

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 23.06.2026 16:16:17
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заочный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

**«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»**

Факультет: ГТФ

Научная специальность: 2.5 «Машиностроение»

Направленность: 2.5.21 «Машины, агрегаты и технологические процессы»

Уровень образования: аспирантура

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.Т.Н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Е.В. Лаговская

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры,
протокол № 11 от 10.06 2026 г.

И.О. Зав. кафедрой _____ Е.В. Лаговская

Фонд оценочных средств по дисциплине «Современные проблемы механики обработки металлов давлением» для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральными государственными требованиями высшего образования по специальности / направлению подготовки 2.5.21 «Машины, агрегаты и технологические процессы» на основе Рабочей программы дисциплины «Современные проблемы механики обработки металлов давлением», утвержденной решением ученого совета от 24.03.2026 г., Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1. Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
--------------------------------	-----------------------

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

№п/п	Контролируемые разделы(темы) дисциплины	Код результата обучения по дисциплине/ модулю	Оценочные средства текущей аттестации	
			Наименование	Форма
3 курс				

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Задания для текущего контроля успеваемости

1. Дайте определение механики обработки металлов давлением как науки. Назовите ее основные разделы.
2. Охарактеризуйте современное состояние механики ОМД. Какие проблемы являются наиболее актуальными?
3. Сформулируйте задачу определения напряженно-деформированного состояния (НДС) при пластическом деформировании.
4. Что такое тензор напряжений и тензор деформаций? Приведите их компоненты.
5. Сформулируйте условия пластичности Губера – Мизеса и Треска – Сен-Венана. Укажите их основные различия.
6. Опишите деформационную теорию пластичности. При каких условиях она применима?
7. В чем суть теории пластического течения? Сформулируйте ассоциированный закон течения.
8. Что такое схема напряженного состояния и как она влияет на пластичность и деформируемость металлов?
9. Перечислите и охарактеризуйте известные критерии разрушения металлов при пластической деформации.
10. Объясните понятие «деформируемость» металлов. Какими показателями она оценивается?
11. Назовите методы испытаний для оценки пластичности и деформируемости материалов.
12. Что такое диаграмма предельной деформируемости (Forming Limit Diagram, FLD)?
13. Опишите физическую природу пластической деформации металлов. Что такое дислокации?

14. Как эволюционирует дислокационная структура в процессе пластической деформации?
15. Объясните процессы динамического возврата и рекристаллизации при горячей деформации.
16. Сформулируйте понятие «поврежденность» металла. Как она может быть оценена?
17. Какие факторы (температура, скорость деформации, химический состав) влияют на пластичность металлов?
18. Охарактеризуйте современное состояние и перспективы применения САЕ-технологий в ОМД.
19. Какие математические модели наиболее часто используются для описания поведения металлов при деформации?
20. Каковы основные принципы построения физических моделей пластической деформации?
21. Перечислите и дайте краткую характеристику основных современных методов экспериментального исследования ОМД.
22. Как используется метод конечных элементов (МКЭ) для моделирования процессов ОМД?
23. Что такое цифровой двойник технологического процесса? Приведите пример для прокатки или штамповки.
24. Какие существуют проблемы и ограничения при моделировании процессов ОМД?
25. Какие перспективные направления развития механики обработки металлов давлением в ближайшие 10–15 лет?

2.2. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

1. Обзор современного состояния механики ОМД. Актуальные проблемы, стоящие перед наукой и практикой. Анализ ведущих отечественных и зарубежных научных школ. Ключевые тенденции: ресурсосбережение, повышение качества продукции, моделирование, цифровизация.
2. Тензор напряжений и деформаций. Условия пластичности. Теории течения. Критерии разрушения при пластической деформации.
3. Методы оценки деформируемости. Механические испытания на пластичность. Диаграммы предельной деформируемости. Анализ реальных случаев разрушения при ОМД.
4. Физические основы пластической деформации. Эволюция дислокационной и зеренной структуры. Понятие поврежденности металла и способы ее оценки. Влияние температуры и скорости деформации.
5. Современные подходы к математическому и компьютерному моделированию ОМД. Метод конечных элементов. Цифровые двойники процессов и оборудования. САЕ-системы для моделирования ОМД.

2.3. Фонд оценочных средств

1. Задание закрытого типа на установление соответствия – 5 шт.

Уровень сложности: средний

Задание 1.1. Установите соответствие между процессом ОМД и основным видом напряженно-деформированного состояния.

Процесс ОМД	Вид НДС
1. Волочение	А. Всестороннее неравномерное сжатие + сдвиг
2. Прессование	Б. Растяжение в продольном направлении + сжатие в поперечном
3. Ковка (осадка)	В. Схема всестороннего неравномерного сжатия
4. Прокатка	Г. Всестороннее сжатие + сдвиг

Задание 1.2. Установите соответствие между методом испытаний и определяемой характеристикой.

Метод испытаний	Характеристика
1. Испытание на растяжение	А. Сопротивление пластической деформации (кривая упрочнения)
2. Испытание на осадку	Б. Твердость
3. Испытание на кручение	В. Предельная степень деформации до разрушения при сдвиге
4. Испытание на вдавливание индентора	Г. Предел текучести, относительное удлинение и сужение

Задание 1.3. Установите соответствие между названием закона и его математическим выражением.

Закон (положение)	Математическое выражение
1. Условие пластичности Губера – Мизеса	А. $\sigma_1 = \sigma_s$
2. Ассоциированный закон течения	Б. $d\epsilon_{ij} = d\lambda * \partial f / \partial \sigma_{ij}$
3. Условие пластичности Треска	В. $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_s$
4. Уравнение связи напряжений и деформаций	Г. $\sigma_i = f(\epsilon_i)$

Задание 1.4. Установите соответствие между типом дефекта и возможной причиной его возникновения.

Дефект	Возможная причина
1. Трещины на поверхности	А. Недостаточная пластичность металла
2. Расслоение	Б. Недопустимо высокие растягивающие напряжения
3. Складки (закаты)	В. Неправильная схема течения металла
4. Пережоги	Г. Превышение температуры нагрева

Задание 1.5. Установите соответствие между величиной и единицей измерения в системе СИ.

Величина	Единица измерения
1. Напряжение	А. Паскаль (Па)
2. Деформация	Б. Ватт (Вт)
3. Скорость деформации	В. Обратная секунда (s^{-1})
4. Мощность деформации	Г. Безразмерная величина

2. Задание закрытого типа на установление последовательности – 5 шт.

Уровень сложности: низкий–средний

Задание 2.1. Расположите этапы проведения механических испытаний на растяжение в правильной последовательности.

1. Измерение конечных размеров образца после разрушения
2. Фиксация момента разрушения и усилия разрушения
3. Установка образца в захваты испытательной машины
4. Нагружение образца с регистрацией диаграммы «усиление – удлинение»
5. Построение диаграммы напряжений и определение характеристик прочности и пластичности

Задание 2.2. Установите последовательность этапов моделирования процесса штамповки методом конечных элементов.

1. Импорт геометрии заготовки и инструмента в САЕ-систему
2. Назначение граничных условий и управляющих параметров процесса
3. Построение конечно-элементной сетки и задание свойств материала

4. Интерпретация результатов и оптимизация процесса

Задание 2.3. Расположите типовую последовательность изменения микроструктуры при горячей пластической деформации.

1. Динамическая полигонизация
2. Исходная равноосная зеренная структура
3. Динамическая рекристаллизация
4. Формирование вытянутых (деформированных) зерен

Задание 2.4. Установите последовательность изменения поврежденности металла в процессе пластической деформации (от начального состояния).

1. Зарождение микропор на неметаллических включениях и границах зерен
2. Слияние микропор и образование макротрещины
3. Стадия практически неповрежденной деформации (до определенной степени)
4. Рост и коалесценция микропор

Задание 2.5. Расположите основные этапы развития механики ОМД как науки в хронологическом порядке.

1. Разработка классических теорий пластичности (Губер, Мизес, Треска)
2. Применение метода конечных элементов и начало компьютерного моделирования
3. Создание первых феноменологических теорий разрушения при ОМД
4. Зарождение науки о пластичности (работы Кулона, Сен-Венана, Треска)

3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех и обоснованием – 5 шт.

Уровень сложности: средний–высокий

Задание 3.1. Какая из перечисленных схем напряженного состояния является **наиболее благоприятной** для обработки металлов давлением (обеспечивает максимальную пластичность)?

- А) Всестороннее неравномерное растяжение
- Б) Всестороннее равномерное сжатие (гидростатическое давление)
- В) Плоское напряженное состояние
- Г) Схема с доминирующими касательными напряжениями

Задание 3.2. Какое явление является **наиболее частой причиной** образования трещин на поверхности при горячей прокатке?

- А) Недостаточная температура металла
- Б) Пережог металла
- В) Действие высоких растягивающих напряжений в комбинации с пониженной пластичностью
- Г) Наличие неметаллических включений в структуре

Задание 3.3. Какой математический аппарат лежит в основе абсолютного большинства современных САЕ-систем для моделирования ОМД?

- А) Метод граничных элементов (МГЭ)
- Б) Метод конечных элементов (МКЭ)
- В) Метод конечных разностей (МКР)
- Г) Метод дискретных элементов (МДЭ)

Задание 3.4. Предел текучести материала σ_s при пластической деформации зависит **в первую очередь** от:

- А) Химического состава и структурного состояния
- Б) Температуры и скорости деформации
- В) Степени деформации (наклепа)

Г) Всех перечисленных факторов в комплексе

Задание 3.5. Что из перечисленного является **наименее изученной и наиболее сложной** проблемой современной механики ОМД?

- А) Точное определение напряженно-деформированного состояния
- Б) Моделирование микроструктурных превращений в процессе деформации
- В) Расчет энергосиловых параметров для простых процессов
- Г) Проектирование инструмента для простых форм изделий

4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и обоснованием – 5 шт.

Уровень сложности: высокий

Задание 4.1. Какие факторы оказывают существенное влияние на напряженно-деформированное состояние при обработке металлов давлением?

- 1. Конфигурация очага деформации
- 2. Температура деформирования
- 3. Цвет защитного покрытия
- 4. Скорость деформации
- 5. Условия контактного трения

Задание 4.2. Выберите методы моделирования, наиболее часто используемые для анализа сложных процессов ОМД.

- 1. Аналитические методы
- 2. Метод конечных элементов (МКЭ)
- 3. Экспериментальные методы на физических моделях
- 4. Метод проб и ошибок
- 5. Комбинированные методы (гибридное моделирование)

Задание 4.3. Какие из перечисленных критериев разрушения **применяются** в механике обработки металлов давлением?

- 1. Критерий наибольших касательных напряжений
- 2. Критерий Кулона – Мора
- 3. Критерий максимальной интенсивности деформаций
- 4. Критерий накопления поврежденности (механика сплошных повреждений, CDM)
- 5. Критерий Губера – Мизеса

Задание 4.4. Выберите параметры, которые характеризуют пластичность металла.

- 1. Относительное удлинение после разрыва (δ)
- 2. Относительное сужение поперечного сечения (ψ)
- 3. Предел прочности (σ_B)
- 4. Угол закручивания до разрушения при испытаниях на кручение
- 5. Число ударов при испытаниях на ударную вязкость

Задание 4.5. Какие из перечисленных направлений можно считать перспективными для исследований в области механики ОМД?

- 1. Развитие многоуровневых математических моделей
- 2. Создание цифровых двойников технологических процессов
- 3. Разработка новых методов испытаний пластичности
- 4. Изучение деформируемости новых перспективных сплавов
- 5. Полный отказ от экспериментальных исследований в пользу компьютерного моделирования

5. Задание открытого типа с развернутым ответом – 5 шт.

Уровень сложности: высокий

Задание 5.1. Сформулируйте основные положения деформационной теории пластичности и теории пластического течения. Укажите области их применимости, достоинства и недостатки.

Задание 5.2. Объясните, что такое «поврежденность» металла при пластической деформации. Какие факторы влияют на кинетику накопления повреждений и как можно оценить уровень поврежденности материала?

Задание 5.3. Объясните сущность процесса динамической рекристаллизации. При каких условиях она протекает, как влияет на структуру и свойства металла после горячей деформации и какое значение имеет для практики обработки металлов давлением?

Задание 5.4. Перечислите известные Вам критерии разрушения металлов, применяемые в механике ОМД. Укажите для каждого критерия контролируемый параметр и область преимущественного использования.

Задание 5.5. Какие особенности деформирования необходимо учитывать при разработке технологии обработки давлением нового, малопластичного сплава? Предложите мероприятия по повышению его деформируемости на примере конкретного процесса ОМД (по выбору: прессование, прокатка, штамповка).