

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



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине**

**«Математическое моделирование специальных процессов
обработки давлением»**

15.04.01 Машиностроение

«Технологии и машины обработки давлением»

Разработчик:
доцент А.С.С Стоянов А.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры обработки металлов
давлением и сварки от «25» 02 2025 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой А.С.С Стоянов А.А.
(подпись)

Луганск 2025

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Математическое моделирование специальных
процессов обработки давлением»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Для какого метода моделирования специальных процессов обработки давлением не важна природа материала?

- А) физического
- Б) аналогового
- В) математического
- Г) геометрического

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

2. Какой метод моделирования специальных процессов обработки давлением не относится к аналоговому типу?

- А) фотоупругости
- Б) электромоделирования
- В) поляризационно-оптический
- Г) растяжения на разрыв

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3. Для какого метода моделирования специальных процессов обработки давлением принято применять в качестве модели, материалы, аналогичные по природе используемым в производственном процессе?

- А) физического
- Б) аналогового
- В) математического
- Г) геометрического

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

4. Какой из специальных процессов горячей штамповки не относится к процессам с распределенными параметрами?

- А) деформация заготовки
- Б) транспортирование заготовки между операциями
- В) нагрев металла
- Г) охлаждение металла

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

5. Какой из видов описания технических систем при моделировании специальных процессов обработки давлением является описанием закона функционирования системы с полностью известными параметрами?

- А) типа «черный ящик»
- Б) типа «белый (прозрачный) ящик»
- В) не параметризованный закон функционирования
- Г) параметризованный закон функционирования

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Выберите несколько правильных ответов

6. Какие способы классификации технических систем специальных процессов обработки давлением характеризуют их отношение к окружающей среде?

- А) искусственные (орудия, механизмы, машины, автоматы, роботы)
- Б) открытые (есть обмен ресурсами с окружающей средой)
- В) естественные (живые, неживые, экологические, социальные и т.д.)
- Г) закрытые (нет обмена ресурсами с окружающей средой)

Правильный ответ: Б, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите соответствие типов моделирования формоизменения и их характеристик. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Тип	Характеристика
1) Конечно-элементное моделирование формоизменения, при изменении напряженно-деформированного состояния	А) не меняет геометрических параметров поля
2) Границно-элементное моделирование формоизменения, при изменении напряженно-деформированного состояния	Б) не зависит от условий дискретизации
3) Моделирование формоизменения методом деформированного многогранника, при изменении контактного трения	В) слабо зависит от условий дискретизации
4) Конечно-элементное моделирование формоизменения, при изменении контактного трения	Г) требует изменения уровня дискретизации

Правильный ответ: 1-Г, 2-В, 3-А, 4-Б

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

2. Установите соответствие особенностей моделирования специальных процессов обработки металлов давлением их описаниям. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Особенность моделирования

- 1) Особенностью моделирования процессов холодной объёмной штамповки является
- 2) Особенностью моделирования процессов горячей объёмной штамповки является
- 3) Особенностью моделирования процессов полугорячей объёмной штамповки является
- 4) Особенностью моделирования процессов глубокой вытяжки из листовой заготовки

- | | |
|----|---|
| А) | контроль фактора стабильности температуры на всех переходах |
| Б) | контроль контактного трения инструмента с заготовкой |
| В) | учёт существенного деформационного упрочнения материала |
| Г) | контроль фактора времени в условиях проявления высокой пластичности материала |

Правильный ответ: 1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3. Установите соответствие описаний методов моделирования операций специальных процессов обработки давлением и их названий. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Описание метода

- 1) Численным методом является
- 2) Дает решение в виде компактной формулы
- 3) Может реализовываться исключительно посредством геометрических построений
- 4) Приближенный энергетический метод, основанный на экстремальных принципах теории пластичности

Название

- | | |
|----|--------------------------------------|
| А) | инженерный метод |
| Б) | метод верней оценки |
| В) | метод граничных элементов |
| Г) | метод деформированного многогранника |

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность этапов системного анализа при моделировании специальных процессов обработки давлением. Запишите правильную последовательность букв слева направо:

- А) формулировка целей исследования
 - Б) формулировка проблемы, постановка задачи
 - В) испытание, верификация функционирования системы
 - Г) выделение системы и подсистем, их связей
 - Д) точнение, корректировка результатов испытания системы
- Правильный ответ: Б, А, Г, В, Д
- Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

2. Установите правильную последовательность этапов численной реализации метода конечных элементов при моделировании специальных процессов обработки давлением. Запишите правильную последовательность букв слева направо:

- А) определение аппроксимирующей функции для каждого, элемента (определение функций элемента)
 - Б) объединение конечных элементов в ансамбль
 - Г) выделение конечных элементов (разбиение заданной области на конечные элементы)
 - Д) определение вектора узловых значений функции
- Правильный ответ: Г, А, В, Д
- Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3. Установите правильную последовательность этапов вычислительного эксперимента при моделировании специальных процессов обработки давлением. Запишите правильную последовательность букв слева направо:

- А) создание метода расчета
 - Б) проведение расчетов на компьютере
 - В) построение математической модели
 - Г) обработка результатов расчетов
 - Д) уточнение математической модели (при необходимости)
 - Е) разработка программы
- Правильный ответ: В, А, Е, Б, Г, Д
- Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

4. Установите правильную последовательность этапов математического моделирования специальных процессов обработки давлением. Запишите правильную последовательность букв слева направо:

- А) выбор метода решения
 - Б) компьютерное исследование или вычислительный эксперимент
 - В) разработка и применение программного обеспечения
 - Г) построение математической модели
 - Д) обработка и анализ результатов вычислительного эксперимента
- Правильный ответ: Г, А, В, Б, Д
- Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (слова).

1. Основной целью реализации физического моделирования специальных процессов обработки давлением является достижения соответствия ими условий _____.

Правильный ответ: рациональности, оптимальности.

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

2. Физическое моделирование специальных процессов обработки давлением чаще всего сводится к определению технологических _____.

Правильный ответ: усилий

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3. Исследование, выполняемое на моделях иной физической природы в сравнении с натурным объектом, относится к моделированию этим методом _____.

Правильный ответ: аналоговым

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

4. Принципиальное различие процессов прессования (выдавливания) и волочения определяется в очаге деформации схемой _____.

Правильный ответ: напряженного состояния

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите пропущенное словосочетание.

1. В решениях обратных задач формоизменения при моделировании специальных процессов обработки давлением, этот алгоритм считается универсальным для любых методов моделирования, но при этом организационно считается наиболее громоздким и называется алгоритмом обращения _____.

Правильный ответ: движения деформирования.

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

2. В этом численном методе дискретизация (аппроксимация) формы 3D-объекта, подвергаемого моделированию формоизменения, производится 2D-элементами, а метод называется _____.

Правильный ответ: методом граничных элементов.

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3. В этом численном методе дискретизация (аппроксимация) формы 3D-объекта, подвергаемого моделированию формоизменения, производится 3D-элементами, а метод называется _____.

Правильный ответ: методом конечных элементов

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

4. При моделировании специальных процессов обработки давлением этот метод преимущественно применяется для расчёта задач распределения температуры по объёму расчётных объектов и называется _____.

Правильный ответ: конечно-разностным, методом конечных разностей

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Прочтите текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки.

Перечислите требования, предъявляемые к математическим моделям, дайте им оценку.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат: К математическим моделям предъявляются различные, требования, основными из которых являются адекватность, универсальность и экономичность.

Адекватность. Модель считается адекватной, если отражает свойства объекта моделирования с приемлемой точностью. Точность модели должна быть достаточной для решения поставленных исследователем задач. Точность определяется как степень совпадения выходных параметров объекта и модели.

Универсальность. Универсальность модели определяется числом и составом внутренних факторов и выходных параметров, отражающих учитываемые в модели свойства. Увеличение числа учитываемых внутренних факторов расширяет область применимости модели, но существенно усложняет ее. Выбор совокупности выходных параметров модели неоднозначен, однако для большинства объектов моделирования число и перечень учитываемых свойств и выходных параметров сравнительно невелики и достаточно стабильны.

Экономичность. Экономичность модели характеризуется затратами вычислительных ресурсов для ее реализации, а именно затратами машинного времени и вычислительных ресурсов. Требования широких областей адекватности, высокой степени универсальности, с одной стороны, и высокой экономичности, с другой, являются противоречивыми. Наилучшее

компромиссное удовлетворение этих требований оказывается неодинаковым в различных областях применения.

Критерии оценивания: наличие в ответе перечисления требований, предъявляемых к математическим моделям, их краткая оценка.

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

*2. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа.
Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки.*

Охарактеризуйте общие положения метода граничных элементов.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат: Метод граничных элементов предполагает постановку краевой задачи в виде интегральных граничных уравнений. Поэтому первый шаг на пути к решению задач обработки металлов давлением состоит, в переходе от дифференциальных уравнений в частных производных к эквивалентным интегральным уравнениям. Во многих случаях, когда такой переход является успешным, решение исходной задачи может быть получено с минимальными вычислительными затратами и высокой степенью точности. Кроме того, размерность исходной задачи понижается на единицу, двумерные задачи преобразуются в одномерные.

Все разновидности метода граничных элементов используют принцип суперпозиции, поэтому область их применения ограничивается классом полностью линейных или линейных на рассматриваемом этапе задач. Это снижает эффективность применения метода при решении задач обработки металлов давлением, являющихся нелинейными. В то же время существует класс технических задач, встречающихся в процессе моделирования технологических процессов обработки давлением, для которых применение метода граничных элементов эффективно. Это задачи линейной упругости, например, определение напряженно-деформированного состояния инструмента и задачи стационарной теплопроводности.

Различают прямые и непрямые методы граничных элементов. В прямых искомыми переменными краевой задачи являются величины, имеющие реальный физический смысл, например, в задачах теории упругости – усилия и перемещения. В непрямых – решение искомой задачи выражается через функции плотности, которые сами по себе не имеют реального физического смысла. После того как функции плотности найдены, значения реальных физических параметров задачи могут быть получены из них путем простого интегрирования.

При этом результатом перехода от дифференциальных уравнений в частных производных к интегральным уравнениям является система уравнений, включающая значения переменных только на границе заданной области. Поэтому в отличии от методов конечных элементов и конечных разностей, последующая дискретизация задачи осуществляется только на границе исследуемой области. Последнее обуславливает, во-первых, более высокую по сравнению с другими методами точность решения, во-вторых,

существенно меньший объем входных данных при реализации методов на ЭВМ.

Критерии оценивания: наличие в ответе характеристики общих положений метода граничных элементов, логичность представленного описания общих положений метода граничных элементов.

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя компактные формулировки.

Охарактеризуйте обобщенную математическую модель специальных процессов обработки металлов давлением.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат: Обобщенная модель специальных процессов обработки металлов давлением может быть представлена в виде некоторого абстрактного блока, реагирующего на изменение вектора входных параметров $\{X\} = \{X_1, \dots, X_n\}$ соответствующим изменением выходных параметров $\{Y\} = \{Y_1, \dots, Y_n\}$:

Входные параметры $\{X_1, \dots, X_n\}$ принято делить на наблюдаемые (доступные измерению) и ненаблюдаемые, а наблюдаемые на управляемые и неуправляемые. Такое деление параметров в значительной степени условно и зависит от технического уровня контрольно-измерительной аппаратуры. Выбор управляемых параметров определяется в основном видом решаемых при моделировании задач. Применительно к процессам обработки металлов давлением можно выделить следующие входные параметры:

- параметры материала заготовки: химический состав, структура, физико-механические свойства;
- геометрические параметры заготовки: форма, размеры;
- метрологические параметры заготовки: отклонение формы, точность размеров, шероховатость поверхности;
- геометрия и размеры инструмента;
- температурно-скоростной режим деформирования;
- контактные условия.

Выходные параметры модели процессов обработки металлов давлением представляют собой обычно геометрические, размерные, физико-механические характеристики и структуру металла изделий, а также комплексные показатели процесса (производительность, стоимость продукции и т.д.).

Критерии оценивания: логичность представленного описания обобщенной модели процессов обработки металлов давлением, наличие в ответе перечисления входных параметров.

Компетенции (индикаторы): ПК-5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Математическое моделирование специальных процессов обработки давлением» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение».

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики



С.Н. Ясуник

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)