схему деформации при растяжении.
9. Что такое предел упругости, физический смысл и математическое определение?

#### Тест №6

1. На каких площадках действуют главные нормальные напряжения?
2. Что такое коэффициент Пуассона, что он характеризует?
3. Что такое скольжение, при каких условиях оно возникает?
4. Что такое модуль Юнга, методы его определения
5. Какие материалы испытывают на приборе Роквелла?
6. Основные характеристики пластической деформации
7. Статические испытания образцов с надрезом. Какие характеристики определяют при этом испытании?
8. Приведите примеры диаграмм деформации различных материалов при растяжении. Назовите основные механические свойства, определяемые при растяжении. Изобразите механическую схему деформации при растяжении.
9. Что такое предел прочности при сжатии, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №7

1. На каких площадках действуют главные касательные напряжения?
2. Что такое модуль сдвига 1 рода, как его определяют?
3. С помощью какого механического испытания определяют коэффициент трещиностойкости?
4. Как влияет схема напряженного состояния на пластичность?
5. Объясните обозначение HV 400.
6. Испытание на износ, характеристика, механические свойства

7. Испытание на сжатие. Оборудование, образцы, свойства.
8. Определите физический и условный предел текучести при растяжении, если сила нагружения составляет 50 Н, начальный диаметр образца 5 мм. Изобразите механическую схему деформации.
9. Что такое предел прочности при сжатии, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №8

1. Как определить полное напряжение, если тензор напряжений задан в главных осях?
2. Что такое константы упругости, как они взаимосвязаны между собой?
3. Что такое статическое и динамическое нагружение при испытаниях?
4. Какая схема напряженного состояния наиболее пластичная и наиболее опасная?
5. Объясните обозначение НВ 5/600/30-400.
6. Методика проведения испытания на усталость, образцы, механические свойства.
7. Испытание на кручение. Оборудование, образцы, методика, механические свойства.
8. С помощью какой зависимости при испытаниях образцов на растяжение ли сжатие можно описать поведение металла при пластической деформации? Опишите методику построения этой зависимости.
9. Что такое предел пропорциональности при сжатии, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №9

1. Запишите тензор деформаций в декартовой системе координат.
2. Как рассчитать модуль упругости при кручении?
3. Что такое напряжение? В каких единицах измеряется?
4. За счет каких физических механизмов осуществляется пластическая деформация?
5. Чем отличается хрупкий материал от пластичного?
6. Что такое предел выносливости?
7. Методика построения кривой упрочнения при растяжении.
8. Рассчитайте нормальное напряжение при испытании на сжатие, если сила деформирования составляет 150 кН, начальный диаметр образца 20 мм. Изобразите механическую схему деформации.
9. Что такое предел упругости при изгибе, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №10

1. Изобразите объемную схему напряженного состояния
2. В результате действия каких напряжений возникает отрыв и срез?
3. Как определить нормальное напряжение в точке, используя главные оси?
4. С какой целью выполняются испытания микротвердости?
5. Чем равен коэффициент мягкости при испытании твердости?
6. Методика, образцы, оборудование при испытании на длительную прочность.
7. Динамические испытания образцов. Оборудование, методика, свойства.
8. Определите предел текучести, если сила нагружения составляет 100 кН, начальный диаметр образца 25 мм.
9. Что такое предел упругости при сжатии, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №11

1. Какими показателями характеризуются большие деформации образца?
2. Что такое скорость деформации?

3. Объясните эффект внутреннего трения.
4. Какие динамические испытания образцов Вам известны?
5. Какие три стадии деформации наблюдаются на кривом упрочнении при деформировании металлов с Г. Ц. К. решеткой?
6. Оценка склонность к хрупкому разрушению при испытании на ударный изгиб.
7. Статические испытания на вязкость разрушения, методика характеристика.
8. Сколько нормальных и касательных напряжений будет в тензоре напряжений при двухосном сжатии в декартовой системе координат?
9. Что такое предел текучести при кручении, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №12

1. Что такое нормальные и касательные напряжения?
2. Как соблюдается закон постоянства объема для компактных и порошковых материалов?
3. Как определить модуль упругости при различных схемах деформации?
4. Какие стадии деформации на кривые упрочнения наблюдаются при деформации металлов с О.Ц.К. решеткой?
5. Что такое вязкое разрушение?
6. Влияние трения на напряженное состояние при испытании на сжатие.
7. Испытание на релаксацию напряжений
8. После расчета истинного и условного напряжения, которые соответствуют одинаковому относительному удлинению, получены величины 230 и 210 МПа. Какое из этих напряжений истинное? Как определить истинное и условное напряжение и относительное удлинение?
9. Что такое предел упругости при кручении, физический смысл и математическое определение.

#### Тест №13

1. Что такое линейные и сдвиговые деформации?
2. Запишите тензор деформаций в декартовой системе координат.
3. Изобразите схемы линейного и объемного напряженного состояния.
4. Что такое температура вязко-хрупкого перехода?
5. Какие материалы испытывают на приборе Виккерса?
6. Малоцикловая усталость. Методика испытания, образцы, характеристики.
7. Рассчитайте коэффициент мягкости для двухосного растяжения, если одно напряжение равняется половине второго.
8. С помощью какой зависимости при испытаниях образцов на растяжение ли сжатие можно описать поведение металла при пластической деформации? Опишите методику построения этой зависимости.
9. Что такое предел текучести при кручении, физический смысл и математическое определение.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –

«ЭКЗАМЕН»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|---------------------------------------|---|
| отлично (5)                           | Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4)                            | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
| удовлетворительно (3)                 | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| неудовлетворительно (2)               | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы                            |

## Лист изменений и дополнений

| № п/п | Виды дополнений и изменений | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|-------|-----------------------------|--|--|
|       |                             |  |  |
|       |                             |  |  |
|       |                             |  |  |
|       |                             |  |  |