



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СПЕЦДИСЦИПЛИНА

Направление подготовки (специальность)
22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Направленность (профиль/специализация) программы
Обработка металлов давлением

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 888)

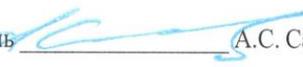
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

19.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  А.М. Песин

Рецензент:

зав. кафедрой ТСиСА, д-р техн. наук  И.Ю. Мезин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Спецдисциплина» является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в вопросах обработки металлов давлением, подготовке к защите выпускной-квалификационной работы.

Кроме того, дисциплина позволит обучающимся:

- раскрыть возможности современных тенденций в развитии сортамента, оборудования и технологий обработки металлов давлением;
- освоить основные пакеты для решения задач обработки металлов давлением;
- получить информацию перспективах развития методов обработки металлов давлением.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Спецдисциплина входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Проектирование инновационных технологий в процессах обработки металлов давлением

Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением

Стандартизация, сертификация и управление качеством в процессах обработки металлов давлением

Технологии производства и обработки материалов в металлургии

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

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Применение программных комплексов в профессиональной деятельности

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Спецдисциплина» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
Знать	- основные понятия организации работы; - основные методы и способы реализации критического аналитического подхода к поиску и анализу идей
Уметь	- организовывать работу по генерации новых идей, выявлению лучших и анализу их применимости
Владеть	навыками - организации научной группы и постановки задачи критического анализа современных достижений и идей, в том числе в междисциплинарных областях

ОПК-1 проектно-конструкторская деятельность: способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов; - современные способы анализа структуры и свойств металлов и сплавов; - современные методики расчета и проектирования новых технологических процессов ОМД
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - выбирать вид и режимы процесса обработки металлов давлением; - обоснованно выбирать вид и режимы процесса обработки металлов давлением; - уметь пользоваться современными методиками расчета и проектирования перспективных процессов ОМД
Владеть	<p>навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения методов анализа формоизменения, энергосиловых параметров, режимов ОМД; - применения методов расчета параметров технологических процессов ОМД; - применения основных современных методик анализа показателей качества металлопродукции
ОПК-11 производственно-технологическая: способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - методики расчета и проектирования новых технологических процессов ОМД; - основные принципы построения технологических процессов ОМД; - основы теории поиска оптимальных решений
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса ОМД; - уметь пользоваться современными методиками расчета и проектирования новых технологических процессов ОМД; - находить оптимальные и рациональные режимы обработки
Владеть	<p>навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов; - прогнозирования направления развития процессов; - выбора наиболее экономически целесообразных видов обработки
ОПК-18 способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основы теории поиска рациональных решений; - основы теории поиска оптимальных решений; - принципы авторского надзора

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - контролировать качество изготавливаемых изделий на всех переходах технологического процесса; - решать задачи по определению и оптимизации формоизменения и энергосиловых параметров процесса ОМД конкретного вида продукции в рамках проектирования сквозного технологического процесса с учетом авторского права
Владеть	<p>навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов; - прогнозирования направления развития процессов; - выбора наиболее экономически целесообразных видов обработки
ПК-1 способность и готовность исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - назначение, устройство и работу машин и агрегатов для производства продукции методами ОМД; - основные закономерности и явления на контакте материала и рабочего инструмента и влияние их на качество продукции
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - ориентироваться в выборе оборудования для производства металлопродукции способами ОМД требуемого сортамента и качества; - оценивать влияние технологических факторов на точность размеров, механические свойства и другие характеристики, регламентирующие качество изделия в процессах ОМД; - оптимизировать режимы перспективных процессов ОМД
Владеть	<p>навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета наиболее ответственных деталей и узлов оборудования технологических процессов ОМД
ПК-3 способность и готовность исследовать контактное взаимодействие материала и рабочего инструмента, разрабатывать мероприятия по повышению его долговечности и надежности эксплуатации	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные показатели надежности и долговечности оборудования в процессах ОМД; - основные понятия и принципы проектирования и эксплуатации энергоэффективных и материалосберегающих технологий
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать влияние технологических факторов на точность размеров, механические свойства и другие характеристики, регламентирующие качество изделия в процессах ОМД; - прогнозировать результаты воздействия термомеханической обработки на свойства готовой продукции
Владеть	<p>навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> - математического описания существующих совмещённых технологий различных процессов ОМД; - постановки и математического описания совмещённых технологий перспективных процессов ОМД
ПК-4 способность и готовность к разработке энергоэффективных и материалосберегающих, в том числе совмещённых технологий	

Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и принципы проектирования и эксплуатации энергоэффективных и материалосберегающих технологий; - перспективные процессы ОМД, энергоэффективные и материалосберегающие технологии в ОМД; - основные виды совмещенных технологий
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - свободно пользоваться общетеоретической, специальной и научно-технической литературой; - дать описание перспективных совмещенных технологий ОМД, оценить адекватность используемых гипотез, допущений при составлении такого рода описания, анализировать эффективность и ресурсосбережение технологий
Владеть	<p>навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки энергоэффективных и материалосберегающих технологий ОМД; - навыками проектирования и совершенствования технологических процессов; - прогнозирования результатов и управления ими

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 26 акад. часов;
- аудиторная – 26 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 46 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 13 акад. час;
- подготовка к экзамену – 36 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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.				
1.1 Тензор напряжений. Главные напряжения, главные касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.	5	2/И			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентации	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.2 Тензор деформаций. Аналогия уравнений напряженного и деформированного состояния.		1/И			4	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентации	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.3 Решение задач обработки металлов давлением вариационными методами. Функционалы Лагранжа, Журдена, Кастильяно.		2/И			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентации	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.4 Решение задач ОМД методом конечных элементов.		2/И			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентации	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1

1.5 Решение задач обработки металлов давлением Big Data	1/1И			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентации	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.6 Особенности решения задач ОМД при больших деформациях. Постановка задач.	2/2И			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентаций	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.7 Построение реологических моделей.			4		Подготовка к сдаче практической работы	Устный опрос. Сдача практической работы	ПК-1, ПК-3, ПК-4, УК-1
1.8 Виды и теории разрушения при пластической деформации. Критерий Колмогорова.	1/1И			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций.	Устный опрос, проверка презентаций	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.9 Постановка общей задачи теории упругости.			2		Подготовка к сдаче практической работы	Устный опрос. Сдача практической работы	ПК-1, ПК-3, ПК-4, УК-1
1.10 Методы интенсивной пластической деформации.	2			6	Изучение научной и учебно-методической информации по теме дисциплины, подготовка презентаций	Устный опрос, проверка презентаций	ОПК-1, ОПК-11, ОПК-18, УК-1
1.11 Исследование асимметричной прокатки листов и лент			2		Подготовка к сдаче практической работы	Устный опрос. Сдача практической работы	ПК-1, ПК-3, ПК-4, УК-1
1.12 Исследование напряженного деформированного состояния.			2		Подготовка к сдаче практической работы	Устный опрос. Сдача практической работы	ПК-1, ПК-3, ПК-4, УК-1
1.13 Метод конечных элементов.			3		Подготовка к сдаче практической работы. Подготовка к экзамену	Устный опрос. Сдача практической работы	ПК-1, ПК-3, ПК-4, УК-1
Итого по разделу	13/8И		13	46			
Итого за семестр	13/8И		13	46		экзамен	

Итого по дисциплине	13/8 И		13	46		экзамен	ОПК-1,ОПК-11,ОПК-18,УК-1,ПК-1,ПК-3,ПК-4
---------------------	-----------	--	----	----	--	---------	---

5 Образовательные технологии

В процессе реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные образовательные технологии (информационная лекция, семинар);
- технологии проблемного обучения (проблемная лекция);
- интерактивные технологии (лекция-беседа, семинар-дискуссия);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (лекция-визуализация, семинар-презентация).

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией модульного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости и др.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

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 (модуля)

а) Основная литература:

1. Загиров, Н.Н. Теория обработки металлов давлением : учеб. пособие / Н.Н. Загиров, С.Б. Сидельников, Е.В. Иванов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-3894-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1032175> (дата обращения: 18.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рудской, А. И. Теория и технология прокатного производства : учебное пособие / А. И. Рудской, В. А. Лунев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-4958-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129221> (дата обращения: 18.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Жидков, А. В. Плоские задачи теории упругости : учебно-методическое пособие / А. В. Жидков, А. К. Любимов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144535> (дата обращения: 18.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Потёмкин, В. К. Обработка металлов давлением : методические указания / В. К. Потёмкин, В. А. Трусов, Л. М. Капуткина. — Москва : МИСИС, 2011. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117031> (дата обращения: 18.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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: 18.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Коликов, А. П. Теория обработки металлов давлением : учебник / А. П. Коликов, Б. А. Романцев. — Москва : МИСИС, 2015. — 451 с. — ISBN 978-5-87623-887-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116979> (дата обращения: 18.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Приложения теории пластичности к разработке и анализу технологических процессов: учебное пособие / В.М. Салганик, А.М. Песин, Д.Н. Чикишев, Н.М. Локотунина, Д.О. Пустовойтов – М-во образования и науки Российской Федерации, Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2012. – 251 с. ISBN 978-5-9967-0260-2.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала и подготовки к сдаче экзамена..

Вопросы для подготовки к сдаче экзамена:

1. Решение задач обработки металлов давлением вариационными методами. Функционалы Лагранжа, Журдена, Кастильяно.
2. Решение задач ОМД методом конечных элементов.
3. Решение задач обработки металлов давлением с использованием нейросетевого моделирования.
4. Тензор напряжений. Главные напряжения, главные касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.
5. Тензор деформаций. Аналогия уравнений напряженного и деформированного состояния.
6. Особенности решения задач ОМД при больших деформациях. Постановка задач.
7. Виды и теории разрушения при пластической деформации. Критерий Колмогорова. Другие критерии.
8. Очаг деформации при симметричной и асимметричной прокатке. Нейтральные точки и кинематические зоны.
9. Реологические модели. Модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона, Максвелла, Кельвина-Фойгта (Фойгта), Бингама, Зинера.
10. Определение усилий деформирования методом совместного решения дифференциального уравнения равновесия и условий пластичности.
11. Основные пакеты для решения задач ОМД (DEFORM, QFORM и др.). Назначение, достоинства и недостатки.
12. Постановка общей задачи теории упругости.
13. Методы интенсивной пластической деформации. Достоинства и недостатки.
14. Асимметричная прокатка листов и лент. Достоинства и недостатки.
15. Перспективы использования цифровых двойников в задачах ОМД.
16. Физическая природа трения, применительно к процессам ОМД. Законы трения в процессах ОМД. Экспериментальное определение коэффициентов и показателей трения.
17. Методы определения работы, мощности, момента при симметричной и асимметричной прокатки.
18. Уширение при продольной прокатке на гладкой бочке и факторы, влияющие на его значение.
19. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий толстолистовой прокатки.
20. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий сортопрокатного производства.
21. Современные тенденции в развитии гибридных процессов ОМД.
22. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий волоочильного производства.
23. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства широкополосной горячей прокатки.
24. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства холоднокатанной листовой стали.
25. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии инкрементальной штамповки.
26. Современные тенденции в развитии технологий термообработки и нанесения покрытий для придания прокату дополнительных служебных свойств.

27. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий канатного производства.
28. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства труб.
29. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологийковки.
30. Современные тенденции в производстве холоднокатанного проката для автомобильной промышленности.
31. Современные тенденции в производстве горячекатанного проката для автомобильной промышленности.
32. Современные тенденции в производстве толстолистового проката для труб большого диаметра.
33. Термомеханическая обработка полос из низколегированных сталей с достижением сложного сочетания механических свойств.

7 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-1	проектно-конструкторская деятельность:	способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов; - современные способы анализа структуры и свойств металлов и сплавов; - современные методики расчета и проектирования новых технологических процессов ОМД 	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тензор напряжений. Главные напряжения, главные касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. 2. Тензор деформаций. Аналогия уравнений напряженного и деформированного состояния. 3. Особенности решения задач ОМД при больших деформациях. Постановка задач. 4. Виды и теории разрушения при пластической деформации. Критерий Колмогорова. Другие критерии. 5. Очаг деформации при симметричной и асимметричной прокатке. Нейтральные точки и кинематические зоны. 6. Реологические модели. Модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона, Максвелла, Кельвина-Фойгта (Фойгта), Бингама, Зинера. 7. Определение усилий деформирования методом совместного решения дифференциального уравнения равновесия и условий пластичности. 8. Методы интенсивной пластической деформации. Достоинства и недостатки. 9. Асимметричная прокатка листов и лент. Достоинства и недостатки. 10. Перспективы использования цифровых двойников в задачах ОМД. 11. Физическая природа трения, применительно к процессам ОМД. Законы трения в процессах ОМД.

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - выбирать вид и режимы процесса обработки металлов давлением; - обоснованно выбирать вид и режимы процесса обработки металлов давлением; - уметь пользоваться современными методиками расчета и проектирования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка общей задачи теории упругости. 2. Исследование асимметричной прокатки листов и лент. 3. Метод конечных элементов. 4. Исследование напряженного деформированного состояния. 5. Построение реологических моделей.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> навыками - применения методов анализа формоизменения, энергосиловых параметров, режимов ОМД; - применения методов расчета параметров технологических процессов ОМД; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведение примера температурно-скоростных зависимостей характеристик прочности и пластичности монокристаллов 2. Описание методики определения условия захвата полосы валками
<p>ОПК-11 производственно-технологическая: способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов</p>		

Знать	<ul style="list-style-type: none"> - методики расчета и проектирования новых технологических процессов ОМД; - основные принципы построения технологических процессов ОМД; - основы теории поиска оптимальных решений 	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решение задач обработки металлов давлением вариационными методами. Функционалы Лагранжа, Журдена, Кастильяно. 2. Решение задач ОМД методом конечных элементов. 3. Решение задач обработки металлов давлением с использованием нейросетевого моделирования. 4. Тензор напряжений. Главные напряжения, главные касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. 5. Тензор деформаций. Аналогия уравнений напряженного и деформированного состояния. 6. Особенности решения задач ОМД при больших деформациях. Постановка задач. 7. Виды и теории разрушения при пластической деформации. Критерий Колмогорова. Другие критерии. 8. Очаг деформации при симметричной и асимметричной прокатке. Нейтральные точки и кинематические зоны. 9. Реологические модели. Модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона, Максвелла, Кельвина-Фойгта (Фойгта), Бингама, Зинера.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса ОМД; - уметь пользоваться современными методиками расчета и проектирования новых технологических процессов ОМД; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка общей задачи теории упругости. 2. Исследование асимметричной прокатки листов и лент. 3. Метод конечных элементов. 4. Исследование напряженного деформированного состояния. 5. Построение реологических моделей.
Владеть	<p>навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов; - прогнозирования направления развития процессов; - выбора наиболее экономически целесообразных видов обработки 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание основ ресурсо- и энергосбережения в технологических процессах обработки металлов давлением 2. Описание современных методов исследований, применяемых в процессах ОМД

ОПК-18 способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий

Знать	<ul style="list-style-type: none">- основы теории поиска рациональных решений;- основы теории поиска оптимальных решений;- принципы авторского надзора	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий толстолистовой прокатки.2. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий сортопрокатного производства.3. Современные тенденции в развитии гибридных процессов ОМД.4. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий волоочильного производства.5. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства широкополосной горячей прокатки.6. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства холоднокатанной листовой стали.7. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии инкрементальной штамповки.8. Современные тенденции в развитии технологий термообработки и нанесения покрытий для придания прокату дополнительных служебных свойств.9. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий канатного производства.10. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства труб.11. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологийковки.12. Современные тенденции в производстве холоднокатанного проката для автомобильной промышленности.13. Современные тенденции в производстве горячекатанного проката для автомобильной промышленности.14. Современные тенденции в производстве толстолистового проката для труб большого диаметра.
-------	--	---

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - контролировать качество изготавливаемых изделий на всех переходах технологического процесса; - решать задачи по определению и оптимизации формоизменения и энергосиловых параметров процесса ОМД конкретного вида продукции в рамках проектирования сквозного технологического процесса с учетом 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Построение диаграммы пластичности 2. Определение условий захвата полосы валками 3. Анализ скорости пластического течения в очаге деформации 4. Определение уширения при продольной прокатке на гладкой бочке. 5. Постановка общей задачи теории упругости. 6. Исследование асимметричной прокатки листов и лент. 7. Метод конечных элементов. 8. Исследование напряженного деформированного состояния. 9. Построение реологических моделей.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> навыками - использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов; - прогнозирования направления развития процессов; - выбора наиболее экономически 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Оценка энергии, затрачиваемой на прокатку; 2. Описание методики определения работы, мощности и момента прокатки на конкретном примере
<p>ПК-1 способность и готовность исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением</p>		

<p>Знать</p>	<p>- назначение, устройство и работу машин и агрегатов для производства продукции методами ОМД; - основные закономерности и явления на контакте материала и рабочего инструмента и влияние их на качество продукции</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные пакеты для решения задач ОМД (DEFORM, QFORM и др.). Назначение, достоинства и недостатки. 2. Постановка общей задачи теории упругости. 3. Методы интенсивной пластической деформации. Достоинства и недостатки. 4. Асимметричная прокатка листов и лент. Достоинства и недостатки. 5. Перспективы использования цифровых двойников в задачах ОМД. 6. Физическая природа трения, применительно к процессам ОМД. Законы трения в процессах ОМД. Экспериментальное определение коэффициентов и показателей трения. 7. Методы определения работы, мощности, момента при симметричной и асимметричной прокатки. 8. Уширение при продольной прокатке на гладкой бочке и факторы, влияющие на его значение.
<p>Уметь</p>	<p>- ориентироваться в выборе оборудования для производства металлопродукции способами ОМД требуемого сортамента и качества; - оценивать влияние технологических факторов на точность размеров, механические свойства и другие характеристики, регламентирующие качество изделия в процессах ОМД; - оптимизировать режимы перспективных процессов ОМД</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание методики определения усилия прокатки и факторы, его определяющие 2. Описание методики определения энергии, затрачиваемой на прокатку (работа, мощность и момент прокатки) 3. Описание методики определения температурных условий в очаге деформации и их расчета 4. Перечислите современные методы контроля и управления качеством. 5. Постановка общей задачи теории упругости. 6. Исследование асимметричной прокатки листов и лент. 7. Метод конечных элементов. 8. Исследование напряженного деформированного состояния. 9. Построение реологических моделей.

Владеть	навыками - расчета наиболее ответственных деталей и узлов оборудования технологических процессов ОМД	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание методов определения напряжений и усилия волочения 2. Описание основных технологических схем и оборудования для производства сортовой стали 3. Описание основных технологических схем и оборудования для производства горячекатаной листовой стали 4. Описание основных технологических схем и оборудования для производства холоднокатаной листовой стали
ПК-3 способность и готовность исследовать контактное взаимодействие материала и рабочего инструмента, разрабатывать мероприятия по повышению его долговечности и надежности эксплуатации		
Знать	- основные показатели надежности и долговечности оборудования в процессах ОМД; - основные понятия и принципы проектирования и эксплуатации энергоэффективных и материалосберегающих технологий	Теоретические вопросы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности решения задач ОМД при больших деформациях. Постановка задач. 2. Виды и теории разрушения при пластической деформации. Критерий Колмогорова. Другие критерии. 3. Очаг деформации при симметричной и асимметричной прокатке. Нейтральные точки и кинематические зоны. 4. Реологические модели. Модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона, Максвелла, Кельвина-Фойгта (Фойгта), Бингама, Зинера. 5. Определение усилий деформирования методом совместного решения дифференциального уравнения равновесия и условий пластичности. 6. Постановка общей задачи теории упругости. 7. Методы интенсивной пластической деформации. Достоинства и недостатки. 8. Асимметричная прокатка листов и лент. Достоинства и недостатки. 9. Перспективы использования цифровых двойников в задачах ОМД. 10. Физическая природа трения, применительно к процессам ОМД. Законы трения в процессах ОМД. Экспериментальное определение коэффициентов и показателей трения. 11. Методы определения работы, мощности, момента при симметричной и асимметричной прокатки.

Уметь	<p>- оценивать влияние технологических факторов на точность размеров, механические свойства и другие характеристики, регламентирующие качество изделия в процессах ОМД;</p> <p>- прогнозировать результаты воздействия термомеханической обработки на свойства готовой продукции</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание влияния параметров технологического процесса прокатки на формирование показателей качества готовых изделий; 2. Описание влияния параметров технологического процесса волочения на формирование показателей качества готовых изделий 3. Описание современных методов оценки качества и основные отделочные операции в процессах ОМД. 10. Постановка общей задачи теории упругости. 11. Исследование асимметричной прокатки листов и лент. 12. Метод конечных элементов. 13. Исследование напряженного деформированного состояния. 14. Построение реологических моделей.
Владеть	<p>навыками</p> <p>- математического описания существующих совмещённых технологий различных процессов ОМД;</p> <p>- постановки и математического описания совмещённых технологий перспективных процессов ОМД</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание совмещённых технологических процессов в производстве листовой и сортовой продукции
ПК-4 способность и готовность к разработке энергоэффективных и материалосберегающих, в том числе совмещённых технологий		

Знать	<p>- основные понятия и принципы проектирования и эксплуатации энергоэффективных и материалосберегающих технологий;</p> <p>- перспективные процессы ОМД, энергоэффективные и материалосберегающие технологии в ОМД;</p> <p>- основные виды совмещенных технологий</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретические вопросы: 2. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий толстолистовой прокатки. 3. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий сортопрокатного производства. 4. Современные тенденции в развитии гибридных процессов ОМД. 5. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий волочильного производства. 6. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства широкополосной горячей прокатки. 7. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства холоднокатанной листовой стали. 8. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии инкрементальной штамповки. 9. Современные тенденции в развитии технологий термообработки и нанесения покрытий для придания прокату дополнительных служебных свойств. 10. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий канатного производства. 11. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства труб. 12. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологийковки. 13. Современные тенденции в производстве холоднокатанного проката для автомобильной промышленности. 14. Современные тенденции в производстве горячекатанного проката для автомобильной промышленности. 15. Современные тенденции в производстве толстолистового проката для труб большого диаметра.
-------	---	--

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - свободно пользоваться общетеоретической, специальной и научно- технической литературой; - дать описание перспективных совмещенных технологий ОМД, оценить адекватность используемых гипотез, допущений при составлении такого рода описания, анализировать эффективность и ресурсосбережение технологий 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Описание современных совмещенных технологических процессов в производстве листовой и сортовой продукции 2. Раскрытие сущности ресурсо- и энергосбережения в технологических процессах обработки металлов давлением 15. Постановка общей задачи теории упругости. 16. Исследование асимметричной прокатки листов и лент. 17. Метод конечных элементов. 18. Исследование напряженного деформированного состояния. 19. Построение реологических моделей.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> навыками - разработки энергоэффективных и материалосберегающих технологий ОМД; - навыками проектирования и совершенствования технологических процессов; 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Представление примера разработки энергоэффективных и материалосберегающих технологий ОМД 2. Описание современных методов проектирования и совершенствования технологических процессов ОМД
<p>УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>		

<p>1. Знать</p>	<p>2. - основные понятия организации работы; 3. - основные методы и способы реализации критического аналитического подхода к поиску и анализу идей</p>	<p>4. Теоретические вопросы: 5. Решение задач обработки металлов давлением вариационными методами. Функционалы Лагранжа, Журдена, Кастильяно. 6. Решение задач ОМД методом конечных элементов. 7. Решение задач обработки металлов давлением с использованием нейросетевого моделирования. 8. Тензор напряжений. Главные напряжения, главные касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. 9. Тензор деформаций. Аналогия уравнений напряженного и деформированного состояния. 10. Особенности решения задач ОМД при больших деформациях. Постановка задач. 11. Виды и теории разрушения при пластической деформации. Критерий Колмогорова. Другие критерии. 12. Очаг деформации при симметричной и асимметричной прокатке. Нейтральные точки и кинематические зоны. 13. Реологические модели. Модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона, Максвелла, Кельвина-Фойгта (Фойгта), Бингама, Зинера. 14. Определение усилий деформирования методом совместного решения дифференциального уравнения равновесия и условий пластичности. 15. Основные пакеты для решения задач ОМД (DEFORM, QFORM и др.). Назначение, достоинства и недостатки. 16. Постановка общей задачи теории упругости. 17. Методы интенсивной пластической деформации. Достоинства и недостатки. 18. Асимметричная прокатка листов и лент. Достоинства и недостатки. 19. Перспективы использования цифровых двойников в задачах ОМД. 20. Физическая природа трения, применительно к процессам ОМД. Законы трения в процессах ОМД. Экспериментальное определение коэффициентов и показателей трения.</p>
-----------------	---	---

		<p>21. Современные тенденции в развитии гибридных процессов ОМД.</p> <p>22. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий волочильного производства.</p> <p>23. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства широкополосной горячей прокатки.</p> <p>24. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства холоднокатанной листовой стали.</p> <p>25. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии инкрементальной штамповки.</p> <p>26. Современные тенденции в развитии технологий термообработки и нанесения покрытий для придания прокату дополнительных служебных свойств.</p> <p>27. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологий канатного производства.</p> <p>28. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологии производства труб.</p> <p>29. Современные тенденции в развитии сортамента, оборудования и технологийковки.</p> <p>30. Современные тенденции в производстве холоднокатанного проката для автомобильной промышленности.</p> <p>31. Современные тенденции в производстве горячекатанного проката для автомобильной промышленности.</p> <p>32. Современные тенденции в производстве толстолистового проката для труб большого диаметра.</p> <p>33. Термомеханическая обработка полос из низколегированных сталей с достижением сложного сочетания механических свойств.</p>
Уметь	- организовывать работу по генерации новых идей, выявлению лучших и анализу их применимости	<p>1. Описание современных методов контроля качества продукции в процессах ОМД</p> <p>2. Постановка общей задачи теории упругости.</p> <p>3. Исследование асимметричной прокатки листов и лент.</p> <p>4. Метод конечных элементов.</p> <p>5. Исследование напряженного деформированного состояния.</p> <p>6. Построение реологических моделей.</p>

Владеть	навыками - организации научной группы и постановки задачи критического анализа современных достижений и идей, в том числе в междисциплинарных областях	1. Приведение примеров современных достижений в области производства инновационной продукции в процессах ОМД
---------	--	--

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

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

Показатели и критерии оценивания экзамена с оценкой:

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. прочно усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров, показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников (теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов), а также без ошибок выполнил практическое задание;

– на оценку «хорошо» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. в достаточной мере усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на вопросы, показал хорошие знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников, а также без ошибок выполнил практическое задание;

– на оценку «удовлетворительно» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. предусмотренный программный материал усвоен не в полной мере, обучающийся дал ответы не на все вопросы, показал неглубокие знания, плохо владеет приемами рассуждения и сопоставления материалов, а также выполнил практическое задание с ошибками;

– на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.