

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Электростальского института (филиала)

Московского политехнического университета

О.Д. Филиппова /О.Д. Филиппова/

«10» июля 2025г.

Рабочая программа дисциплины
«Теория процессов пластической деформации»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2025 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2025

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 22.03.02 Metallurgy.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702;
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy;
- учебным планом по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, профиль Обработка металлов и сплавов давлением.

Дисциплина «Теория процессов пластической деформации» относится к числу учебных дисциплин, формирующих специальные профессиональные знания по направлению 22.03.02 «Metallurgy».

ЦЕЛИ освоения дисциплины – научить анализировать процессы ОМД на основе изучение наиболее общих закономерностей течение металла; научить определять схемы напряженного и деформированного состояния, рассчитывать кинематические и силовые параметры процессов; научить понимать природу и механизмы пластической деформации, дать представление о структуре деформированного металла

ЗАДАЧИ освоения дисциплины – научить классифицировать процессы деформации; определять параметры очага деформации, условия захвата, кинематику процесса; научить анализировать напряженное состояние металла и влияние факторов деформации на усилия; получить представление о винтовой прокатке, прокате труб в круглых калибрах, определять кинематические и энергосиловые параметры процесса, калибровку инструмента.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Теория процессов пластической деформации» относится к дисциплинам части (Б1.1.2) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Metallurgy».

Дисциплина «Теория процессов пластической деформации» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- введение в профессию.
- сопротивление материалов;
- материаловедение;
- теория прокатного производства;
- теория кузнечного и штамповочного производства.

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-3 | способность прогнозировать и контролировать техническое | <u>Индикаторы достижения компетенций:</u> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>состояние кузнечно-штамповочных автоматов, определять причины отказов оборудования</p> | <p>ИПК-3.1 знает устройство, режимы и принцип работы кузнечно-штамповочных автоматов; типы, конструкции, назначение, области применения, погрешность средств измерений для контроля технического состояния кузнечно-штамповочных автоматов;</p> <p>ИПК-3.2 знает типовые решения по результатам контроля технического состояния, технологические операции и термомеханические режимы штамповки;</p> <p>ИПК-3.3 умеет читать чертежи и применять техническую документацию, использовать компьютерные программы для управления и диагностики кузнечно-штамповочных автоматов, пользоваться конструкторскими и технологическими документами, создавать электронные таблицы, диаграммы и отчеты о техническом состоянии технологического оборудования;</p> <p>ИПК-3.4 владеет навыками выбора вида и алгоритма контроля технического состояния технологического оборудования;</p> <p><u>В том числе:</u> ЗНАТЬ: методику проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов.</p> <p>УМЕТЬ: анализировать процессы обработки металлов давлением на основе изучения наиболее общих закономерностей течения металла при пластических деформациях и применять эти закономерности при разработке технологии и оборудования процессов ОМД</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками построения рациональной технологии процессов ОМД и расчета энергосиловых параметров.</p> |
|--|---|--|

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

| Форма обучения | курс | семестр | Трудоемкость дисциплины в часах | | | | | | | Форма итогового контроля |
|----------------|------|---------|---------------------------------|------------------|--------|------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | | | Всего час./зач. ед | Аудиторных часов | Лекции | Семинарские (практические) занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Контроль (промежуточная аттестация) | |
| Очная | 3 | 6 | 108/3 | 54 | 18 | 18 | 18 | 54 | - | экзамен |
| Очно-заочная | 3 | 6 | 108/3 | 12 | 4 | 4 | 4 | 94 | - | экзамен |

Очная форма обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | |
|---|--------------|--------------|--|
| | | 6 | |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 | |
| В том числе: | | | |
| Лекции | 18 | 18 | |
| Практические занятия | 18 | 18 | |
| Лабораторные работы | 18 | 18 | |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 | |
| В том числе: | | | |
| Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций) | 30 | 30 | |
| Подготовка к контрольной работе, тестированию | 24 | 24 | |
| Вид промежуточной аттестации (экзамен) | - | - | |
| Общая трудоемкость час / зач. ед. | 108/3 | 108/3 | |

Очно-заочная форма обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | |
|---|--------------|--------------|--|
| | | 6 | |
| Аудиторные занятия (всего) | 12 | 12 | |
| В том числе: | | | |
| Лекции | 4 | 4 | |
| Практические занятия | 4 | 4 | |
| Лабораторные работы | 4 | 4 | |
| Самостоятельная работа (всего) | 94 | 94 | |
| В том числе: | | | |
| Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций) | 30 | 30 | |
| Подготовка к контрольной работе, тестированию | 54 | 54 | |
| Вид промежуточной аттестации (экзамен) | - | - | |
| Общая трудоемкость час / зач. ед. | 108/3 | 108/3 | |

5. Содержание разделов дисциплины

5.1 Лекции

| № раздела | № лекции | Основное содержание |
|-----------|----------|--|
| 1 | 1 | Условия постоянства объема. Степени деформации, коэффициенты деформации. Смещенный объем. Скорость деформации и скорость деформирования. Принцип наименьшего сопротивления и его следствия; правила кратчайшей нормали и наименьшего периметра. Неравномерность деформации в процессах ОМД. |
| 2 | 2-3 | Пластичность. Влияние различных факторов на пластичность. Количественные характеристики пластичности. Пластичность и деформируемость. Механизмы пластической деформации. Условия пластичности. Виды и закономерности внешнего трения. Особенности внешнего трения при ОМД. Коэффициент внешнего трения при ОМД. Методы определения коэффициента трения при ОМД. |
| 3 | 4-6 | Определение напряжений. Расчет усилия при вдавливании пуансона в поверхность неограниченных размеров при отсутствии контактных сил трения. Методы баланса работ и сопротивления материалов пластическим деформациям. Инварианты тензора напряжений. Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность нормальных и касательных напряжений Диаграмма напряжений Мора. Дифференциальные уравнения равновесия и возможность их решения. Плоско-напряженное и плоско-деформированное состояние. Осесимметричное напряженное состояние Схемы напряженного состояния для различных видов ОМД |
| 4 | 7-8 | Методы определения деформирующих усилий. Методы решения дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности. Метод линий скольжения. Линии скольжения и их свойства. Построение полей линий скольжения и их виды. Метод решения приближенных уравнений равновесия совместно с условием пластичности. Определение деформирующих усилий при осадке. Определение деформирующих усилий при прокатке. Определение деформирующих усилий методом конечных элементов и методом конечных разностей. Работа и мощность внешних сил, осуществляющих деформацию. Анализ влияния различных факторов на работу (мощность) деформации |
| 5 | 9 | Типы кристаллических решеток. Признаки моно и поликристаллов металла. Анизотропия монокристаллов и поликристаллов. Дислокационный механизм пластической деформации. Дефекты кристаллической решетки. Идеальный кристалл, сопротивление теоретическому сдвигу. Дислокационный механизм упрочнения металлов и сплавов. |

5.2. Практические занятия

| № раздела | № п/з | План занятия, основное содержание |
|-----------|-------|--|
| 1 | 1 | Определение коэффициентов и степеней деформации, скорости деформации и смещенного объема |
| 2 | 2-3 | Энергетическое условие пластичности. Определение коэффициентов трения. |
| 3 | 4-5 | Определение работы и мощности пластической деформации |

| | | |
|---|-----|---|
| 4 | 6-7 | Определение усилия осадки методом баланса работ |
| 5 | 8 | Скольжение как механизм пластической деформации, упрочнение при скольжении, упрочнение металлов с различными типами кристаллических решеток. Двойникование как механизм пластической деформации |
| 5 | 9 | Механизмы процессов разупрочнения при горячей пластической деформации. Влияние различных факторов на критерий пластичности, деформируемость высоколегированных сплавов |

5.3. Лабораторные занятия

| № раз-дела | № л/р | План занятия, основное содержание |
|------------|-------|--|
| 4 | 1-3 | Опережение и отставание металла при прокатке |
| 4 | 4-6 | Влияние внешних зон на среднее контактное давление |
| 5 | 7-9 | Определение работы деформации при обжатии образцов |

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине представлен в Приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Литература |
|-------|--|
| 1 | Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием / под общ. ред. Суслова А.Г.: справочник. В 2-х томах. Т. 1 – М.: Машиностроение, 2014. – 408с. https://e.lanbook.com/book/63262#book_name |
| 2 | Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием / под общ. ред. Суслова А.Г.: справочник. В 2-х томах. Т. 2 – М.: Машиностроение, 2014. – 444с. https://e.lanbook.com/book/63263#book_name |
| 3 | Свойства и применение наноматериалов / под ред. Воронова В.К.: Учебное пособие. – Старый Оскол: ООО «ГНТ», 2012.- 220с. |
| 4 | Романцев Б.А., Гончарук А.В. Обработка металлов давлением. Учебник. М.:МИСиС, 2008 г. - 960 с. |

б) дополнительная литература

| № п/п | Литература |
|-------|---|
| 1 | Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С. Обработка металлов давлением. Учебное пособие. М.: МГВНМ, 2006 г., 305 с. |
| 2 | Подкустов В.П. Теория обработки металлов давлением. Курс лекций. Учебное пособие. М.:МИСиС, 2008 г., 108 с. |
| 3 | Шевакин Ю.В., Чернышов В.Н. Обработка металлов давлением. Учебное пособие. М.: Интерметинжиниринг, 2005г., 410 с. |

в) программное обеспечение и электронные ресурсы:

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042

Microsoft Project 2013 Standart 32-bit/x64 Russian.

Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

| | |
|----|---|
| 1. | www.e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань» |
| 2. | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (https://biblioclub.ru) |
| 3. | http://cyberleninka.ru /Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» |
| 4. | Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московского Политеха» (http://lib.mami.ru/ebooks/). |
| 5. | Национальная электронная библиотека (http://нэб.рф) |
| 6. | ЭБС «Юрайт» (www.urait.ru) |

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|-------|---|---|---|
| 39. | Теория процессов пластической деформации | Учебная аудитория лекционного типа № 1508, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7 | Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук) |
| | | Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1506, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7 | Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук) |
| | | Лаборатория «Технология и оборудование прокатного производства» № 2116, лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7 | Комплект мебели, прокатные станы ДУО-140, ДУО-180. Формовочный стан, пильгерстан УММ-50, УММ-25 «СКИЛ М-30», твердомеры, маятниковой копер. |

9. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Теория процессов пластической деформации» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формиро-

вания и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: www.fero.ru, www.i-exam.ru;
- командная работа – постановка конкретных заданий и организация групповых обсуждений их решений;
- выполнение и защита лабораторных работ.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

10.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Методические рекомендации для самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

10. 2. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного ма-

териала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категоричный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

11. Особенности реализации дисциплины «Теория процессов пластической деформации» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 «Металлургия».

Программа обсуждена на заседании кафедры «Машиностроительные и металлургические технологии» 23.06.2025, протокол № 11.

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

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

**Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета**

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»

Форма обучения: очная, очно-заочная

Виды профессиональной деятельности:
технологический;
организационно-управленческий;
проектный.

Кафедра: «Машиностроительные и металлургические технологии»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ»**

Электросталь 2025

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

| | |
|------------------------|--|
| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
| ПК-3 | способность прогнозировать и контролировать техническое состояние кузнечно-штамповочных автоматов, определять причины отказов оборудования |

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1 Критерии оценки ответа на экзамене

| Показатель | Критерии оценивания | | | |
|--|---|--|--|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-3 способность прогнозировать и контролировать техническое состояние кузнечно-штамповочных автоматов, определять причины отказов оборудования | | | | |
| ЗНАТЬ: методику проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний методики проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний методики проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний методики проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний методики проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| <p>УМЕТЬ: анализировать процессы обработки металлов давлением на основе изучения наиболее общих закономерностей течения металла при пластических деформациях и применять эти закономерности при разработке технологии и оборудования процессов ОМД</p> | <p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать процессы обработки металлов давлением на основе изучения наиболее общих закономерностей течения металла при пластических деформациях и применять эти закономерности при разработке технологии и оборудования процессов ОМД.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений анализировать процессы обработки металлов давлением на основе изучения наиболее общих закономерностей течения металла при пластических деформациях и применять эти закономерности при разработке технологии и оборудования процессов ОМД. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений анализировать процессы обработки металлов давлением на основе изучения наиболее общих закономерностей течения металла при пластических деформациях и применять эти закономерности при разработке технологии и оборудования процессов ОМД. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений анализировать процессы обработки металлов давлением на основе изучения наиболее общих закономерностей течения металла при пластических деформациях и применять эти закономерности при разработке технологии и оборудования процессов ОМД. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p> |
| <p>ВЛАДЕТЬ: навыками построения рациональной технологии процессов ОМД и расчета энергосиловых параметров.</p> | <p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками построения рациональной технологии процессов ОМД и расчета энергосиловых параметров.</p> | <p>Обучающийся владеет навыками построения рациональной технологии процессов ОМД и расчета энергосиловых параметров. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показате-</p> | <p>Обучающийся частично владеет навыками построения рациональной технологии процессов ОМД и расчета энергосиловых параметров. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических</p> | <p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками построения рациональной технологии процессов ОМД и расчета энергосиловых параметров. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повы-</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|-------------------|
| | | лей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | шенной сложности. |
|--|--|--|--|-------------------|

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

| 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. |

3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

| № п/п | Текст вопросов |
|----------|--|
| 1. | Условие постоянства максимальных касательных напряжений |
| 2. | Методы определения деформирующих усилий. Их краткая характеристика |
| 3. | Энергетическое условие пластичности |
| 4. | Условия постоянства объема |
| 5. | Физический смысл энергетического условия пластичности |
| 6. | Анализ основного уравнения пластичности |
| 7. | Понятие о смещенном объеме |
| 8. | Условия пластичности в частных случаях |
| 9. | Понятие о пластичности и деформируемости. Параметры, влияющие на технологическую пластичность. |
| 10. | Скорость деформации |
| 11. | Главные нормальные напряжения |
| 12. | Горячая обработка металлов давлением. Ее преимущества и недостатки. Область применения |
| 13. | Октаэдрические деформации. Понятие об интенсивности деформации |
| 14. | Определение силы трения. Жидкостное трение |
| 15. | Влияние скорости деформации и температуры на механические свойства металлов. Вид кривых упрочнения |
| 16. | Сопротивление деформации. Факторы, влияющие на сопротивление деформации |
| 17. | Способы и механизмы снятия наклепа. Возврат и рекристаллизация |
| 18. | Физические уравнения связи между напряжениями и деформациями |
| 19. | Условия пластичности при линейном растяжении-сжатии |
| 20. | Механические схемы деформации в процессах ОМД |
| 21. | Методы определения коэффициента трения |
| 22. | Определение деформирующих усилий решением дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности |
| 23. | Определение деформирующих усилий методом баланса работ |
| 24. | Определение деформирующих усилий методом линий скольжения. Линии скольжения и их свойства. Построение полей линий скольжения и их виды |
| 25. | Расчет усилия при вдавливании пуансона в поверхность неограниченных размеров при отсутствии контактных сил трения. |
| 26. | Методы определения деформирующих усилий: метод решения дифуравнений равновесия совместно с условием пластичности |
| 27. | Определение работы мощности при ОМД |
| 28. | Некоторые положения теории разрушения металлов. Анализ теорий прочности |
| 29. | Свойства линий скольжения |
| 30. | Методы определения работы деформации. Анализ влияния различных факторов на работу и мощность |
| 31. | Типы полей скольжения |
| 32. | Применение вариационного исчисления для решения задач в ОМД |
| 33. | Работа деформации. Формула Финка и Тиме |
| 34. | Некоторые положения теории разрушения по I, II, III, IV теориям прочности |

| | |
|-----|--|
| 35. | Определение деформирующих усилий при осадке решением приближенных уравнений равновесия совместно с условием пластичности |
| 36. | Теория деформируемости С.И.Губкина |
| 37. | Теория деформируемости Зайкова-Перетяцько. Работы Преснякова |
| 38. | Определение деформирующих усилий при прокатке |
| 39. | Теория разрушения по В.Л.Колмогорову |
| 40. | Основные принципы построения рациональной технологии процессов ОМД |
| 41. | Дефекты кристаллической решетки. |
| 42. | Скольжение и переползание дислокаций |
| 43. | Дефекты структур |
| 44. | Дислокационные реакции, плоские скопления дислокаций |
| 45. | Образование трещин, механизмы разрушения |
| 46. | Виды структурной пониженной пластичности, их природа и устранение |
| 47. | Пластичность и деформируемость двухфазных стареющих сплавов третьей, четвертой, групп пластичности |
| 48. | Пластичность и деформируемость двухфазных стареющих сплавов пятой и шестой групп пластичности |

Текущий контроль

Перечень тем расчетно-графических работ (примерная тематика)

| Темы расчетно-графических работ | |
|---------------------------------|--|
| № п/п | Тема |
| 1 | <p>Расчетно-графическая работа 1</p> <p>По заданному тензору напряжения определить (по вариантам):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полное, нормальное и касательное напряжение в площадке с нормалью $\bar{n} = \frac{2}{3}\bar{e}_1 - \frac{2}{3}\bar{e}_2 + \frac{1}{3}\bar{e}_3$ 2. Девиатор и шаровой тензор, инварианты тензора, главные нормальные, максимальные касательные и октаэдрические напряжения, интенсивность нормальных и касательных напряжений. 3. Определить в каком состоянии находится материал, сопротивление деформации которого равно 200 МПа |
| 2 | <p>Расчетно-графическая работа 2</p> <p>Определить полное усилие металла на валки и распределение контактных напряжений при прокатке по вариантам: различные размеры и марки сталей</p> |

Критерии оценки расчетно-графической работы:

«отлично» - выполнены все требования к содержанию и оформлению расчетно-графической работы;

«хорошо» - основные требования к расчетно-графической работе выполнены, но при этом допущены недочеты (имеются неточности в расчетах; не выдержан объем; имеются упущения в оформлении);

«удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований (допущены существенные ошибки в расчетах, приводящие к искажению результата).

«неудовлетворительно» - расчетно-графическая работа не выполнена: правила оформления не соблюдены.

Тематика лабораторных работ

1. Опережение и отставание металла при прокатке
2. Влияние внешних зон на среднее контактное давление
3. Определение работы деформации при обжатии образцов

Критерии оценки лабораторной работы

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Устный опрос

1. Условия постоянства объема.
2. Степени деформации, коэффициенты деформации.
3. Смещенный объем.
4. Скорость деформации и скорость деформирования.
5. Принцип наименьшего сопротивления и его следствия; правила кратчайшей нормали и наименьшего периметра.
6. Неравномерность деформации в процессах ОМД.
7. Пластичность. Влияние различных факторов на пластичность.
8. Количественные характеристики пластичности.
9. Пластичность и деформируемость.
10. Механизмы пластической деформации.
11. Условия пластичности.
12. Виды и закономерности внешнего трения.
13. Особенности внешнего трения при ОМД.
14. Коэффициент внешнего трения при ОМД.
15. Методы определения коэффициента трения при ОМД.
16. Определение напряжений.
17. Расчет усилия при вдавливании пуансона в поверхность неограниченных размеров при отсутствии контактных сил трения.
18. Методы баланса работ и сопротивления материалов пластическим деформациям.
19. Инварианты тензора напряжений.
20. Максимальные касательные напряжения.
21. Октаэдрические напряжения.
22. Интенсивность нормальных и касательных напряжений
23. Диаграмма напряжений Мора.
24. Дифференциальные уравнения равновесия и возможность их решения.
25. Плоско-напряженное и плоско-деформированное состояние.
26. Осесимметричное напряженное состояние
27. Схемы напряженного состояния для различных видов ОМД
28. Методы определения деформирующих усилий.
29. Методы решения дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности.
30. Метод линий скольжения.
31. Линии скольжения и их свойства.
32. Построение полей линий скольжения и их виды.

33. Метод решения приближенных уравнений равновесия совместно с условием пластичности.
34. Определение деформирующих усилий при осадке.
35. Определение деформирующих усилий при прокатке.
36. Определение деформирующих усилий методом конечных элементов и методом конечных разностей.
37. Работа и мощность внешних сил, осуществляющих деформацию.
38. Анализ влияния различных факторов на работу (мощность) деформации
39. Типы кристаллических решеток.
40. Признаки моно и поликристаллов металла.
41. Анизотропия монокристаллов и поликристаллов.
42. Дислокационный механизм пластической деформации.
43. Дефекты кристаллической решетки.
44. Идеальный кристалл, сопротивление теоретическому сдвигу.
45. Дислокационный механизм упрочнения металлов и сплавов.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».