МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Направление подготовки (специальность)
15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Машины и технологии обработки металлов давлением

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	1

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1025)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
25.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель _ _____ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
Доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук_____ _____О.Р. Латыпов

Рецензент:
доцент кафедры Механики, канд. техн. наук _____М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Теория и технологические основы процессов обработки металлов давлением» являются:

- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности, углубление знаний теоретических и методологических основ техники и технологии

- освоение широкого круга вопросов, относящихся к теории процессов, происходящих при обработке металлов давлением, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, базирующихся на последних достижениях науки и производства, приобретение умений качественного и количественного анализа изучаемых процессов. Теоретическое изучение методов разработки математических моделей технологических процессов.

- формирование навыков общего анализа процессов ОМД, приобрести умение выбирать оптимальный вариант технологического процесса, рассчитывать его, а также выполнять необходимые технологические разработки, успешного владения современными приемами организации инструментального хозяйства, передовой технологией производства инструмента машин ОМД.

- научить магистров теоретическим основам процессов ОМД, анализу напряженного состояния и силового воздействия инструмента и пластически деформируемого тела для получения оптимальной формы и свойств изделия, студент должен уметь рассчитать деформации, напряжения, температурное поле, прогноз разрушения в процессах обработки металлов давлением с применением ЭВМ.

Для достижения поставленных целей в дисциплине «Теория и технологические основы процессов обработки металлов давлением» решаются задачи по изучению условий деформации, необходимых и достаточных для начала пластической деформации и обеспечения наивысшей пластичности металла в системе инструмент – металл; для получения изделий требуемой формы с оптимальным сочетанием физико-механических свойств.

В результате выполнения практических работ магистр должен получить достаточные навыки в практическом применении полученных знаний при проектировании инструмента, штамповой оснастки и выборе технологии производства изделий методами ОМД.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория и технологические основы процессов обработки металлов давлением входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Методология и методы научного исследования

Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента

Основы научной коммуникации

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория и технологические основы процессов обработки металлов давлением» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса;	
ОПК-2.1	Решает профессиональные задачи по разработке конструкторской и технологической документации в соответствии с требованиями ГОСТ
ОПК-2.2	Осуществляет экспертизу технической документации
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	
ОПК-5.1	Разрабатывает математическое описание процессов машиностроения на основе математических и численных методов моделирования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 12,1 акад. часов:
– аудиторная – 8 акад. часов;
– внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
– самостоятельная работа – 159,2 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теория напряжений								
1.1 Введение	1	1		1	10	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
1.2 Компоненты тензоров напряжений, деформаций, скоростей деформаций, их инвариантные характеристики. Дифференциальные уравнения равновесия. Соотношения между напряжениями, относительными деформациями и скоростями относительных деформаций при упругой и пластической деформации. Обобщенный закон Гука. Условия пластичности: энергетическое, постоянства максимальных	1	1		1	10	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1

касательных напряжений								
Итого по разделу		2		2	20			
2. Определение деформирующей силы								
2.1 Метод приближенных (одномерных) уравнений пластического равновесия. Основные допущения при построении приближенных уравнений равновесия и состояния пластичности. Определение деформирующей силы на примере операции осадки цилиндрической заготовки.	1			1	8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, Выполнение практических работ. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
2.2 Метод линий скольжения (характеристик). Способы построения сеток линий скольжения на основе теорем Генки, Прандтля и матрично-операторный. Вариационный энергетический метод. Конечно-разностный метод. Метод конечного элемента. Метод граничного элемента. Экспериментальные методы. Экспериментально-аналитические методы, визиопластичность				1	8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, Выполнение практических работ. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
2.3 Математическое и физическое моделирование технологических процессов обработки давлением, их оптимизация. Управление процессами.				1	8	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
Итого по разделу				3	24			
3. Разрушение при пластическом деформировании.								
3.1 Накопление повреждений. Предельные диаграммы пластичности и их	1			1	8	Подготовка практическому занятию, Самостоятельно	Промежуточный контроль, оформление и защита	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1

использование при расчетах технологических процессов обработки давлением. Восстановление запаса пластичности. Пластичность металла в условиях горячей деформации.						е изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	практической работы	
Итого по разделу				1	8			
4. Математическое и физическое моделирование технологических процессов обработки давле-нием								
4.1 Метод координатных сеток. Методика обработки измерения деформаций, поляризационно-оптический и метод муара, их использование при расчете напряжений методом визиопластичности. Методы и аппаратура для измерения сил деформирования, моментов, контактных напряжений	1				8	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
4.2 Управление процессами. Характерные особенности термомеханических режимов пластического деформирования специальных сплавов: быстрорежущих, коррозионностойких, жаропрочных сталей, алюминиевых, медных, титановых сплавов.					8	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
4.3 Метод координатных сеток. Методика обработки измерения деформаций, поляризационно-оптический и метод муара, их использование при расчете напряжений методом визиопластичности. Методы и аппаратура для измерения сил деформирования, моментов, контактных напряжений					8	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
Итого по разделу					24			
5. Удар и колебания.								

5.1 Теоремы о сохранении количества движения и главного момента количества движения в замкнутой системе при ударе. Прямой центральный удар. Коэффициент восстановления. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе. Расчеты энергии, силы и КПД удара молотов. Расчет рабочей клети стана на опрокидывание в момент захвата заготовки.	1				8	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
5.2 Основные характеристики механических колебаний. Расчеты напряжений и деформаций в деталях и узлах.					25	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
5.3 Основные положения расчета на прочность и жесткость плоских и пространственных рам. Их применение к расчетам станин прессов, станин рабочих клетей прокатных станов.					5	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
Итого по разделу					38			
6. Решение технологических задач ОМД								
6.1 Решение технологических задач ОМД на основе интегрирования упрощенного дифференциального уравнения равновесия совместно с уравнениями пластичности.	1				4	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
6.2 Анализ					4	Подготовка	Промежуточный	ОПК-2.1,

технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков.						практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.2, ОПК-5.1
6.3 Анализ технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков.	1				25,2	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
Итого по разделу					33,2			
7. Кинематика КШМ								
7.1 Кинематика кривошипно-шатунного механизма кривошипного пресса, влияние конструктивных параметров. Кинематика универсальных шарниров в шпинделях прокатных станов. Учет сил трения в кинематических парах, учет сил инерции.	1				12	Подготовка практическому занятию, Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками. Курсовой проект.	Промежуточный контроль, оформление и защита практической работы. Курсовой проект.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-5.1
Итого по разделу					12			
Итого за семестр		2		6	159,2		кп,экзамен	
Итого по дисциплине		2		6	159,2		экзамен, курсовой проект	

5 Образовательные технологии

В процессе изучения курса «Теория и технологические основы процессов обработки металлов давлением» применяются следующие образовательные технологии:

1. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций и расчетно-графической работы.

2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических и лабораторных занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

3. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

4. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Основы работы в компас-график : методические указания / составители В. Б. Шевчук, Ю. В. Виноградова. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2022. — 34 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/314000 (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Компьютерные технологии в проектировании. Лабораторный практикум : учебное пособие / Л. И. Назина, О. П. Дворянинова, Н. Л. Клейменова, А. Н. Пегина ; под редакцией О. П. Дворяниновой. — Воронеж : ВГУИТ, 2022. — 95 с. — ISBN 978-5-00032-583-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/254516 (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.Константинов, И. Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением : учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников. — 2-е изд., стер. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 487 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-017926-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2046031 (дата обращения: 20.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Коликов, А. П. Обработка металлов давлением. Теория процессов трубного производства : учебник / А. П. Коликов, Б. А. Романцев, А. С. Алещенко. — Москва : МИСИС, 2019. — 502 с. — ISBN 978-5-906953-98-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/129026 (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Зубарев, Ю. М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие для

вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-7211-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156390 (дата обращения: 20.05.2025).

в) Методические указания:

1. Пинтя, Т. Н. Экспериментальное исследование процессов термодинамики. Лабораторный практикум [Текст] : учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - Режим доступа: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1242.pdf&show=dcatalogues/1/1123323/1242.pdf&view=true. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Приложения теории пластичности к разработке и анализу технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Салганик, А. М. Песин, Д. Н. Чикишев и др. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012]. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1049&show=dcatalogues/1/1119349/1049&view=true

3. Дорогобид В. Г. Теоретические основы обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Дорогобид, А. Г. Корчунов, К. Г. Пивоварова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1415.pdf&show=dcatalogues/1/1123930/1415.pdf&view=true.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
КРЕДО ТРАНСКОР 3.0	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно
СКЗИ КриптоПро CSP	К-271-12 от 16.10.2012	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Сопротивление материалов"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом М8 О Расе, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Вопросы к экзамену:

1. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий.
2. Физическая природа пластической деформации.
3. Изменение формы тела при обработке давлением.
4. Напряжения и деформации в точке.
5. Главные максимальные касательные напряжения.
6. Коэффициенты деформации.
7. Условия постоянства объема и наименьшего сопротивления.
8. Напряженно-деформированное состояние при ОМД.
9. Деформационная теория пластичности и пластического трения.
10. Механическая схема деформации.
11. Зависимость между напряжениями и деформациями.
12. Деформационные уравнения равновесия и уравнения связи между напряжениями и деформациями. Неравномерность деформации при обработке давлением.
13. Причины неравномерной деформации.
14. Методы изучения неравномерной деформации.
15. Роль сил трения при обработке давлением.
16. Особенности трения при обработке ОМД.
17. Влияние трения на напряженно-деформированное состояние.
18. Способы определения коэффициентов трения в ОМД.
19. Механизмы пластической деформации монокристаллов.
20. Скольжение и двойникование.
21. Величина теоретического и опытного значения скалывающего напряжения. Роль дислокации.
22. Пластическая деформация поликристаллических тел. Внутри- и межзеренная деформация.
23. Упрочнение металла при деформации. Скоростное и деформационное упрочнение, изменение свойств металла.
24. Температурно-скоростные условия деформации. Холодная, теплая, горячая деформация.
25. Пластичность металла, как свойство состояния.
26. Методы обработки металлов давлением: схемы, область применения, достоинства и недостатки, дефекты и методы их предупреждение.
27. Закономерности деформации в формирования физико-механических свойств металла при холодной обработке давлением
28. Закономерности деформации и формирования физико-механических свойств металла при горячей обработке давлением.
29. Наружные и внутренние дефекты горячекатаного металла и методы их предупреждения.
30. Отклонения от плоскости и прямолинейности металлопроката, причины и методы их предупреждения.
31. Отклонение формы поперечного и продольного сечения металлопроката, причины и методы их предупреждения
32. Контактное трение при пластическом деформировании. Основные закономерности и виды его проявления
33. Устойчивость пластического течения металла.
34. Макро и микрогеометрия поверхности пластически деформированного металла.

Особенности производства холоднокатаного листа особо сложной вытяжки первой группы отделки поверхности.

35. Анизотропия свойств металла: начальная и приобретенная, трансверсальная и плоскостная. Оценка анизотропии. Влияние анизотропии на процесс пластической деформации.

36. Персональные ЭВМ с набором специализированного программного обеспечения для моделирования, алгоритмизации, визуализации и программирования систем

37. Материалы штамповочного инструмента. Методы повышения стойкости штамповочного инструмента.

38. Методы определения деформирующих усилий. Расчет по приближенным уравнениям равновесия и условию пластичности.

39. Комплексные процессы непрерывного литья и прокатки. Другие виды совмещенных процессов.

40. Валки для холодной прокатки: основные требования, конструкции, материалы, дефекты, износ, стойкость и восстановление.

41. Методы определения деформирующих усилий. Метод линий скольжения. Пример расчета усилий при внедрении в металл пуансона.

42. Методы определения деформирующих усилий. Метод нижней оценки. Пример расчета усилий методом нижней оценки.

43. Штампы: основные требования, конструкции, материалы, технология изготовления, дефекты, износ и восстановление.

44. Импульсная штамповка: сущность, источники энергии, технологии, область использования.

45. Волочение проволоки в клиновой и сигмоидной матрице. Волочение с наложением ультразвука. Безматричное волочение.

46. Листовая штамповка: вытяжка без утонения стенки, напряжения, деформации, дефекты и методы их предупреждения.

47. Нагрев металла под обработку давлением: типы нагревательных устройств, состав печной атмосферы. Температурные напряжения и дефекты металла при нагреве, режимы нагрева.

48. Ковка слитков на прессах: макростроение заготовок, преобразование ликвационных зон при ковке, схемы течения металла при ковке, влияние схем течения на механические свойства металла.

49. Волочение труб: схемы, напряжения и деформации, остаточные напряжения.

Примерные темы курсового проекта:

1. Решение технологических задач ОМД на основе интегрирования упрощенного дифференциального уравнения равновесия совместно с уравнениями пластичности.
2. Анализ технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков.
3. Кинематика кривошипно-шатунного механизма кривошипного пресса, влияние конструктививных параметров. Кинематика универсальных шарниров в шпинделях прокатных станов. Учет сил трения в кинематических парах, учет сил инерции.

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2: Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса		
ОПК-2.1:	Решает профессиональные задачи по разработке конструкторской и технологической документации в соответствии с требованиями ГОСТ	1. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий. 2. Физическая природа пластической деформации. 3. Изменение формы тела при обработке давлением. 4. Напряжения и деформации в точке. 5. Главные максимальные касательные напряжения. 6. Коэффициенты деформации. 7. Условия постоянства объема и наименьшего сопротивления. 8. Напряженно-деформированное состояние при ОМД. 9. Деформационная теория пластичности и пластического трения. 10.Механическая схема деформации. 11.Зависимость между напряжениями и деформациями. 12.Деформационные уравнения равновесия и уравнения связи между напряжениями и деформациями. Неравномерность деформации при обработке давлением. 13.Причины неравномерной деформации. Примерные темы курсового проекта: 1. Решение технологических задач ОМД на основе интегрирования упрощенного дифференциального уравнения равновесия совместно с уравнениями пластичности. 2. Анализ технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков. 3. Кинематика кривошипно-шатунного механизма кривошипного пресса, влияние конструктивных параметров. Кинематика универсальных шарниров в шпинделях прокатных станов. Учет сил трения в кинематических парах, учет сил инерции.
ОПК-2.2:	Осуществляет экспертизу технической документации	1. Методы изучения неравномерной деформации. 2. Роль сил трения при обработке давлением. 3. Особенности трения при обработке ОМД. 4. Влияние трения на напряженно-деформированное состояние. 5. Способы определения коэффициентов трения в ОМД. 6. Механизмы пластической деформации монокристаллов. 7. Скольжение и двойникование. 8. Величина теоретического и опытного значения

		скалывающего напряжения. Роль дислокации. 9. Пластическая деформация поликристаллических тел. Внутри- и межзеренная деформация. 10. Упрочнение металла при деформации. Скоростное и деформационное упрочнение, изменение свойств металла. 11. Температурно-скоростные условия деформации. Холодная, теплая, горячая деформация. Примерные темы курсового проекта: 1. Решение технологических задач ОМД на основе интегрирования упрощенного дифференциального уравнения равновесия совместно с уравнениями пластичности. 2. Анализ технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков.
ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;		
ОПК-5.1:	**Разрабатывает математическое описание процессов машиностроения на основе математических и численных методов моделирования**	1. Пластичность металла, как свойство состояния. 2. Методы обработки металлов давлением: схемы, область применения, достоинства и недостатки, дефекты и методы их предупреждение. 3. Закономерности деформации в формирования физико-механических свойств металла при холодной обработке давлением 4. Закономерности деформации и формирования физико-механических свойств металла при горячей обработке давлением. 5. Наружные и внутренние дефекты горячекатаного металла и методы их предупреждения. 6. Отклонения от плоскости и прямолинейности металлопроката, причины и методы их предупреждения. 7. Отклонение формы поперечного и продольного сечения металлопроката, причины и методы их предупреждения 8. Контактное трение при пластическом деформировании. Основные закономерности и виды его проявления 9. Устойчивость пластического течения металла. 10. Макро и микрогеометрия поверхности пластически деформированного металла. Особенности производства холоднокатаного листа особо сложной вытяжки первой группы отделки поверхности. 11. Анизотропия свойств металла: начальная и приобретенная, трансверсальная и плоскостная. Оценка анизотропии. Влияние анизотропии на процесс пластической деформации. Примерные темы курсового проекта: 1. Решение технологических задач ОМД на основе интегрирования упрощенного дифференциального уравнения равновесия совместно с уравнениями пластичности. 2. Анализ технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Математическая логика и теория алгоритмов». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Показатели и критерии оценивания курсового проекта:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.