

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 технологий
и инженерной механики

Могильная Е.П.

«25» 02 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Оптимизация специальных процессов обработки давлением»

15.04.01 Машиностроение

«Технологии и машины обработки давлением»

Разработчик:

доцент А.А. 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.А. Стоянов А.А.

Луганск 2025

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

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Расчетным параметром процесса гибки, который требует оптимизации, является

- А) предел текучести
- Б) изгибающий момент
- В) твердость поверхности материала
- Г) температура плавления материала

Правильный ответ: Б

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

2. Радиальное обжатие это

- А) штамповка в заготовительном ручье
- Б) деформирование заготовки на относительно небольшом участке ее длины периодически сходящимися пульсирующими бойками
- В) протяжка через фильеру
- Г) обжим вращающимися валками

Правильный ответ: Б

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

3. Одним из основных методов решения задач упругопластичности при оптимизации специальных процессов обработки давлением, является

- А) метод начальных элементов
- Б) метод конечных элементов
- В) метод дифференциальных элементов

Правильный ответ: Б

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

Выберите все правильные варианты ответов

4. Краевая задача при оптимизации специальных процессов обработки давлением, должна удовлетворять следующим условиям:

- А) решение должно быть многоуровневым
- Б) решение должно существовать
- В) решение должно быть единственным

Правильный ответ: Б, В

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

5. Критериями эффективности специальных процессов обработки давлением являются:

- А) минимальный расход металла на поковку
- Б) минимальные энергетические затраты в технологии
- В) использование при их проектировании математического моделирования

- Д) высокое качество поковок
- Г) привлечение высококвалифицированных работников
- Е) высокая производительность процесса

Правильный ответ: А, Б, Д, Е

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

6. Выберите все правильные варианты ответов

Укажите управляемые технологические факторы при реализации специальных процессов обработки металлов давлением

- А) температура
- Б) степень деформации
- В) напряжения
- Г) скорость деформации

Правильный ответ: А, Б, Г

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

Задания закрытого типа на установление соответствия

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца

1. Установите правильное соответствие способа выдавливания и особенностей течения металла при оптимизации специальных процессов обработки давлением

1) При прямом выдавливании	А) направление течения металла противоположно направлению движения пуансона относительно матрицы
2) При обратном выдавливании	Б) течение металла осуществляется через отверстие, расположенное в донной части матрицы, в направлении, совпадающем с направлением движения пуансона
3) При боковом выдавливании	В) одновременное течение металла по нескольким направлениям
4) При комбинированном выдавливании	Г) течение металла происходит через отверстие в боковой части матрицы в направлении, не совпадающем с направлением движения пуансона

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В

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

2. Установите соответствие названия специального процесса обработки давлением его описанию

1) Вальцовка	А) увеличение размеров поперечного сечения исходной заготовки у ее краевой части с использованием сопротивления электрическому току и осадки
2) Накатка резьбы	Б) разновидность процесса продольной периодической прокатки, заключается в получении профилированных заготовок в фигурных ручьях деформирующего инструмента, устанавливаемого на валках, вращающихся навстречу друг другу
3) Электровысадка	В) оформление геометрической формы профиля резьбы пластической деформацией

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-А

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

3. Установите правильное соответствие реологической модели её описанию для случая линейного напряженного состояния при оптимизации специальных процессов обработки давлением

1) Линейноупругая среда Гука	А) отражающая свойство вязкости, сопротивление деформации прямо пропорционально ее скорости
2) Жесткопластическая среда Мизеса	Б) отражает свойство упругости, а реологическая кривая представляет собой прямую линию, с которой совпадают линии нагружения и разгрузки (обратимый процесс)
3) Линейновязкая среда Ньютона	В) отражает свойство пластичности, заключающееся в том, что по достижении некоторого напряжения появляется остаточная пластическая деформация

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-А

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

4. Установите соответствие названия схемы раскатки кольцевых заготовок и её описания

1) Открытая	А) исходная заготовка раскатывается двумя сближающимися цилиндрическими валками в радиальном направлении и двумя коническими валками в осевом направлении
2) Полуоткрытая	Б) исходная заготовка раскатывается в радиальном и осевом направлениях двумя сближающимися профильными валками, поверхности которых на финальной стадии процесса образуют замкнутое сечение

3) Закрытая	В) исходная заготовка раскатывается в радиальном и осевом направлениях двумя сближающимися профильными валками
4) Полузакрытая	Г) исходная заготовка раскатывается двумя сближающимися цилиндрическими валками в радиальном направлении

Правильный ответ: 1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В

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

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. Установите правильную последовательность основных этапов решения задачи методом конечных элементов при оптимизации специальных процессов обработки давлением

- А) моделирование граничных условий
- Б) анализ результатов
- В) создание сетки конечных элементов
- Г) численное решение системы уравнений
- Д) построение геометрической модели

Правильный ответ: Д, В, А, Г, Б

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

2. Основные этапы решения задачи методом конечных разностей при оптимизации специальных процессов обработки давлением

А) алгоритмизация. Осуществляется разработка алгоритма решения дискретной задачи, разработка компьютерной программы, реализующей алгоритм, проводится отладка программы

Б) аналитическое исследование схемы. Проводится теоретическое исследование основных свойств разностной схемы: аппроксимации, устойчивости и сходимости. Определяются порядки сходимости схемы относительно параметров дискретизации

В) дискретизация. На этом этапе область непрерывного изменения аргументов заменяется конечным или счетным набором точек, называемых узлами. Совокупность всех узлов называют сеткой. Вместо функций непрерывных аргументов рассматриваются функции, определенные на сетке (сеточной области), называемые сеточными функциями. Уравнения и условия, входящие в описание задачи, заменяются дискретными аналогами. В результате получается сеточная (разностная) схема

Г) экспериментальное исследование. Формируются специальные тестовые задачи, решение которых удастся вычислить с высокой точностью, используя альтернативный метод. Далее с помощью разработанной программы проводится исследование сходимости сеточных решений тестовых задач к высокоточным при измельчении сетки

Правильный ответ: В, Б, А, Г

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

3. Основные этапы подготовки задач к решению на ЭВМ при оптимизации специальных процессов обработки давлением

А) анализ и исследование задачи, модели. Анализ существующих аналогов, технических и программных средств, разработка математической модели и структур данных

Б) программирование. Выбор языка программирования, уточнение способов организации данных, запись алгоритма на выбранном языке программирования

В) анализ результатов решения задачи и уточнение в случае необходимости математической модели с повторным выполнением предыдущих этапов

Г) постановка задачи. Сбор информации о задаче, формулировка условия, определение конечных целей решения, формы выдачи результатов и описание данных (их типов, диапазонов величин, структуры и т. п.)

Д) сопровождение программы. Доработка программы для решения конкретных задач, составление документации к решённой задаче, математической модели, алгоритму, программе, набору тестов, к использованию

Е) тестирование и отладка. Синтаксическая отладка, отладка семантики и логической структуры, тестовые расчеты и анализ результатов тестирования, совершенствование программы

Ж) разработка алгоритма. Выбор метода проектирования алгоритма, формы записи алгоритма (блок-схемы, псевдокод и др.), выбор тестов и метода тестирования, проектирование алгоритма

Правильный ответ: Г, А, Ж, Б, Е, В, Д

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

4. Установите правильную последовательность этапов численной реализации метода конечных элементов при оптимизации специальных процессов обработки давлением

А) определение аппроксимирующей функции для каждого, элемента (определение функций элемента)

В) 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)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание)

1. Отклонение экспериментальных точек от аппроксимирующей кривой характеризует _____.

Правильный ответ: коэффициент корреляции

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

2. Формовочная вальцовка чаще всего используется для _____ заготовок под штамповку.

Правильный ответ: профилирования

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

3. В основе построения моделей специальных процессов обработки металлов давлением лежит задача решения системы _____ уравнений термовязкоупругопластичности с заданными начальными и граничными условиями.

Правильный ответ: дифференциальных

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

4. Для моделирования специальных процессов холодной обработки давлением широко применяется постановка краевой задачи _____.

Правильный ответ: в перемещениях

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

5. Полуоткрытая раскатка предполагает необходимость проработки торцовых поверхностей _____ валками, в связи с этим в процессе раскатки ширина полуфабриката уменьшается.

Правильный ответ: коническими

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

6. Задачей реологии при оптимизации специальных процессов обработки давлением является установление зависимостей между напряженным и деформированным _____ материала при различных условиях формоизменения.

Правильный ответ: состояниями

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

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Дайте ответ на вопрос

1. По каким признакам можно классифицировать конечные элементы?

Ожидаемый результат: конечные элементы можно классифицировать по двум признакам: геометрической форме и виду аппроксимирующего полинома

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

2. От чего зависит выбор вида применяемых конечных элементов?

Ожидаемый результат: Выбор вида применяемых конечных элементов зависит от геометрии расчетной области и типа решаемой задачи

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

3. Чем отличаются глобальная и локальная нумерация узлов элементов при реализации задач оптимизации с помощью МКЭ?

Ожидаемый результат: под локальной нумерацией понимают нумерацию узлов в пределах каждого конечного элемента; глобальной нумерацией называют сквозную нумерацию узлов по всей расчетной области

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

4. В чем особенность аппроксимации векторных величин при реализации задач оптимизации с помощью МКЭ?

Ожидаемый результат: векторные величины (перемещение, сила) характеризуются как величиной, так и направлением, поэтому векторную величину представляют ее компонентами, которые можно рассматривать как неизвестные величины

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

5. Зависят ли функции формы от расположения конечных элементов в пространстве при реализации задач оптимизации с помощью МКЭ?

Ожидаемый результат: функции формы элементов вычисляются безотносительно к их положению в области, что позволяет использовать универсальные библиотеки конечных элементов при выполнении расчетов

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

6. Какую постановку краевой задачи предполагает применение метода граничных элементов при реализации задач оптимизации?

Ожидаемый результат: метод граничных элементов предполагает постановку краевой задачи в виде интегральных граничных уравнений

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

7. В чем различие прямого и непрямого метода граничных элементов?

Ожидаемый результат: при реализации прямого метода граничных элементов искомыми переменными краевой задачи являются величины,

имеющие реальный физический смысл; в непрямом методе решение искомой задачи выражается через функции плотности, которые сами по себе не имеют реального физического смысла

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

8. Что является основным источником погрешности метода граничных элементов?

Ожидаемый результат: основным источником погрешности алгоритма метода граничных элементов является приближенное интегрирование эквивалентных дифференциальных уравнений

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

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Опишите алгоритм задания граничных условий при оптимизации специальных процессов обработки давлением методом конечных элементов

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Задание граничных условий – один из ответственных этапов конечно-элементного анализа. Этот этап моделирования необходим для того, чтобы обеспечить соответствие перемещений узлов модели аналогичным узлам натурального материала. Здесь должны указываться ограничения, наложенные на элемент материала связями, при этом перемещения в зависимости от особенностей поведения материала могут приобретать как нулевые, так и ненулевые значения. Кроме того, на этой стадии моделирования задаются силовые факторы, действующие на исследуемые объекты.

Граничные условия (перемещения или силы) прикладываются только к узлам. Необходимо обратить особое внимание на то, что число граничных условий должно быть минимально необходимым, чтобы отразить реальное поведение материала. Так, например, не следует фиксировать все степени свободы в каждом узле элемента; нельзя прикладывать силу в том же направлении, в котором в данном узле запрещено смещение; полное отсутствие закрепления вдоль какой-либо из осей может привести при анализе к сдвигу вдоль этой оси. Если исследуемый элемент имеет оси или плоскости симметрии, то при назначении граничных условий необходимо это учитывать.

Ошибки могут возникать на различных стадиях анализа: постановке задачи, построении конечноэлементной модели, численном решении. Например, при постановке задачи выбранный тип конечного элемента или его размер может не соответствовать физическому поведению материала. Еще одним источником ошибок при постановке задачи является некорректное задание граничных условий.

Критерии оценивания: смысловое совпадение с текстом ожидаемого результата (дословное совпадение не обязательно).

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

2. Представьте алгоритм решения задач оптимизации специальных процессов обработки давлением методом конечных элементов

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Первая стадия – геометрическое моделирование включает создание геометрии модели конструкции, пригодной для МКЭ, с учетом всех параметров, которые могут оказать существенное влияние на результаты расчетов. На этой стадии помимо ввода геометрических параметров конструкции задаются физические свойства материалов, из которых она изготовлена.

На этапе создания сетки конечных элементов выясняется целесообразность использования различных видов конечных элементов (оболочечных, балочных, пластин, объемных и т. д.) в рассматриваемой модели. На этой стадии выполняются мероприятия по созданию максимально возможного количества областей с регулярной сеткой конечных элементов. В местах, где предполагаются большие градиенты напряжений, необходима более мелкая сетка.

На стадии моделирования граничных условий учитывают как действие активных сил, так и наложенных на систему связей. Приложение силовых факторов должно учитывать особенности реальной работы конструкции при рассматриваемых режимах эксплуатации. Количество связей должно быть достаточным, чтобы обеспечить построение кинематически неизменяемой модели. Численное решение системы уравнений равновесия выполняется в специальных программах.

На пятом этапе проводят анализ полученных результатов путем получения полей законов распределения напряжений и деформаций, а также построения необходимых графических зависимостей либо табличных форм вывода результатов.

Критерии оценивания: смысловое совпадение с текстом ожидаемого результата (дословное совпадение не обязательно).

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

3. Приведите основные преимущества и недостатки метода конечных элементов

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Наиболее важными преимуществами метода конечных элементов, благодаря которым он широко используется, являются следующие:

- свойства материалов смежных элементов не должны быть обязательно одинаковыми, что позволяет применять метод к объектам, составленным из нескольких материалов;

- криволинейная область может быть аппроксимирована с помощью прямолинейных элементов или описана точно с помощью криволинейных элементов, следовательно, метод можно использовать для областей с любой формой границы;

- размеры элементов могут быть переменными, что позволяет укрупнить или измельчить сеть разбиения области на элементы и задавать переменную плотность размещения элементов в сети;

- метод конечных элементов позволяет рассматривать граничные условия с разрывной поверхностной нагрузкой, а также смешанные граничные условия;

Перечисленные преимущества метода конечных элементов используются при составлении программ для решения достаточно широкого класса задач. К недостаткам метода конечных элементов относят:

- искусственное ограничение области расчета;
- дискретизацию окружающего пространства;
- выполнение новой дискретизации при изменении положения элементов;
- влияние размера сетки на конечные результаты;
- вычисления, которые проводятся при использовании метода конечных элементов, слишком громоздки для ручного счета даже в случае решения очень простых задач.

Критерии оценивания: смысловое совпадение с текстом ожидаемого результата (дословное совпадение не обязательно), указание более 3 пунктов преимуществ и недостатков.

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

4. Перечислите требования к функции формы в методе конечных элементов

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Функция формы или интерполяционная функция в методе конечных элементов служит для установления непосредственной связи между значением в любой точке конечного элемента, а значениями в узлах. С помощью этой функции устанавливается только качественное изменение в элементе, т. е. изменение по форме. Интенсивность изменения определена значениями параметров в узлах. Функция формы в прямой постановке служит для приближенного описания поля перемещений. Функция формы должна выполнять следующие требования:

- непрерывность перемещений в конечном элементе и согласованность перемещений по краям конечного элемента (критерий согласованности);
- обеспечение возможности перемещения конечного элемента как абсолютно жесткого тела без появления при этом напряжений (критерий жесткого тела);
- обеспечение критерия постоянства деформаций.

Функции формы элементов вычисляются безотносительно к их положению в области. Это позволяет использовать универсальные библиотеки конечных элементов при выполнении расчетов с помощью специальных программ.

Критерии оценивания: смысловое совпадение с текстом ожидаемого результата (дословное совпадение не обязательно), указание всех пунктов требований

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

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Оптимизация 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)