

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 17:53:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения



/Е. В. Сафонов /
" 13 " сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки
«Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО
и учебным планом по направлению подготовки
15.04.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Цифровые технологии аддитивном производстве и обработке давлением»

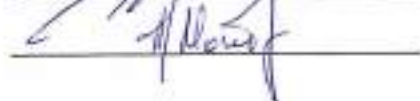
Программу составили:

К.Т.Н., доц.



/П.А. Петров/

К.Т.Н., доц.

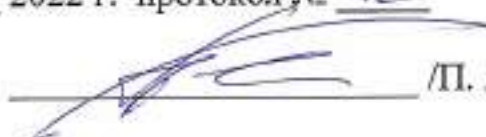


/А.Г.Матвеев/

Программа дисциплины «Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах» по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» утверждена на заседании кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

«08» марта 2022 г. протокол № 12

Заведующий кафедрой



/П. А. Петров/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение»



/С. А. Типалин/

«08» 02 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии



/А.Н.Васильев/

«13» 09 2022 г. протокол № 14-12

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах» являются:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению и дисциплине;
- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению и дисциплине;
- изучение основных схем деформирования процессов объемной штамповки и прокатки, их преимущества, недостатки, предельные отношения геометрических параметров, типичные дефекты, способы последовательного и совмещенного комбинирования схем деформирования;
- научиться на основе компьютерного моделирования оптимизировать процессы объемной штамповки и прокатки, как в плане оптимальных схем деформирования, так и в плане применяемых смазок, температурных режимов, скоростных режимов и применяемого оборудования.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести:

- изучение течения металла при деформации по типовым схемам объемной штамповки и прокатки;
- изучение влияния температурно-скоростных режимов, типа оборудования и трения на течение материала;
- получение навыков анализа данных расчёта моделирования в САЕ - системах на основе чего оптимизировать по конкретным параметрам или группе параметров процессы объемной штамповки и прокатки.

Изучение курса «Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах» способствует расширению научного кругозора в области технологических наук, дает тот объем знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах» относится к дисциплине по выбору основной образовательной программы магистратуры.

«Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах» взаимосвязана логически и содержательно-методически с дисциплинами: обязательной части «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении», и элективными дисциплинами «Моделирование процессов объемной штамповки с использованием среды ANSYS» «Моделирование процессов объемной штамповки с использованием среды QFORM/ Abaqus».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Организация работ по совершенствованию технологий кузнечно-штамповочного производства	<p>ИПК 1.1 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы кузнечно-штамповочного и вспомогательного оборудования. • Методы и правила планирования исследовательских и опытных работ. • САЕ-системы: наименования, возможности и порядок работы в них. • Прикладные компьютерные программы для работы с электронными таблицами: наименования, возможности и порядок работы в них <p>ИПК 1.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать САЕ-системы для проведения расчетов и моделирования новых процессов обработки металлов давлением. • Организовывать опытные работы для повышения качества поковок и снижения металлоемкости кузнечно-штамповочного производства. • Создавать электронные таблицы и графики, выполнять вычисления и обработку данных по испытаниям кузнечно-штамповочного оборудования <p>ИПК 1.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценка возможностей повышения производительности труда, снижения затрат и повышения качества продукции путем оптимизации и совершенствования технологийковки и штамповки на действующем кузнечно-штамповочном оборудовании. • Оценка возможности применения новых технологийковки и штамповки на имеющемся кузнечно-штамповочном оборудовании <p>Разработка мероприятий по совершенствованию, оптимизации и модернизации кузнечно-штамповочного оборудования</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы (**108** академических часов: из них – 48 часов аудиторных занятий, в том числе: 16 часов лекций, 32 часов лабораторных занятий и 76 часов – самостоятельная работа студентов). По предмету предусмотрено выполнение курсового проекта. Форма аттестации – зачет.

Структура и содержание разделов дисциплины по срокам и видам работ приведены в Приложении А к данной программе.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- чтение лекций и проведение практических занятий сопровождается показом мультимедийных материалов с помощью компьютерной и проекторной техники;
- проведение лабораторных занятий с посещением экспозиций в сторонних организациях по тематике дисциплины с последующим обсуждением полученной информации;
- использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы и др;
- еженедельный контроль усвоения материала курса, осуществляемый посредством письменного опроса на лекциях и разбора его результатов перед изложением следующих разделов;
- обсуждение результатов лабораторных работ и их защита.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются оценочные средства самостоятельной работы студентов, текущего контроля успеваемости, промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, самостоятельным (контрольным) заданиям, а также лабораторным работам;
- обсуждение контрольных вопросов лекционного материала;
- письменные опросы (тестирование) по материалам дисциплины;
- подготовка к лабораторным работам и их защита;

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в

различных системах, таких как Yandex, Rambler, Google, а также пользоваться специализированными сайтами, такими как <http://www.naukaran.ru>, <http://www.maik.ru> и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

Кафедра располагает базой материалов для проведения письменных опросов при промежуточном контроле в рамках дидактических единиц содержания дисциплины.

Контрольные вопросы по различным разделам дисциплины для промежуточной и итоговой аттестации приведены ниже в приложении В данной рабочей программы.

При промежуточной аттестации применяются следующие шкалы оценивания результатов.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Современные методы исследования технологических свойств деформируемых материалов» (прошли промежуточный контроль в форме письменных опросов по темам, рассматриваемым в дисциплине, выполнили и защитили все лабораторные работы).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие

	знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
--	--

В результате проверки курсовой проекта и выявления знаний в результате его защиты студент получает оценку по следующим критериям

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонд оценочных средств, включая Паспорт ФОС, а также образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего и промежуточного контроля в форме зачета, представлены в Приложении В к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература.

1. Прикладная теория пластичности. [Электронный ресурс] : моногр. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 284 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71993>

б) дополнительная литература.

1. Ярославцев, В.М. Холодная штамповка. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 72 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52166>

б) программно информационные ресурсы.

Операционная система, Windows 7 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216, 61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042
Антивирусное ПО, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Лицензии № 1752161117060156960164

Специализированные программы: T-Flex, Inventor, Q-Form, Abaqus, Ansys.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»

<http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>

- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»

<http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs>

- ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» (<http://e.lanbook.com>);

- БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» (<http://www.kodeks.ru>);

- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>);

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru);

- ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com);

- ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru);

- Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>);

- База данных «Knovel» (<http://www.knovel.com>)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированные аудитории кафедры «ОМДиАТ» (ав2509, ав2508) и межкафедральная лаборатория «САПР-ТП» (ав2514) оснащены компьютерным и проекционным оборудованием, современным специализированным программным обеспечением. Лаборатории кафедры «ОМДиАТ» (А-ОМД, ав2102) оснащены штамповочным, заготовительным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, стендами и наглядными пособиями. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить практические занятия, а также заниматься с участием студентов исследованиями технологических свойств (штампуемость, сопротивление деформации) металлов, исследованием методов обработки давлением,

опытно-конструкторскими работами, прививая обучающимся навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности и профессиональной деятельности. Данные о программном обеспечении, лабораторном оборудовании представлены в справке МТО.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студента являются:

- закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование навыков использования справочной и специальной литературы для подготовки к текущему контролю, выполнению и защите лабораторных работ, к промежуточным аттестациям (экзамен).

Изучение дисциплины должно сопровождаться самостоятельной работой студентов для усвоения лекционного материала и материала, полученного на лабораторных и практических занятиях, а также при выполнении курсового проекта.

Планирование самостоятельной работы должно включать регулярную работу с материалами, полученными на лекциях и лабораторных занятиях; работу с литературными источниками, рекомендованными преподавателем и работу с научно-технической информацией по изучаемому предмету при подготовке курсового проекта.

Организация самостоятельной работы включает место, время и эргономику рабочего места. Это позволяет создать комфортные условия для творческой работы.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами делится на несколько составляющих: лекции, лабораторные занятия, консультации по выполнению курсового проекта, еженедельное проведение текущего контроля усвоения изучаемой дисциплины, промежуточная аттестация (экзамен).

На первой лекции преподаватель должен ознакомить студентов с объемом изучаемого материала и с системой оценки полученных знаний, умений, навыков, которые формируются в процессе освоения дисциплины в соответствии с требованиями рабочей программы.

В процессе изучения разделов курса, преподаватель должен информировать студентов о литературе и других источниках научно-технической информации, с которыми необходимо ознакомиться для закрепления знаний по каждому из разделов. Чтение лекций должно сопровождаться показом слайдов и видеоматериалов. Необходимо проводить текущий контроль знаний студентов по материалам лекций с обязательным анализом его результатов на последующих занятиях.

Основная цель лабораторных работ – подготовить студентов к пониманию процессов, происходящих при исследовании и оптимизации процессов ОМД.

11. Приложения

А. Структура и содержание дисциплины

Б. Фонд оценочных средств

Структура и содержание дисциплины «Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки в САЕ-системах»

Приложение А

Направление: 15.04.01 Машиностроение

Профиль: «Цифровые технологии аддитивном производстве и обработке давлением»
(магистр)

п/п	Раздел	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации			
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З	
	Содержание лекционного курса															
1	Основные уравнения описывающие процессы ОМД. Реологические модели применяющиеся при расчётах пластических деформаций. Упрочнение и разупрочнение: физическое описание, феноменологическое описание, эмпирический подход к описанию упрочнения и разупрочнения. Физическое описание процессов разрушения.	3	1-2	2			14									
2	Кривые текучести. Эксперименты необходимые для построения кривых текучести. Обработка данных эксперимента. Ввод кривых текучести в базы данных программ Abaqus и Qtopp. Анализ точности введенных кривых и точности моделирования. Расчёт сопротивления деформации вне области определения кривых текучести.	3	3-6	4			14									
3	Модели сопротивления деформации для холодной и горячей пластической деформации. Влияние скорости дефор-	3	7-8	2			14									

	мации. Моделирование процессов с резким изменением скорости деформации. Модели сопротивления деформации при резком изменении скорости деформации.																	
4	<p>Диаграмма пластичности. Эксперименты необходимые для построения диаграммы пластичности. Обработка данных эксперимента. Путь нагружения на диаграмме пластичности. Деформационные критерии разрушения основанные на диаграмме пластичности: линейные и нелинейные критерии разрушения. Расчёт разрушения по линейной модели в программе Qform. Расчёт разрушения по нелинейной модели в программе Abaqus.</p> <p>Оптимизация процессов объёмной штамповки и прокатки. Методы оптимизации, параметры оптимизации, критерии достижения оптимизации. Метод постановки обратной задачи. Постановка обратной задачи в программе Qform.</p>	3	9-12	4				14										
5	<p>Постановка обратной задачи в программе Abaqus. Составление целевой функции зависящей от параметров технологического процесса объёмной штамповки и прокатки. Решение задач оптимизации основанных на поиске минимума целевой функции в САЕ программах Qform и Abaqus.</p> <p>Содержание лабораторных занятий</p>	3	13-16	4				20										
6	<p>Лабораторная работа №1 Метод постановки обратной зада-</p>	3	1-2					4	4									

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль): «Цифровые технологии аддитивном производстве и обработке
давлением»
Форма обучения: очная

Кафедра: Обработка материалов давлением и аддитивные технологии

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Исследование и оптимизация процессов объемной штамповки и прокатки
в САЕ-системах**

1. Паспорт фонда оценочных средств

- 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.
- 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.
- 1.3. Перечень оценочных средств по дисциплине.
- 1.4. Контроль разделов дисциплины.

2. Описание оценочных средств:

- 2.1. Вопросы для промежуточного и итогового контроля.
- 2.2. Темы курсового проекта по дисциплине.

1. Паспорт фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Организация работ по совершенствованию технологий кузнечно-штамповочного производства

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Прикладная теория пластичности				
ФГОС ВО 15.04.01 «Машиностроение»				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:				
КОМПЕТЕНЦИИ ИН- ДЕКС	Перечень компонентов	Технология формирова- ния компе- тенций	Форма оце- ночного средства ⁺	Степени уровней освоения компетенций

ПК-1	<p>Организация работ по совершенствованию технологий кузнечно-штамповочного производства</p>	<p>ИПК 1.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы кузнечно-штамповочного и вспомогательного оборудования. • Методы и правила планирования исследовательских и опытных работ. • САЕ-системы: наименования, возможности и порядок работы в них. • Прикладные компьютерные программы для работы с электронными таблицами: наименования, возможности и порядок работы в них 	<p>лекция, лабораторные работы, курсовой проект самостоятельная работа</p>	<p>УО, КП</p>	<p>Базовый уровень: воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля</p> <p>Повышенный уровень: практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам</p>
------	--	--	--	---------------	---

		<p>ИПК 1.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать САЕ-системы для проведения расчетов и моделирования новых процессов обработки металлов давлением. • Организовывать опытные работы для повышения качества поковок и снижения металлоемкости кузнечно-штамповочного производства. • Создавать электронные таблицы и графики, выполнять вычисления и обработку данных по испытаниям кузнечно-штамповочного оборудования <p>ИПК 1.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценка возможностей повышения производительности труда, снижения затрат и повышения качества продукции путем оптимизации и совершенствования технологийковки и штамповки на действующем кузнечно-штамповочном оборудовании. • Оценка возможности применения новых технологийковки и штамповки на имеющемся кузнечно-штамповочном оборудовании <p>Разработка мероприятий по совершенствованию, оптимизации и модернизации кузнечно-штамповочного оборудования</p>			
--	--	--	--	--	--

*Полные названия форм оценочных средств приведены в перечне оценочных средств

1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

1.3. Перечень оценочных средств по дисциплине

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Курсовой проект	Средство контроля, организованное как защита в виде специальной беседы с педагогическим работником, ведущим занятия по дисциплине.	Описание содержания курсового проекта.
2	Устный опрос, собеседование, (УО) экзамен	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

В результате проверки курсовой проекта и выявления знаний в результате его защиты студент получает оценку по следующим критериям

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

1.4. Контроль разделов дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины «Современные деформируемые материалы»	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные уравнения описывающие процессы ОМД. Реологические модели применяющиеся при расчётах пластических деформаций. Упрочнение и разупрочнение: физическое описание, феноменологическое описание, эмпирический подход к описанию упрочнения и разупрочнения. Физическое описание процессов разрушения.	ПК-2	Контрольные вопросы №1-4
2	Кривые текучести. Эксперименты необходимые для построения кривых текучести. Обработка данных эксперимента. Ввод кривых текучести в базы данных программ Abaqus и Qform. Анализ точности введенных кривых и точности моделирования. Расчёт сопротивления деформации вне области определения кривых текучести.	ПК-2	Контрольные вопросы № 5 – 10

3	Модели сопротивления деформации для холодной и горячей пластической деформации. Влияние скорости деформации. Моделирование процессов с резким изменением скорости деформации. Модели сопротивления деформации при резком изменении скорости деформации.	ПК-2	Контрольные вопросы № 11 - 28
4	Диаграмма пластичности. Эксперименты необходимые для построения диаграммы пластичности. Обработка данных эксперимента. Путь нагружения на диаграмме пластичности. Деформационные критерии разрушения основанные на диаграмме пластичности: линейные и нелинейные критерии разрушения. Расчёт разрушения по линейной модели в программе Qform. Расчёт разрушения по нелинейной модели в программе Abaqus.	ПК-2	Контрольные вопросы № 29 - 34
5	Оптимизация процессов объёмной штамповки и прокатки. Методы оптимизации, параметры оптимизации, критерии достижения оптимизации. Метод постановки обратной задачи. Постановка обратной задачи программе Qform. Постановка обратной задачи программе Abaqus. Составление целевой функции зависящей от параметров технологического процесса объёмной штамповки и прокатки. Решение задач оптимизации основанных на поиске минимума целевой функции в САЕ программах Qform и Abaqus.	ПК-2	Контрольные вопросы № 35-40

2. Описание оценочных средств

2.1. Вопросы для промежуточного и итогового контроля.

Ниже приведены контрольные вопросы для промежуточной и итоговой аттестации.

1. Математические модели сопротивления деформации при расчётах холодной объёмной штамповки.
2. Математические модели сопротивления деформации при расчётах горячей объёмной штамповки.
3. Влияние скорости деформации на сопротивление деформации.
4. Модели учитывающие скорость деформации.
5. Модели сопротивления деформации для процессов с резким изменением скорости деформации.
6. Физическая картина разупрочнения.
7. Модели сопротивления деформации учитывающие разупрочнение.
8. Эксперименты направленные на определение моделей сопротивления деформации.
9. Обработка данных экспериментов направленных на определение моделей сопротивления деформации.
10. Метод постановки обратной задачи: корректировка кривых текучести.
11. Метод постановки обратной задачи: определение неизвестных коэффициентов моделей сопротивления деформации.
12. Физические, феноменологические и эмпирические модели сопротивления деформации.
13. Реализация метода постановки обратной задачи в программе Qform.
14. Реализация метода постановки обратной задачи в программе Abaqus.
15. Модели анизотропии в программе Abaqus.
16. Физическая картина разрушения материалов.

17. Диаграмма пластичности.
18. Эксперименты для построения диаграммы пластичности
19. Путь нагружения на диаграмме пластичности.
20. Линейная модель разрушения.
21. Нелинейные модели разрушения.
22. Моделирование разрушения по линейной модели в программе Qform.
23. Моделирование разрушения по линейной модели в программе Abaqus.
24. Моделирование разрушения по нелинейной модели в программе Abaqus.
25. Инструментарий программы Abaqus для оптимизации технологических процессов в плане снижения рисков разрыва материала
26. Инструментарий программы Qform для оптимизации технологических процессов в плане снижения силовых параметров.
27. Инструментарий программы Abaqus для оптимизации технологических процессов в плане снижения силовых параметров.
28. Выбор параметров оптимизации в процесса холодной штамповки.
29. Выбор параметров оптимизации в процессах горячей штамповки.
30. Выбор параметров оптимизации в процессах прокатки.
31. Составлении целевой функции при оптимизации в процессах холодной штамповки.
32. Составлении целевой функции при оптимизации в процессах горячей штамповки.
33. Составлении целевой функции при оптимизации в процессах прокатки.
34. Минимизация целевой функции при решении задачи оптимизации процессов холодной штамповки в САЕ программе Abaqus.
35. Минимизация целевой функции при решении задачи оптимизации процессов холодной штамповки в САЕ программе Qform.
36. Минимизация целевой функции при решении задачи оптимизации процессов горячей штамповки в САЕ программе Qform
37. Минимизация целевой функции при решении задачи оптимизации процессов прокатки в САЕ программе Abaqus.
38. Минимизация целевой функции при решении задачи оптимизации процессов прокатки в САЕ программе Qform.

2.2. Темы рефератов курса «ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ И ПРОКАТКИ В САЕ - СИСТЕМАХ»

1. Хронология изменения моделей сопротивления деформации с появлением программ для моделирования процессов ОМД.
2. Хронология изменения моделей разрушения с появлением программ для моделирования процессов ОМД
3. ГОСТы на проведение испытаний направленных на определение кривых текучести и инверсионный анализ.

4. Разрушение материала при моделировании разделительных операций.
5. Возможности современного оборудования для проведения испытаний направленных на определение свойств листового материала.
6. Возможности современного оборудования для проведения испытаний направленных на определение моделей сопротивления деформации при повышенных температурах.
7. Моделирование разрушения материалов в современных программных комплексах: анализ зарубежной литературы.
8. Оптимизация: обзор математических методов.
9. Прокатка: современные проблемы, оборудование.
10. Область применения инверсионного моделирования при обработке данных эксперимента: анализ зарубежной литературы.

Лабораторные занятия:

1. Метод постановки обратной задачи при моделировании механических испытаний в программе Qform
2. Метод постановки обратной задачи при моделировании механических испытаний в программе Abaqus
3. Сравнение результатов расчёта при задании материала кривыми текучести и моделью сопротивления деформации
4. Постановка совместной задачи деформации инструмента и материала при моделировании процессов прокатки в программе Qform
5. Постановка совместной задачи деформации инструмента и материала при моделировании процессов прокатки в программе

Темы курсовых проектов:

1. Расчёт процесса прокатки с различными степенями деформации на переходах – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.
2. Расчёт процесса обратного выдавливания с различной геометрией пуансона – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.
3. Расчёт процесса прямого выдавливания с различной геометрией матрицы – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.
4. Расчёт процесса изотермической штамповки титановых изделий при различных скоростях и температурах – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.
5. Расчёт процесса холодной штамповки по схеме комбинированного выдавливания с различными смазками – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.
6. Расчёт процесса штамповки деталей с тонкой стенкой и тонким основанием при различной геометрии исходной заготовки – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.

7. Расчёт процесса изотермической штамповки алюминиевых изделий при различных скоростях и температурах – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.

8. Расчёт процесса холодной штамповки с большими накопленными деформациями с различными схемами формоизменения на переходах – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.

9. Расчёт процесса прокатки на двух, трёх, четырёх и многовалковых станах – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.

10. Расчёт процесса вырубки по различным схемам и с различным зазором между матрицей и пуансоном – анализ изменения технологических параметров, поиск оптимума.