

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



Могильная Е.П.

« 18 »

04

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»**

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки «Информационные технологии обработки металлов  
давлением»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория обработки металлов давлением» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – \_\_ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория обработки металлов давлением» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Стоянов А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки

«11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  А.А. Стоянов

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 технологий  
и инженерной механики

 С.Н. Ясуник

## **Структура и содержание дисциплины**

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

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний теоретических основ для изучения дисциплин «Технологияковки и объемной штамповки», «Нагрев, нагревательные устройства», «Технология листовой штамповки».

Задачами изучения дисциплины являются: получить знания о макро- и микроструктуре литого и деформированного металла, влиянии обработки давлением на механические и физические свойства металлов, термических и механических условиях, при которых обеспечивается возможность наибольшего формоизменения металла, кривых упрочнения, характере формоизменения заготовок при различных операциях, влияние трения на характер пластического течения металла.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Теория обработки металлов давлением» относится к модулю профессиональных дисциплин, части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Содержание дисциплины «Теория обработки металлов давлением» является логическим продолжением дисциплин «Технология конструкционных материалов», «Теоретическая механика», «Материаловедение» и служит основой для освоения дисциплин «Технологияковки и объемной штамповки», «Технология листовой штамповки», «Нагрев, нагревательные устройства».

### **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Теория обработки металлов давлением», должны:

#### ***знать:***

основные естественнонаучные законы и закономерности, используемые в процессе изготовления продукции и производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда; основные понятия и методы решения оптимизационных задач;

связь техники с социально-экономическими условиями; основные логические методы и приемы научного исследования, методологические теории и принципы современной науки;

общие сведения о деталях машин и истории развития их конструкций, технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании;

#### ***уметь:***

использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности; уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты; применять методы для решения задач проектирования современной технологии

машиностроения;

использовать новейшие технологии поиска и обработки информации, применять полученные знания к анализу развития важнейших направлений техники и технологий; осуществлять методологическое обоснование научного исследования;

анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновывать основные требования, которым они должны отвечать; применять методы анализа при их проектировании;

**владеть:**

навыками применения современного математического инструментария для решения задач в профессиональной деятельности, умением оценивать результаты измерений, математическими методами и программными средствами;

навыками логико-методологического анализа научного исследования и его результатов;

методами анализа конкретных условий эксплуатации машины; умением формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам при их проектировании.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующей компетенции (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП):

профессиональной:

способен выполнять моделирование штамповой оснастки и кузнечных инструментов (ПК-3).

## 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>180</b> (5,0 зач. ед)	<b>180</b> (5,0 зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>85</b>	<b>18</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	6
Лабораторные работы	17	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>95</b>	<b>162</b>
Форма аттестации	экзамен	экзамен

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ. ПРИРОДА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ. СУЩНОСТЬ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ**

Цели и задачи дисциплины. Историческая справка. Основные понятия. Физика процесса пластической деформации металла. Условие постоянства объема. Влияние пластической деформации на изменение плотности. Понятие о степени деформации. Логарифмическая степень деформации. Виды деформации. Пластичность.

### **ТЕМА 2. СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. МЕХАНИЗМ ХОЛОДНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МОНОКРИСТАЛЛА**

Кристаллическое строение металлов и сплавов. Понятие об элементарной ячейке. Формы элементарных ячеек кристаллических решёток. Понятие анизотропии. Строение зерен поликристаллического металла.

Определение монокристалла. Способы пластической деформации монокристалла. Скольжение в монокристаллах. Двойникование в монокристаллах.

### **ТЕМА 3. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ДИСЛОКАЦИЙ**

Введение в теорию дислокаций. Типы дислокаций. Переползание дислокаций. Возникновение и размножение дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Облако Коттрелла.

### **ТЕМА 4. ХОЛОДНАЯ ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛА**

Механизм холодной пластической деформации поликристалла. Понятие о внутрикристаллитной и межкристаллитной деформации. Механизм возникновения остаточных напряжений. Упрочнение при холодной деформации. Определение упрочнения. Основные факторы, вызывающие упрочнение металлов. Диаграмма Бочвара. Кривые упрочнения. Виды кривых упрочнения.

### **ТЕМА 5. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ НА ПРОЦЕСС ДЕФОРМАЦИИ**

Виды деформации при обработке металлов давлением. Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность. Влияние горячей деформации на свойства металла. Скорость деформации. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивление деформированию.

### **ТЕМА 6. ТЕОРИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ**

Напряжения. Общие понятия. Напряжения в координатных площадках. Напряжения в наклонной площадке. Главные нормальные напряжения.

### **ТЕМА 7. ТЕНЗОР НАПРЯЖЕНИЙ**

Понятие о тензоре напряжений. Математические действия с тензором напряжений. Инварианты тензора напряжений. Эллипсоид напряжений. Уравнение трехосного эллипсоида. Шаровой тензор. Понятие касательных напряжений. Направляющие косинусы. Главные касательные напряжения. Девиатор напряжений.

### **ТЕМА 8. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ В НАПРЯЖЕННОМ ТЕЛЕ**

Октаэдрические напряжения. Условия равновесия для объемного напряженного состояния. Осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Плоская задача.

#### ТЕМА 9. ТЕОРИЯ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Деформированное состояние, компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Тензор деформации. Октаэдрические деформации.

#### ТЕМА 10. УСЛОВИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ

Скорости перемещений и скорости деформаций. Компоненты скорости деформаций. Условие пластичности. Постоянная пластичности.

#### ТЕМА 11. СВЯЗЬ МЕЖДУ НАПРЯЖЕНИЯМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ. ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ

Влияние среднего по величине главного нормального напряжения на условие пластичности. Связь между напряжениями и деформациями при пластическом деформировании для активной пластической деформации в условиях простого нагружения.

#### ТЕМА 12. МЕХАНИЧЕСКАЯ СХЕМА ДЕФОРМАЦИИ

Графическое представление схемы деформации. Виды схем деформации. Схемы главных напряжений. Плоские и объемные схемы деформации. Влияние схемы главных напряжений на пластичность и сопротивление деформированию.

#### ТЕМА 13. КОНТАКТНОЕ ТРЕНИЕ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

Факторы, влияющие на величину сил контактного трения. Взаимосвязь контактного трения и неоднородности пластической деформации. Влияние контактного трения на необходимое деформирующее усилие и работу деформации. Износ контактной поверхности инструмента. Смазки. Действительная площадь контакта при деформации. Определение касательного напряжения на контактной поверхности.

#### ТЕМА 14. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ

Принцип наименьшего сопротивления. Неравномерность (неоднородность) деформации и дополнительные напряжения. Классификация дополнительных напряжений. Факторы, которые необходимо учитывать для снижения неоднородности деформации.

#### ТЕМА 15. ИНЖЕНЕРНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМИРУЮЩИХ УСИЛИЙ

Общие положения. Основы метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и условию пластичности. Упрощающие допущения и ограниченные уравнения равновесия и пластичности инженерного метода. Определение деформирующих усилий инженерным методом.

#### ТЕМА 16. ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ И РАБОТ ДЕФОРМАЦИИ МЕТОДОМ ЛИНИЙ СКОЛЬЖЕНИЯ

Основные понятия о линиях скольжения. Сетка линий скольжения и ортогональная сетка траекторий главных напряжений. Свойства линий скольжения. Анализ линий скольжения. Построение полей линий скольжения. Уравнение логарифмической спирали.

## ТЕМА 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМИРУЮЩИХ УСИЛИЙ МЕТОДОМ БАЛАНСА РАБОТ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ)

Исходные положения энергетического метода. Способы учета работы внутренних и внешних сил. Определение работы трения. Правило возможных перемещений. Использование экстремальных принципов для описания формоизменения.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Природа пластической деформации. Сущность теории обработки металлов давлением	2	2
2	Строение металлов и сплавов. Механизм холодной пластической деформации монокристалла	2	
3	Элементы теории дислокаций	2	
4	Холодная пластическая деформация поликристалла	2	
5	Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформации	2	
6	Теория напряженного состояния	2	2
7	Тензор напряжений	2	
8	Условия равновесия в напряженном теле	2	
9	Теория деформированного состояния	2	
10	Условия пластичности	2	
11	Связь между напряжениями и деформациями при пластической деформации. Деформируемость	2	
12	Механическая схема деформации	2	
13	Контактное трение при пластическом деформировании	2	
14	Анализ процессов деформации	2	
15	Инженерный метод определения деформирующих усилий	2	2
16	Определения усилий и работ деформации методом линий скольжения	2	
17	Определение деформирующих усилий методом баланса работ (энергетическим методом)	2	
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	<b>6</b>

### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Напряженное состояние в точке	2	2
2	Напряжения в наклонной площадке	4	
3	Главные напряжения. Эллипсоид напряжений	2	
4	Тензор напряжений	2	2
5	Девииаторная и шаровая составляющие тензора	4	
6	Схемы напряженного состояния	2	
7	Главные касательные напряжения	4	
8	Октаэдрические напряжения	2	
9	Уравнения равновесия	4	2
10	Плоское напряженное и плоское деформированное состояния	4	
11	Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций	4	

<b>Итого:</b>	<b>34</b>	<b>6</b>
---------------	-----------	----------

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение коэффициентов деформации	2	2
2	Исследование усилий при прессовании	2	
3	Исследование закона наименьшего сопротивления	2	
4	Исследование деформации при осадке	2	2
5	Исследование усилий при осадке	3	2
6	Исследование влияния внешних зон на давление при кузнечной вытяжке	4	
7	Исследование процесса прошивки	2	
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>6</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4	5
1	Цель и задачи дисциплины. Понятие о пластической деформации. Упругая и пластическая деформация. Соотношение между ними при обработке металлов давлением. Мера больших пластических деформаций. Условия постоянства объема	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	6	10
2	Монокристалл, кристаллическая решетка, элементарная ячейка, свойства кристаллов, анизотропия. Холодная пластическая деформация монокристалла: скольжение и двойникование, изгиб и кручение плоскостей скольжения, межблочные сдвиги		6	10
3	Несовершенство решетки и структуры реальных металлов. Искажение кристаллической решетки в деформированных металлах и сплавах. Модель искаженных решетка-дислокация. Типы дислокаций. Движение дислокаций. Объяснение дислокационной теорией механизма скольжения. Возникновение, размножение и взаимодействие дислокаций		6	10
4	Деформация внутрикристаллитная и межкристаллитная. Изменение формы зерен. Образование ориентации зерен и текстуры. Полосчатость макро- и микроструктуры. Упрочнение при холодной пластической деформации; кривые упрочнения и их свойства. Изменение физико-химических свойств металлов		6	10
5	Деформация при повышенных температурах, возврат и рекристаллизация. Диаграммы рекристаллизации, критическая деформация. Виды деформации при обработке металлов давлением. Влияние температуры и скорости деформации на сопротивление деформации и пластичность.		6	10

	Влияние горячей деформации на свойства металла			
6	Внешние силы и напряжение в точке в трех взаимно перпендикулярных площадках, знаки нормального и касательного напряжения. Напряжение в наклонной площадке. Изменение компонент векторов напряжения при изменении осей координат. Главные оси, главные плоскости и главное нормальное напряжение		6	10
7	Структура тензора напряжений; разложения его на шаровый тензор и девиатор напряжения. Понятие об инвариантах тензора. Экстремальные значения компонент напряжения. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения: нормальные и касательные. Интенсивность напряжений. Эллипсоид напряжений		6	10
8	Дифференциальные уравнения равновесия в прямоугольной системе координат для объемного напряженного состояния осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженное и плоское деформированное состояние		6	10
9	Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Неразрывность деформаций. Скорости перемещений и скорости деформаций. Тензоры деформаций и скоростей деформаций. Интенсивность деформаций и скорости деформации		4	10
10	Идеализация свойств металла при одноосном растяжении для разных условий деформации. Энергетическое условие пластичности, его физический смысл. Уравнение пластичности по условию постоянства главного касательного напряжения. Физический смысл условия пластичности	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	6	10
11	Приблизительные выражения условия пластичности. Связь между напряжениями и деформациями. Деформируемость. Методы оценки пластичности и деформируемости		6	10
12	Схемы главных нормальных напряжений. Влияние схем главных нормальных напряжений на пластичность и сопротивление деформации. Схемы главных деформаций. Механическая схема деформации. Методы построения механических схем деформации		4	10
13	Особенности пластичного трения. Виды трения при обработке металлов давлением. Факторы, влияющие на величину сил контактного трения. Законы контактного трения. Определение касательного напряжения на контактной поверхности. Принципы наименьшего сопротивления, кратчайшей нормали и наименьшего периметра		6	10
14	Определение равномерной и неравномерной деформации. Причины неравномерности деформации в процессах обработки металлов давлением. Дополнительные напряжения, причины их появления. Определение знака дополнительных напряжений. Способы борьбы с дополнительными напряжениями в изделиях обработки металлов давлением		4	8

15	Общие положения инженерного метода. Принятие допущения, предельные условия, уравнения пластичности. Вывод приближенного уравнения равновесия. Влияние разных факторов на распределение нормальных напряжений на контактной поверхности. Экспериментальные методы определения нормальных и касательных контактных напряжений		6	8
16	Основные положения метода. Построение полей линий скольжения. Построение поля скоростей. Вывод формулы для удельного усилия деформирования	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	6	8
17	Основные положения метода баланса работ. Сущность энергетического метода. Уравнение баланса работ, значения его составляющих. Вывод выражения для вычисления усилия осадки цилиндра		5	8
<b>Итого:</b>			<b>95</b>	<b>162</b>

**4.7. Курсовые проекты.** Учебным планом выполнение курсового проекта не предусмотрено.

## **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины «Теория обработки металлов давлением» ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное решение студентом познавательных задач;

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки.

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

### **а) основная литература:**

1. Гуськов А.В., Теория обработки металлов давлением : учебное пособие / Гуськов А.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 159 с. - ISBN 978-5-7782-2765-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227651.html>.

2. Сторожев М. В. Теория обработки металлов давлением [Текст] : учебник / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1977. - 423 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Воронцов А.Л., Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением. В 2 т. Т. 1 : учеб. пособие / Воронцов А.Л. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 396 с. - ISBN 978-5-7038-3917-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839171.html>.
2. Воронцов А.Л., Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением. В 2 т. Т. 2 : учеб. пособие / Воронцов А.Л. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 441 с. - ISBN 978-5-7038-3918-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839188.html>.
3. Теория пластических деформация металлов / Унксов Е.П., Джонсон У., Колмогоров В.Л. и др.; Под ред. Унксова Е.П., Овчинникова А.Г. – М.: Машиностроение, 1983. – 598 с.
4. Теория обработки металлов давлением (Вариационные методы расчета усилий и деформации) [Текст] / И. Я. Тарновский [и др.] ; под ред. И. Я. Тарновского. - М. : Машиностроение, 1988. - 496 с.
5. Евстратов В. А. Теория обработки металлов давлением [Текст] : сб. задач и упражнений : учеб. пособие для вузов по спец. "Машины и технология обработки металлов давлением" / В. А. Евстратов. - Харьков : Вища школа, 1984. - 104 с.
6. Ковка и штамповка. В 4 т. Т. 2. Горячая объёмная штамповка [Текст] : справочник / А. П. Атрошенко [и др.] ; под ред. Е. И. Семёнова. - М. : Машиностроение, 1986. - 592 с.
7. Конспект лекций по дисциплине "Теория пластической деформации" [Электронный ресурс] / сост. А. А. Стоянов. - Луганск : ВНУ им. В. Даля, 2013. - 119 с.

**в) методические рекомендации:**

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теория обработки металлов давлением» для бакалавров направления 15.03.01 Машиностроение профиль «Информационные технологии обработки металлов давлением» / Сост. А.А. Стоянов. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2016. – 28 с.
2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теория обработки металлов давлением» для бакалавров направления 15.03.01 Машиностроение профиль «Информационные технологии обработки металлов давлением» / Сост. А.А. Стоянов. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2016. – 32 с.

**г) Интернет-ресурсы:**

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

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

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

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

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

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

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

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

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

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

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

Освоение дисциплины «Теория обработки металлов давлением» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

На лекционных, практических и лабораторных занятиях используются раздаточный материал, наглядные пособия, диапроектор «ЛЭТИ-60» для показа слайдов, плакаты, пресс гидравлический П-50, электрическая печь сопротивления «СНОЛ-1,6», печь сопротивления камерная электрическая лабораторная.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

#### **Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <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> <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> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <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 «Теория обработки металлов давлением»

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

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-3	Способен выполнять моделирование штамповой оснастки и кузнечных инструментов	ПК-3.1. Знает специальные компьютерные программы для моделирования, оптимизации и расчета процессовковки и штамповки: наименования, возможности и порядок работы в них	Тема 1. Введение. Природа пластической деформации. Сущность теории обработки металлов давлением	5
				Тема 2. Строение металлов и сплавов. Механизм холодной пластической деформации монокристалла	5
				Тема 3. Элементы теории дислокаций	5
				Тема 4. Холодная пластическая деформация поликристалла	5
				Тема 5. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформации	5
				Тема 6. Теория напряженного состояния	5
				Тема 7. Тензор напряжений	5
				Тема 8. Условия равновесия в напряженном теле	5
				Тема 9. Теория деформированного состояния	5
				Тема 10. Условия пластичности	5
				Тема 11. Связь между напряжениями и деформациями при пластической деформации. Деформируемость	5
				Тема 12. Механическая схема деформации	5
				Тема 13. Контактное трение при пластическом деформировании	5
				Тема 14. Анализ процессов деформации	5
				Тема 15. Инженерный метод определения деформирующих усилий	5
				Тема 16. Определения усилий и	5

			работ деформации методом линий скольжения	
			Тема 17. Определение деформирующих усилий методом баланса работ (энергетическим методом)	5
		ПК-3.2. Умеет моделировать технологические процессыковки и штамповки в специализированных программах	Тема 1. Введение. Природа пластической деформации. Сущность теории обработки металлов давлением	5
			Тема 2. Строение металлов и сплавов. Механизм холодной пластической деформации монокристалла	5
			Тема 3. Элементы теории дислокаций	5
			Тема 4. Холодная пластическая деформация поликристалла	5
			Тема 5. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформации	5
			Тема 6. Теория напряженного состояния	5
			Тема 7. Тензор напряжений	5
			Тема 8. Условия равновесия в напряженном теле	5
			Тема 9. Теория деформированного состояния	5
			Тема 10. Условия пластичности	5
			Тема 11. Связь между напряжениями и деформациями при пластической деформации. Деформируемость	5
			Тема 12. Механическая схема деформации	5
			Тема 13. Контактное трение при пластическом деформировании	5
			Тема 14. Анализ процессов деформации	5
			Тема 15. Инженерный метод определения деформирующих усилий	5
			Тема 16. Определения усилий и работ деформации методом линий скольжения	5
			Тема 17. Определение деформирующих усилий методом баланса работ (энергетическим методом)	5
		ПК-3.3. Владеет навыками моделирования технологических процессовковки и штамповки в компьютерных программах для расчета пластического течения материала	Тема 1. Введение. Природа пластической деформации. Сущность теории обработки металлов давлением	5
			Тема 2. Строение металлов и сплавов. Механизм холодной пластической деформации монокристалла	5
			Тема 3. Элементы теории дислокаций	5

				Тема 4. Холодная пластическая деформация поликристалла	5
				Тема 5. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформации	5
				Тема 6. Теория напряженного состояния	5
				Тема 7. Тензор напряжений	5
				Тема 8. Условия равновесия в напряженном теле	5
				Тема 9. Теория деформированного состояния	5
				Тема 10. Условия пластичности	5
				Тема 11. Связь между напряжениями и деформациями при пластической деформации. Деформируемость	5
				Тема 12. Механическая схема деформации	5
				Тема 13. Контактное трение при пластическом деформировании	5
				Тема 14. Анализ процессов деформации	5
				Тема 15. Инженерный метод определения деформирующих усилий	5
				Тема 16. Определения усилий и работ деформации методом линий скольжения	5
				Тема 17. Определение деформирующих усилий методом баланса работ (энергетическим методом)	5

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-3	ПК-3.1. Знает специальные компьютерные программы для моделирования, оптимизации и расчета процессовковки и штамповки: наименования, возможности и порядок работы в них	Знает: основные положения теории деформируемого твёрдого тела и теории пластической деформации, теорию кристаллического строения металлов, теорию дислокаций; Умеет: оперировать основными понятиями теории пластической деформации; Владеет: навыками использования основных положений теории пластической деформации при проектировании технологических операций	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, задания по лабораторным работам, темы рефератов, вопросы к итоговой аттестации «экзамен».
		ПК-3.2. Умеет	Знает: основные положения тео-	Тема 2,	Вопросы для

	<p>моделировать технологические процессыковки и штамповки в специализированных программах</p>	<p>рии напряженно-деформированного состояния и теории пластичности; Умеет: моделировать технологические процессыковки и штамповки в специализированных программах; Владеет: навыками моделирования технологических процессовковки и штамповки в специализированных программах</p>	<p>Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14</p>	<p>комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, задания по лабораторным работам, темы рефератов, вопросы к итоговой аттестации «экзамен».</p>
	<p>ПК-3.3. Владеет навыками моделирования технологических процессовковки и штамповки в компьютерных программах для расчета пластического течения материала</p>	<p>Знает: основные положения теории деформируемого твёрдого тела и теории пластической деформации; Умеет: использовать знание основных положений теории деформируемого твёрдого тела и теории пластической деформации для моделирования технологических процессовковки и штамповки в компьютерных программах; Владеет: навыками использования основных положений теории пластической деформации для моделирования технологических процессовковки и штамповки в компьютерных программах</p>	<p>Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14</p>	<p>Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, задания по лабораторным работам, темы рефератов, вопросы к итоговой аттестации «экзамен».</p>

### **Фонды оценочных средств по дисциплине «Теория обработки металлов давлением»**

#### **Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):**

1. Почему металлы при обработке давлением приобретают анизотропию свойств?
2. Как объясняет теория кристаллического строения металлов отличие упругой и пластичной деформаций?
3. Каким образом может осуществляться холодная пластическая деформация монокристалла?
4. Какова причина возникновения теории дислокаций, в чем ее сущность?
5. Как объясняет теория дислокаций механизм скольжения?
6. Изобразите схему краевой (линейной) дислокации и укажите основные ее компоненты.
7. Чем отличается позитивная краевая дислокация от негативной?
8. Каким образом возникают и размножаются дислокации?

9. Каким образом осуществляется холодная пластическая деформация поликристалла?
10. В каких процессах пластической деформации металлов возникает полосчатость микроструктуры, в чем ее суть?
11. В каких процессах пластической деформации металлов возникает текстура, в чем ее сущность?
12. В каких процессах пластической деформации металлов возникает волокнистость?
13. Какие свойства металла и как изменяются при холодной пластической деформации, как называется это явление?
14. Что представляют собой кривые упрочнения, и с какой целью их строят?
15. Как строят кривые упрочнения?
16. Какой процесс называют термином "возврат", в чем его суть?
17. Какой процесс называют термином "рекристаллизация", в чем ее суть?
18. Какие зависимости называют диаграммами рекристаллизации, зачем они нужны технологам по ОМД?
19. В чем суть теплового эффекта при пластической деформации?
20. Виды деформации при ОМД. Раскрыть их сущность.
21. Какие показатели используют для оценки сопротивления деформации металлов, как их определяют?
22. Какие показатели используют для оценки пластичности металлов, как их определяют?
23. Чем отличаются понятия скорость деформирования и скорость деформации?
24. Как влияет температура металла на сопротивление его деформированию?
25. Как влияет температура металла на его пластичность?
26. Как влияет скорость деформации на сопротивление деформации и пластичность?
27. Как влияет горячая деформация на свойства металлов?
28. Условие постоянства объема. Раскрыть его сущность.
29. Логарифмическая степень деформации. Вывести уравнение.
30. Степень деформации первого рода. Уравнение ее связи с логарифмической.
31. Напряжение в координатной плоскости: индексация и знаки напряжения.
32. Главное нормальное напряжение.
33. Главное касательное напряжение.
34. Условия пластичности Сен-Венана и Мизеса, их формулировки и отличия.
35. Указать напряжения, действующие на точку в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, поставить индексы.

36. Дать формулировку правила знаков нормальных и касательных напряжений, которые действуют на точку в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

37. Связь между напряжением и деформациями при пластической и упругой деформации.

38. Схемы главных деформаций, метод определения и возможное их число.

39. Механическая схема деформаций. Назначение и возможное их число.

40. Контактное трение в процессах ОМД. Виды контактного трения.

41. Факторы, влияющие на величину сил контактного трения. Законы контактного трения.

42. Принципы наименьшего сопротивления, кратчайшей нормали и наименьшие периметру, формулировки и применение.

43. Неравномерность деформации и дополнительное напряжение, причины их появления.

44. Осесимметричное напряженное состояние. Изобразить схему, привести основные соотношения.

45. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Изобразить схемы, привести основные соотношения.

46. Определение коэффициента трения методом осаживания клиновых образцов.

47. Доказать положение о наличии в напряженном теле главного нормального напряжения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «комбинированный контроль усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### **Темы практических занятий**

- Практическое занятие 1. Расчет коэффициентов деформации.  
Практическое занятие 2. Напряжения в наклонной площадке.  
Практическое занятие 3. Главные напряжения. Эллипсоид напряжений.  
Практическое занятие 4. Тензор напряжений.  
Практическое занятие 5. Девиаторная и шаровая составляющие тензора.  
Практическое занятие 6. Схемы напряженного состояния.  
Практическое занятие 7. Главные касательные напряжения.  
Практическое занятие 8. Октаэдрические напряжения.  
Практическое занятие 9. Уравнения равновесия.  
Практическое занятие 10. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния.  
Практическое занятие 11. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций.

### **Вопросы для контроля усвоения материала по темам практических занятий:**

1. Перечислите составляющие активных сил.
2. Механизм возникновения активных сил.
3. Перечислите составляющие реактивных сил.
4. Охарактеризуйте внутренние и внешние силы.
5. Что такое интенсивность внутренних сил?
6. Дайте определение напряжения.
7. Охарактеризуйте полное, нормальное и касательное напряжения.
8. Назовите особенности внутренних сил.
9. Чем характеризуется напряженное состояние в точке?
10. Назовите достаточное условие определенности напряженного состояния в точке.
11. Чем определяется положение любой наклонной грани?
12. Перечислите компоненты полного напряжения.
13. Дайте определение нормальных и касательных напряжений.
14. Уравнение связи между внутренними и внешними силами.
15. Охарактеризуйте зависимость величины действующих напряжений от угла наклона площадки.
16. Интенсивность касательных напряжений и интенсивность нормальных напряжений.
17. Свойства уравнений поверхности второго порядка.
18. Охарактеризуйте поверхность напряжений Коши.
19. Дайте определение главных направлений и главных напряжений в точке.
20. Приведите выражения для нормального, касательного и полного напряжений в точке.

21. Охарактеризуйте понятие эллипсоида напряжений.
22. Свойства эллипсоида напряжений.
23. Понятие тензорной величины.
24. Охарактеризуйте компоненты тензора напряжений.
25. Главная диагональ тензора напряжений
26. Математические действия с тензорами напряжений.
27. Инварианты тензора напряжений.
28. Свойства тензора напряжений и его инвариантов.
29. Как обозначаются величины деформаций?
30. Что такое однородная деформация?
31. Каковы признаки движения и деформации металлического тела в процессе обработки давлением?
32. Каков геометрический смысл главных осей тензоров деформаций?
33. Что такое плоское деформированное состояние?
34. Условие совместности для деформаций.
35. Разъясните кинематический смысл шарового тензора и девиатора скоростей деформаций.
36. Что такое логарифмические деформации?
37. Запишите (по памяти) условие пластичности в главных нормальных напряжениях.
38. Запишите условие пластичности в произвольных осях координат.
39. От чего зависит коэффициент в упрощенном уравнении пластичности (коэффициент Лоде)? В каких пределах он изменяется?
40. Что понимается под идеальной вязкопластичной средой?
41. Чему равна постоянная пластичности  $K$  ?
42. Физический смысл условия пластичности.
43. Отличаются ли уравнения пластичности для плоского напряженного и плоского деформированного состояний?
44. Какая схема напряженного состояния наиболее благоприятна для пластической деформации, какая менее благоприятна?
45. Что общего в построении и структуре формул, выражающих связь между напряжениями и деформациями и между компонентами скорости деформации и напряжений?
46. Какие допущения принимаются при рассмотрении малых деформаций?
47. Напишите выражение связи между напряжениями и деформациями при пластическом деформировании.
48. Как влияет механическая схема деформации на сопротивление деформированию?
49. Назовите и опишите основные методы определения сил контактного трения.
50. Что является основой правила наименьшего сопротивления?
51. Как влияет внешнее трение на деформацию?
52. Приведите практические примеры однородной и неоднородной деформации.

53. Когда при пластическом деформировании возникают дополнительные напряжения?

54. Задачи, стоящие при исследовании формоизменения.

55. Сравните методы просвечивания световыми, рентгеновскими и другими лучами с фиксацией непрозрачной для этих лучей точки с поляризационно-оптическими методами.

56. Почему анализ изменений координатной сетки за период большой деформации образца может дать неправильное представление о течении материала при деформации?

57. Оцените методы исследования формоизменения с точки зрения простоты и удобства использования, удобства обработки, точности результатов.

58. Как можно проверить гипотезы распределения потоков материала при пластическом деформировании?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контроль усвоения материала по темам практических занятий»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Темы лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Определение коэффициентов деформации.

Лабораторная работа 2. Исследование усилий при прессовании.

Лабораторная работа 3. Исследование закона наименьшего сопротивления.

Лабораторная работа 4. Исследование деформации при осадке.

Лабораторная работа 5. Исследование усилий при осадке.

Лабораторная работа 6. Исследование влияния внешних зон на давление при кузнечной вытяжке.

## Лабораторная работа 7. Исследование процесса прошивки.

### **Вопросы для контроля усвоения материала при защите лабораторных работ:**

1. Основные процессы ОМД.
2. Строение металлов.
3. Скольжение. Гипотеза Френкеля. Вывод формулы расчета максимального значения критического скалывающего напряжения по Френкелю.
4. Теория дислокаций. Сила Пайерлса. формула для ее определения.
5. Касательное напряжение сдвига по гипотезе Пайерлса-Набарро.
6. Двойникование.
7. Блокообразование и поворот блоков.
8. Диффузионная пластическая деформация.
9. Основные гипотезы теории упругости и пластичности.
10. Внешние силы и напряжения.
11. Тензор напряжений.
12. Главные напряжения.
13. Закон парности касательных напряжений.
14. Схемы напряженного состояния.
15. Максимальные касательные напряжения.
16. Интенсивность касательных напряжений и интенсивность нормальных напряжений.
17. Перемещения и деформации.
18. Тензор деформаций.
19. Главные деформации.
20. Интенсивность деформаций сдвига и интенсивность линейной деформации.
21. Схемы деформированного состояния.
22. Скорости перемещений и скорости деформаций.
23. Интенсивность скоростей деформаций сдвига.
24. Закон постоянства объема при пластической деформации.
25. Характеристики деформаций. Смещенный объем.
26. Диаграмма напряжений.
27. Связь между обобщенными характеристиками напряженного и деформированного состояния – гипотеза единой кривой.
28. Идеальная линейно-упругая, жестко-пластическая, вязкая, упруго-пластическая, жестко-пластическая упрочняющаяся среды.
29. Обобщенный закон Гука для линейно-упругого тела.
30. Закон упругого изменения объема.
31. Закон упругого изменения формы.
32. Удельная потенциальная энергия деформации.
33. Соппротивление металла пластической деформации.
34. Условие постоянства максимального касательного напряжения (условие Треска-Сен-Венана).

35. Условие пластичности Губера-Мизеса-Генки.
36. Основные положения деформационной теории пластичности.
37. Основные положения теории пластического течения.
38. Показатели пластичности.
39. Влияние на пластичность состава и структуры деформируемого металла.
40. Влияние на пластичность основных показателей напряженного состояния.
41. Влияние на пластичность неравномерности деформаций, температуры обработки, скорости деформации, степени деформации.
42. Теория разрушения.
43. Роль трения в процессах ОМД.
44. Виды и механизм трения.
45. Закономерности трения при ОМД.
46. Влияние различных факторов на коэффициент трения.
47. Технологические смазки при ОМД.
48. Понятие о процессе прокатки и его стадии
49. Длина очага деформации. Форма очага деформации.
50. Вытяжка.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контроль усвоения материала при защите лабораторных работ»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Темы рефератов:

1. Упругая деформация. Закон Гука.
2. Пластическая деформация. Коэффициент Пуассона.
3. Термодинамический потенциал металла при росте трещины.

4. Краевые дислокации.
5. Упрочнение частицами второй фазы.
6. Изломы при вязком и хрупком разрушении.
7. Винтовые дислокации.
8. Упрочнение повышением плотности дислокаций.
9. Понятие о векторе Бюргерса.
10. Упрочнение структурными барьерами. Уравнение Петча-Холла.
11. Методы выявления дислокаций.
12. Температурные пороги хладноломкости.
13. Движение дислокаций. Микродвижение кристалла.
14. Факторы, определяющие конструктивную прочность.
15. Испытания при динамическом нагружении.
16. Энергия дислокации.
17. Понятие конструктивной прочности, надежности и долговечности.
18. Взаимодействие дислокаций. Скорость дислокаций.
19. Концентраторы напряжений.
20. Скольжение и реперползание дислокаций.
21. Определение твердости по Бринеллю.
22. Возникновение дислокаций. Источник Франка-Рида.
23. Определение твердости по Роквеллу.
24. Дислокации и прочность металлов.
25. Определение твердости по Виккерсу.
26. Два пути упрочнения металлов. Кривая Одингга.
27. Определение прочностных характеристик на кривой растяжения.
28. Модели закрепления дислокаций. Облака Котрелла.
29. Определение пластических характеристик при испытании на растяжение.
30. Упрочнение металлов при растяжении.
31. Дислокационная модель вязкого разрушения.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с

	требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)**

#### **Теоретические вопросы:**

1. Почему металлы при обработке давлением приобретают анизотропию свойств?
2. Как объясняет теория кристаллического строения металлов отличие упругой и пластичной деформаций?
3. Каким образом может осуществляться холодная пластическая деформация монокристалла?
4. Какова причина возникновения теории дислокаций, в чем ее сущность?
5. Как объясняет теория дислокаций механизм скольжения?
6. Изобразите схему краевой (линейной) дислокации и укажите основные ее компоненты.
7. Чем отличается позитивная краевая дислокация от негативной?
8. Каким образом возникают и размножаются дислокации?
9. Каким образом осуществляется холодная пластическая деформация поликристалла?
10. В каких процессах пластической деформации металлов возникает полосчатость микроструктуры, в чем ее суть?
11. В каких процессах пластической деформации металлов возникает текстура, в чем ее сущность?
12. В каких процессах пластической деформации металлов возникает волокнистость?
13. Какие свойства металла и как изменяются при холодной пластической деформации, как называется это явление?
14. Что представляют собой кривые упрочнения, и с какой целью их строят?
15. Как строят кривые упрочнения?
16. Какой процесс называют термином "возврат", в чем его суть?
17. Какой процесс называют термином "рекристаллизация", в чем ее суть?
18. Какие зависимости называют диаграммами рекристаллизации, зачем они нужны технологам по ОМД?

19. В чем суть теплового эффекта при пластической деформации?
20. Виды деформации при ОМД. Раскрыть их сущность.
21. Какие показатели используют для оценки сопротивления деформации металлов, как их определяют?
22. Какие показатели используют для оценки пластичности металлов, как их определяют?
23. Чем отличаются понятия скорость деформирования и скорость деформации?
24. Как влияет температура металла на сопротивление его деформированию?
25. Как влияет температура металла на его пластичность?
26. Как влияет скорость деформации на сопротивление деформации и пластичность?
27. Как влияет горячая деформация на свойства металлов?
28. Условие постоянства объема. Раскрыть его сущность.
29. Логарифмическая степень деформации. Вывести уравнение.
30. Степень деформации первого рода. Уравнение ее связи с логарифмической.
31. Напряжение в координатной плоскости: индексация и знаки напряжения.
32. Главное нормальное напряжение.
33. Главное касательное напряжение.
34. Условия пластичности Сен-Венана и Мизеса, их формулировки и отличия.
35. Указать напряжения, действующие на точку в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, поставить индексы.
36. Связь между напряжением и деформациями при пластической и упругой деформации.
37. Механическая схема деформаций. Назначение и возможное их число.
38. Дать формулировку правила знаков нормальных и касательных напряжений, которые действуют на точку в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.
39. Схемы главных деформаций, метод определения и возможное их число.
40. Контактное трение в процессах ОМД. Виды контактного трения.
41. Факторы, влияющие на величину сил контактного трения. Законы контактного трения.
42. Принципы наименьшего сопротивления, кратчайшей нормали и наименьшие периметру, формулировки и применение.
43. Неравномерность деформации и дополнительное напряжение, причины их появления.
44. Осесимметричное напряженное состояние. Изобразить схему, привести основные соотношения.

45. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Изобразить схемы, привести основные соотношения.
46. Определение коэффициента трения методом осаживания клиновых образцов.
47. Доказать положение о наличии в напряженном теле главного нормального напряжения.
48. Учитывается ли скорость деформации в законах подобия?
49. Какие методы определения полных и удельных усилий деформирования вы знаете?
50. В чем суть метода замены проекций сил проекциями площадей? примеры его применения.
51. В чем сущность метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и пластичности?
52. Как в общем случае строятся линии скольжения? Свойство ортогональности линий скольжения. Какие углы образуются при пересечении траекторий главных нормальных и главных касательных напряжений?
53. Как решаются задачи с помощью линий скольжения?
54. Достоинства и недостатки метода верхней оценки.
55. Кратко опишите метод баланса работ, сравните его с другими методами.
56. Охарактеризуйте визиопластический метод.
57. Сущность вариационных методов определения усилий и деформаций.
58. Экспериментальные способы определения удельного усилия (и удельных сил трения).
59. Определение работы деформации при осадке.
60. Принципиальная разница методов расчета потребного для осадки тоннажа пресса и молота.

### Типовые задачи:

1. Используя известные равенства, определите удельное и полное усилия при горячей открытой и закрытой пришивке цилиндрической заготовки.

Диаметр заготовки –  $D_0$ ; высота заготовки –  $h_0$ ; конечная толщина дна – 50 мм; диаметр прошивней - 90 и 110 мм; материал – сталь 20, температура – 1150°C.

Номер варианта	$D_0, \text{мм}$	$h_0, \text{мм}$
Вариант 1	250	300
Вариант 2	300	200
Вариант 3	250	150
Вариант 4	200	200

2. Используя известные формулы, определите удельное усилие, максимальную деформирующую силу и работу деформации за один ход при куз-

нечной операции протяжки цилиндрической заготовки в вырезных бойках в предположении полного охвата заготовки бойками.

Диаметр заготовки –  $D_0$ ; материал – сталь 20; температура – 110-150 °С.

Номер варианта	$D_0, \text{мм}$
Вариант 1	280
Вариант 2	300
Вариант 3	320
Вариант 4	400

3. Используя известные формулы, рассчитайте усилие, необходимое для вырубки отверстий круглой, треугольной и квадратной форм (диаметр –  $d$ , равен стороне треугольника и стороне квадрата –  $a$ ), для различных материалов (марку выберите): сталь, латунь, медь, алюминиевый сплав в листах толщиной –  $S$ .

Номер варианта	$S, \text{мм}$	$d = a, \text{мм}$
Вариант 1	10	15
Вариант 2	7,5	20
Вариант 3	5	18
Вариант 4	2,5	35

4. Пользуясь равенствами из литературы, определите усилие холодного волочения прутка диаметром  $d_0$  (угол волочения  $L = 7,5^\circ$ , длина цилиндрического пояска 1,5-2,0 мм).

Номер варианта	$S, \text{мм}$ $d_0, \text{мм}$	Материал прутка
Вариант 1	5,2	Латунь
Вариант 2	6,3	Медь
Вариант 3	6,8	Алюминий
Вариант 4	8,2	Латунь

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «промежуточный контроль (экзамен)»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично 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 четкие 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)