Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Механика обработки металлов давлением»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль) образовательной программы: Обработка металлов и сплавов давлением

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Технических дисциплин

Форма обучения: Очная, очно-заочная, заочная

Курс: 2**Семестр**: 4

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

Форма промежуточной аттестации:
Экзамен: 4 семестр

Лысьва 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана). В семестре предусмотрены аудиторные лекционные, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, защите практических занятий и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	**Вид контроля**			
	Текущий	**Рубежный**		**Итоговый**
	ТО	ОПЗ	Т/КР	**Экзамен**
Усвоенные знания				
З.1Знать современные методы определения усилий деформации, специализированные программные продукты для определения и анализа напряженного и деформированного состояния металлов.	+		+	ТВ
З.2 Знать закономерности протекания пластической деформации;	+		+	ТВ
З.3Знать технологические свойства и особенности обработки металлов давлением;	+		+	ТВ
З.4Знать схемы деформации, схемы напряженного состояния и особенности технологических процессов обработки металлов давлением;	+		+	ТВ
З.5Знать связь между напряжениями и деформациями; условия формоизменения различных процессов обработки металлов давлением и их влияние на физические и механические свойства металлов и сплавов.	+		+	ТВ

Освоенные умения				
У.1 Уметь использовать программные продукты для решения технических задач по обработке металлов давлением.		+		ПЗ
У.2 Уметь применять законы пластической деформации для решения технологических задач;		+	+	ПЗ
У.3Уметь выбирать способ обработки давлением для получения требуемого продукта;		+	+	ПЗ
У.4Уметь составлять математическое описание для расчета деформаций, напряжений и силовых параметров для различных процессов обработки металлов давлением.		+	+	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1Владеть навыками анализа структуры металлов и сплавов с применением специализированных программных продуктов.		+		ПЗ
В.2Владеть навыками анализа технологичности производственных процессов действующего металлургического производства.		+		ПЗ

ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме экзамена в 4 семестре, проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ

(индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний и освоенных умений проводится в форме защиты практических занятий и рубежного тестирования.

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 18 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. ПерваяКР- по разделу 2 «Деформационная теория пластичности и пластического течения», вторая КР – по разделу 5 «Анализ технологических операций обработки металлов давлением».

Типовые вопросы и задания контрольных работ(см. Приложение 1)

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических занятий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексное задание (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности***всех*** заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1 Типовые вопросы и задания для экзаменапо дисциплине(см. Приложение 2).

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь, владеть*приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины*.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОСобразовательной программы.

3.2.Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1

Типовые вопросы и задания контрольных работ

Типовые задания первой КР:

1. Чем отличаются дифференциальные уравнения движения от дифференциальных уравнений равновесия?
2. Что такое тензор абсолютной производной векторного поля скорости?
3. Как называется симметричная и кососимметричная части тензора абсолютной производной векторного поля скорости?
4. Какой имеют механический смысл и как называются компоненты тензора скорости деформации?
5. В чем состоит механический смысл первого инварианта тензора скорости деформации?
6. Дайте определение девиатора скорости деформации.
7. Чему равен первый инвариант девиатора скорости деформации?
8. Что характеризует девиатор скорости деформации?
9. Что называется напряжением?
10. Что такое тензор напряжений?
11. Что выражают индексы в компонентах в обозначениях компонент тензора напряжения?
12. В чем состоит механический смысл первого инварианта тензора напряжений?
13. Что такое девиатор напряжений? Что он характеризует?
14. Что называется интенсивностью касательных напряжений?
15. Сколько площадок главных касательных напряжений можно указать в некоторой точке деформируемого тела?
16. Чему равно главное касательное напряжение, нормальное напряжение на площадке, на которой оно действует?
17. Зачем необходимы физические уравнения связи напряженного и деформированного состояний?
18. В чем принципиальная разница между упругими и пластическими деформациями?
19. Приведите опытные данные о сжимаемости материалов?
20. В чем существо гипотезы о пропорциональности девиаторов?
21. Сформулируйте и запишите закон сохранения механических видов энергии.
22. Сформулируйте полную систему дифференциальных уравнений теории пластичности.
23. Запишите начальные условия для краевой задачи теории пластичности.
24. Запишите условие идеальной пластичности во всех известных формах.

Типовые задания второй КР:

1. Дайте определения плоского деформированного состояния и идеально пластичного материала.
2. Какие задачи называют статически определимыми?
3. Напишите полную систему дифференциальных уравнений теории пластичности, которая разрешима методом линий скольжения.
4. Чем является граница между жесткой и деформируемой частями обрабатываемого тела?
5. Сформулируйте первую краевую задачу. Расскажите о численном решении задачи Коши.
6. Сформулируйте вторую краевую задачу. Расскажите о численном решении задачи Римана.
7. Расскажите о третьей краевой задаче. Запишите вариационное уравнение принципа виртуальных скоростей.
8. Запишите принцип виртуальных скоростей и напряжений.
9. Какое поле напряжений называют статически возможным?
10. Покажите на примерах порядок построения виртуального напряженно-деформируемого состояния.
11. Что входит в состав тензометрической аппаратуры?
12. Что такое тензоэффект?
13. Какое назначение месдозы и как она устроена?
14. Что удается определить оптическим методом?
15. Что такое визиопластичность?
16. Что такое муар, растр, механическая интерференция?
17. Какие физические модели называют аналогами?
18. Каковы преимущества и недостатки испытания на осадку по сравнению с испытаниями на растяжение?
19. Перечислите требования к испытанию на осадку в холодном состоянии.
20. Какую роль играет закон трения в теории ОМД?
21. Укажите, какие различаются виды и режимы трения.
22. За счет чего может быть создан режим жидкостного трения?
23. Что такое годограф скоростей?
24. Опишите гидродинамический эффект при волочении проволоки.
25. Какой элемент инструмента для волочения проволоки обеспечивает гидродинамический эффект?
26. Какова роль противонатяжения при волочении проволоки?
27. Приведите условие захвата полосы прокатными валками.
28. Что такое коэффициент вытяжки?

Приложение 2

Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Физическая природа пластической деформации. Механика сплошных сред и пластической деформации.
2. Строение металлов. Типы кристаллических решеток.
3. Изменения в металле, связанны с пластической деформацией.
4. Влияние температуры и скорости пластической деформации на формирование кристаллической структуры.
5. Условия пластического деформирования материалов.
6. Напряжения и деформации в точке.
7. Главные максимальные касательные напряжения. Роль главных максимальных касательных напряжений.
8. Возможные схемы деформаций и напряженного состояний.
9. Деформационная теория пластичности и пластического течения.
10. Зависимость между напряжениями и деформациями (скоростями деформации).
11. Дифференциальные уравнения равновесия.
12. Соотношения между напряжениями, относительными деформациями и скоростями относительных деформаций при упругой и пластической деформации.
13. Методы решения технологических задач обработки давлением на основе интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с деформационными и уравнениями связи между напряжениями и деформациями.
14. Инженерный метод решения технологических задач обработки давлением и метод линий скольжения.
15. Вариационный метод решения технологических задач обработки давлением.
16. Метод верхней оценки для решения задач обработки давлением.
17. Применение вариационного метода для задачи осадки цилиндрической заготовки.
18. Экспериментально-аналитический метод решения задач обработки давлением.
19. Метод конечного элемента для решения задач обработки металлов давлением.
20. Метод конечных разностей для решения задач обработки металлов давлением.
21. Анализ технологических операций при обработке металлов давлением.
22. Определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации.
23. Выявление браковочных признаков.
24. Бочкообразование и методы борьбы с ним.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Расскажите о физической природе пластической деформации. Опишите механику сплошных сред и пластической деформации.
2. Расскажите об изменениях в металле, связанных с пластической деформацией.
3. Каково влияние температуры и скорости пластической деформации на формирование кристаллической структуры?
4. Опишите условия пластического деформирования материалов.

5. Дайте основные понятия о напряжениях и деформации в точке тела.
6. Главные максимальные касательные напряжения. Какова роль главных максимальных касательных напряжений.
7. Опишите возможные схемы деформаций и напряженного состояний.
8. Расскажите деформационную теорию пластичности и пластического течения.
9. Опишите зависимость между напряжениями и деформациями (скоростями деформации).
10. Приведите и опишите дифференциальные уравнения равновесия.
11. Опишите соотношения между напряжениями, относительными деформациями и скоростями относительных деформаций при упругой и пластической деформации.
12. Опишите методы решения технологических задач обработки давлением на основе интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с деформационными и уравнениями связи между напряжениями и деформациями.
13. Опишите инженерный метод решения технологических задач обработки давлением и метод линий скольжения.
14. Опишите вариационный метод решения технологических задач обработки давлением.
15. Опишите метод верхней оценки для решения задач обработки давлением.
16. Опишите экспериментально-аналитический метод решения задач обработки давлением.
17. Опишите метод конечного элемента для решения задач обработки металлов давлением.
18. Опишите метод конечных разностей для решения задач обработки металлов давлением.
19. Дайте анализ технологических операций при обработке металлов давлением.
20. Дайте определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

Задача 1. Исходная прямоугольная координатная сетка размерами $a_0 \times b_0$, нанесенная на плоскость разъема деформируемой заготовки, в процессе деформации искажается и принимает форму параллелограмма с размерами сторон c и dи углом между ними γ. Определить значение логарифмических деформаций в направлении осей координат xи y и подсчитать степень деформации сдвига λ для рассмотренного случая плоского деформированного состояния.

Данные к задаче 1

Вариант	a_0, мм	b_0, мм	c, мм	d, мм	γ, град
1	10	10	12	8	80
2	10	8	14	6	76
3	10	6	8	9	82
4	10	4	6	8	64
5	8	8	12	5	72

Задача 2. Цилиндрическая заготовка диаметром d_0 и высотой h_0 осаживается в условиях действия минимальных сил трения. Усилие, необходимое для перевода тела в пластическое состояние, составляет P_0. В промежуточный момент времени, когда высота заготовки уменьшается до h_1, усилие равно P_i, а в конце осадки, на высоте $h_к$, достигает величины $P_к$. Определить сопротивление деформации в начале, в середине

и в конце испытания. Используя полученные данные, найти значения коэффициентов *a* и *b*, входящих в описывающее поведение материала уравнение аппроксимации

$$\sigma_S = \sigma_{S0} + a\lambda^b,$$

где $\lambda = \sqrt{3}\ln\frac{h_0}{h_i}$ – степень деформации сдвига; h_i – текущая высота образца.

Данные к задаче 2

Вариант	d_0, мм	b_0, мм	P_0, кН	h_1, мм	P_1, кН	$h_к$, мм	$P_к$, кН
1	100	80	200	70	280	60	350
2	90	70	180	45	300	30	480
3	80	60	120	55	160	50	190
4	95	60	140	50	190	40	250
5	85	65	150	50	220	30	390

Задача 3. Образцы с исходной площадью поперечного сечения F_0 подвергаются деформации вида, приведенного в таблице. В первом случае испытание производится при атмосферном давлении ($g_I = 0$), в двух других – под воздействием всестороннего давления жидкости, соответственно, g_{II} и g_{III}. Разрушение образцов происходит в момент, когда напряжение достигает заданной величины $\sigma_p = \sigma_S$, при этом площадь поперечного сечения составляет, соответственно, F_I, F_{II} и F_{III}. Определить значения показателей напряженного состояния k и μ_σ в момент разрушения и построить диаграмму пластичности $\lambda_p = \lambda_p(k)$.

Данные к задаче 3

Вариант	Вид деформации	F_0, мм^2	F_I, мм^2	F_{II}, мм^2	g_{II}, МПа	F_{III}, мм^2	g_{III}, МПа	σ_S, МПа
1	Сжатие	1200	1420	2150	20	2830	40	32
2	Растяжение	50	46	33	15	22	30	46
3	Сжатие	800	1130	1970	10	2480	30	38
4	Растяжение	24	21	16	30	12	50	22
5	Сжатие	460	670	890	20	1110	40	54

Пример теста 1

1. Обработка металлов давлением основана на механике сплошных **сред.**

2. Пластическая деформация металлов является **необратимой.**

3. На формирование кристаллической структуры металлов влияет **температура и скорость.**

4. Напряжения и деформации металлов между собой связаны математическими

зависимостями.

5. Напряженное состояние в точке металлического образца характеризуется
тензором напряжений.

6. Деформированное состояние в точке металлического образца характеризуется тензором
скорости.

7. В результате воздействий на металл возникают главные максимальные
касательные напряжения.

8. Пластическое состояние металла характеризуется наличием остаточных
деформаций.

9. В упругом состоянии металл восстанавливает свою
форму.

10. Для решения задач используются деформационные уравнения равновесия и уравнения связи между
напряжениями и деформациями.

11. Методы решения технологических задач
а) инженерный, линий скольжения;
б) линий скольжения, энергетический;
в) энергетический, инженерный.

12. Энергетические методы решения задач:
а) вариационный и верхней оценки;
б) верхней оценки и экспериментально-аналитический;
в) экспериментально-аналитический и вариационный;
г) все выше перечисленные.

13. Вариационный метод применяют для задачи осадки цилиндрической
заготовки.

14. Экспериментально-аналитический метод основан на сочетании исследований
экспериментальных и аналитических.

15. Анализ технологических операций предусматривает определение
сил и осадки.

16. Вид обработки
а) горячая;
б) холодная;
в) все выше перечисленные.

17. При температуре близкой к плавлению возможен
пережог.

18. Наклёпом металлов и сплавов называется их

упрочнение.

19. Наклёп приводит к повышению усталостной
прочности.

20. В энергетическом методе используется уравнение баланса
мощностей.

Пример теста 2

1. В основу инженерного метода положен принцип тонких
сечений.

2. Необратимой деформацией является
пластическая.

3. Температура и скорость деформации влияет на формирование
кристаллической структуры.

4. Наклёп приводит к возникновению в поверхностном слое детали
остаточных напряжений.

5. Математическими зависимостями связывают между собой
напряжения и деформации.

6. Тензор скорости деформации и вращения отражает деформированное
состояние.

7. Главные максимальные касательные напряжения возникают в результате воздействий на
металл.

8. По наличию остаточных деформаций определяют пластическое состояние
металла.

9. Металл восстанавливает свою форму в упругом
состоянии.

10. Для решения задач используются уравнения связи между напряжениями и деформациями и деформационные
уравнения равновесия.

11. Методы решения технологических задач
а) инженерный, линий скольжения;
б) линий скольжения, энергетический;
в) энергетический, инженерный.

12. Энергетические методы решения задач
а) вариационный и верхней оценки;
б) верхней оценки и экспериментально-аналитический;
в) экспериментально-аналитический и вариационный;

г) все выше перечисленные.

13. Для задачи осадки цилиндрической заготовки применяют
вариационный метод.

14. Сочетание экспериментальных и аналитических исследований является основой метода
экспериментально-аналитического.

15. Усталостная прочность повышается в результате
наклёпа.

16. Вид обработки
а) горячая;
б) холодная;
в) все выше перечисленные.

17. Пережог возможен при температуре, близкой к
плавлению.

18. Упрочнение металлов и сплавов называется их
наклёпом.

19. Определение сил и осадки позволяет выполнить анализ
технологических операций.

20. Уравнение баланса мощностей используетсяв
энергетическом методе.