

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала ФГБОУ ВО
«МГТУ» в г. Белорецке

 Д.Р. Хамзина

«31» 10 10 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Направление подготовки
22.03.02 Металлургия

Направленность программы
Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Факультет (институт)	Филиал ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белорецке
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3
Семестр	5,6

Белорецк
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 4 декабря 2015 г. № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

« 24 » 10 2018 г., протокол № 2 .

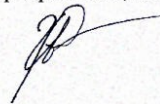
Зав. кафедрой  /С.М. Головизнин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белоречке

« 31 » 10 2018 г. (протокол № 1)

Председатель  /Д.Р. Хамзина/

Рабочая программа составлена: доцент кафедры МиС, к.т.н.


_____ / А.Б.Иванцов /

Рецензент:

начальник ЦЗЛ АО БМК «Мечел»

_____ /И.Э. Пыхов/

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория ОМД» является формирование у обучающегося знаний в области теоретических основ построения рациональных режимов пластической деформации при обработке металлов давлением.

Задачи дисциплины:

– формирование у обучающегося основ знаний о закономерностях процессов ОМД: прокатке, волочении, осадке, прессовании, штамповке и других видов обработки;

– усвоение гипотез, законов, теорий для определения напряженно-деформированного состояния, кинематических и энергосиловых характеристик, прогнозирования разрушения металла при пластической обработке, управление качеством продукции, изготавливаемой с использованием процессов ОМД;

– обретение навыков и умения на основе этих знаний описывать и анализировать напряженно-деформированное состояние, кинематические и силовые характеристики в различных технологических процессах ОМД.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Теория обработки металлов давлением» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallургия, для направленности программы Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство).

Дисциплина «Теория ОМД» должна давать теоретическую подготовку в области фундаментальных положений и понятий, характеризующих сущность теории ОМД и её основных разделов (теории пластичности, теории прокатки, теории волочения).

В курсе должно даваться представление о методах эффективного использования фундаментальные положения и понятия ОМД, при выполнении профессиональной деятельности для решения производственно-технологических, научно-исследовательских и проектно-конструкторских задач.

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

- история металлургии;
- история техники;
- теплофизика;
- теоретическая механика;
- механика сплошных сред;
- специальные главы физики;
- информационные технологии в металлургии;
- математическая статистика в металлургии;
- теория пластичности;
- теория упругости;
- сопротивление материалов;
- детали машин;
- основы теории планирования эксперимента;
- метрология, стандартизация и сертификация;
- основы металлургического производства;
- материаловедение;
- теория обработки металлов давлением;
- методы исследований материалов.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин:

- Технологические процессы ОМД;
- Технология производства металлоизделий
- Моделирование процессов и объектов в металлургии

Дисциплина «Теория ОМД» должна давать теоретическую подготовку в области фундаментальных положений и понятий, характеризующих сущность теории ОМД и её основных разделов (теории пластичности, теории прокатки, теории волочения).

В курсе должно даваться представление о методах эффективного использования фундаментальные положения и понятия ОМД, при выполнении профессиональной деятельности для решения производственно-технологических, научно-исследовательских и проектно-конструкторских задач.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:

В результате освоения дисциплины «Теория ОМД» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	
Знать	методику проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов;
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;
Владеть	навыками построения рациональной технологии процесса и расчета энергосиловых параметров
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	
Знать	варианты технологических схем производства заготовок, сортового, листового проката, труб, ленты, металлоизделий из проволоки;
Уметь	выбрать и теоретически обосновать оптимальную технологию и соответствующее технологическое оборудование для производства заданного сортамента продукции;
Владеть	навыками расчета и построения рациональной технологии процесса ОМД и расчета энергосиловых параметров процесса

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (5 зачетные единицы в 5 семестре и 5 зачетных единиц в 6 семестре), 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 179,95 акад. часов:
 - аудиторная – 170 акад. часов;
 - внеаудиторная – 9,85 акад. часов;
- самостоятельная работа – 108,75 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа.

Раздел /тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение	5							
1.1 Объем и содержание курса. Связь его с другими дисциплинами. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий.	4				13,1	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы . Входной контроль	устный опрос	ПК-Ззув
1.2 Задачи теории ОМД в связи с задачами развития народного хозяйства.	7						самоотчет	ПК-Ззув
Итого по разделу	11				13,1			
2. Физическая природа пластической деформации								
2.1 Кристаллическое строение металлов. Пластическая деформация монокристаллов. Механизмы пластической деформации. Дислокации. Механизмы образования и размножения дислокаций. Взаимодействие и перемещение дислокаций.	3	6			6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	АКР	ПК-Ззув
2.2 Механизмы торможения	4	6					устный	ПК-3 зув

дислокаций. Способы упрочнения металлов. Понятие инженерной прочности металлических конструкций. Теория "барьеров" для дислокаций						опрос	
Итого по разделу	7	12		6			
3. Физические основы пластической деформации.							
3.1 <u>Горячая и холодная деформация</u> поликристалла. Особенности внутри- и межзеренной деформации. <u>Анизотропия</u> свойств металлов и сплавов в результате пластической деформации. <u>Текстура</u> металла, волокнистое строение.	5		3	6,2	самостоятельная подготовка по теме урока	самоотчет	ПК-3 зув
3.2 Изменения в металле, связанные с пластической деформацией: наклеп, возврат (отдых), полигонизация, рекристаллизация. Условное и истинное напряжение. Кривые упрочнения. Фазовые превращения при пластической деформации в холодном состоянии. Виды деформации при ОМД в зависимости от температурного фактора. <u>Теория напряжений и деформаций в обработке металлов давлением.</u>	5		4			устный опрос	ПК-3 зув
Итого по разделу	10		7	6,2			
4. Сопротивление деформации, пластичность и разрушение металлов при обработке давлением							
4.1 Понятие сопротивления деформации <u>скорости в теории обработки металлов давлением.</u> Определение сопротивления деформации при холодной и горячей обработке давлением. Влияние температуры, скорости и степени деформации на <u>сопротивление металлов и сплавов деформации.</u>	3	6				АКР	ПК-3 зув ОПК-4 з
4.2 <u>Пластичность</u> и <u>деформируемость.</u> Зарождение и развитие трещин при деформации. Хрупкое разрушение. Показатели пластических свойств.	3	6				выступление с докладом	ПК-3 зув ОПК-4 з

Зависимость пластичности от химического состава, структуры, температуры обработки, скорости и степени деформации. Влияние схемы напряженного состояния на пластичность. Диаграммы пластичности. Ресурс пластичности. <u>Формирование физических и механических свойств металлов и сплавов в процессах ОМД</u>							
4.3 Влияние ультразвуковых колебаний на пластические свойства. Сверхпластичность.							ОПК-4 з
Итого по разделу	6	12					
5. Трение в процессах обработки металлов давлением							
5.1 Основные закономерности контактного трения. Виды трения: сухое, граничное, жидкостное. Смешанное трение как основной вид трения в процессах ОМД. Механизм и основные закономерности деформационного трения. Влияние технологических факторов на величину сил трения. Роль трения в процессах ОМД.	5		7			АКР	ПК-3 зув
5.2 Технологические смазки. Вещества, применяемые в качестве технологических смазок. Смазки для холодной и горячей деформации. Механизм действия и способы исследования действия смазок. Коэффициент трения. Закон Амонтона-Кулона, ограниченность его применения в условиях обработки давлением. Расчет сил трения как доли от напряжения текучести. Условия Зибеля и Прандтля. Закон Ньютона для гидродинамического трения.	5		3	12,15	выполненные практические задания		ОПК-4 з
Итого по разделу	10		10	12,15			
6. Основные закономерности пластической деформации.						АКР	
6.1 <u>Основные законы теории обработки металлов давлением.</u>	4	6				самоотчет	ПК-3 зув

Закон постоянства объема. Изменение объема при обработке пористого материала. Закон минимума работы пластической деформации. Закон наименьшего сопротивления и закон минимального периметра. Линии раздела течения. Зона прилипания и причины ее появления. Зависимость протяженности зоны прилипания от условий деформации. Течение металла при осадке при отсутствии трения на контакте							
6.2 <u>Неравномерность деформации</u> и закон дополнительных напряжений. Однородная и неоднородная деформация. Влияние трения, формы инструмента и заготовки, неоднородности свойств металла на неравномерность деформации. Остаточные напряжения.	3	4				устный опрос	ПК-3 зув ОПК-4 з
6.3 Очаг деформации. Геометрический и фактический очаг деформации. Фактор формы очага деформации. Внешние зоны очага деформации и их влияние на условия деформации. Стационарные и нестационарные процессы.							ПК-3 зув ОПК-4 з
Итого по разделу	7	10					
Итого за семестр	51	34	17	37,45			Экзамен
7. Определение напряжений и деформаций металла в процессах ОМД, их основные закономерности	6						
7.1 Постановка задач в теории ОМД. Инженерные <u>методы исследования процессов ОМД</u> . Гипотеза плоских сечений. Основные допущения. Дифференциальное уравнение равновесия сил при осадке.	6	10		15	домашнее задание №1	АКР	ПК-3 зу ОПК-4 з
Итого по разделу	6	10		15			
8. <u>Усилие и работа деформации, методы расчета формоизменения и энергосиловых параметров</u>							

<u>при обработке давлением</u>							
8.1 Методы линий скольжения, работ, верхней оценки, конечных элементов и др.	3		2			самоотчет	ПК-3 з ОПК-4 з
8.2 Физическое и математическое моделирование на ЭВМ процессов пластического течения. Экспериментальные методы определения усилий и деформаций. Методы решения задач с использованием ЭВМ.	3		2	15		устный опрос	ПК-3 з ОПК-4 з
Итого по разделу	6		4	15			
<u>9. Теории процессов ОМД: прокатка</u>							
9.1 Прокатка на гладкой бочке, прокатка в калибрах, Тепловые процессы при обработке металлов давлением	8	7		13,7	домашнее задание №2	АКР	ОПК-4 з
Итого по разделу	8	7		13,7			
<u>10. Теории процессов ОМД: осадка, штамповка</u>							
10.1 Свободная ковка, объемная и листовая штамповки.	4		8			устный опрос	ОПК-4 з
Итого по разделу	4		8				
<u>11. Теории процессов ОМД: волочение</u>							
11.1 Очаг деформации, энергосиловые параметры, роль трения при волочении, предельные величины обжатия, нетрадиционные способы получения длинномерных изделий	6		5	15	домашнее задание №3	устный опрос	ОПК-4 з
Итого по разделу	6		5	15			
<u>12. Энерго- и ресурсосбережение в процессах ОМД.</u>						АКР	
12.1 Принципы разработки технологических режимов процессов деформации, влияние параметров пластической деформации на качество металлопродукции.	4			12,6	домашнее задание №4	устный опрос	ОПК-4 з
Итого по разделу	4			12,6			
Итого за семестр	34	17	17	71,3			Экзамен, защита

								курсово го проекта
Итого по дисциплине		85	51	34	108,75			

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория ОМД» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория ОМД» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении практических занятий используются работа в команде. Самостоятельная работа стимулирует обучающегося в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

При изучении каждого раздела дисциплины предусматривается изложение необходимого теоретического материала на лекциях. Полученные теоретические знания подкрепляются на практических занятиях. Обучающиеся овладевают практическими навыками при выполнении заданий в такой степени, которая позволила бы им в дальнейшем применять эти навыки в своей трудовой деятельности.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность обучающегося носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и обучающегося, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности обучающегося.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов,

авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух преподавателей (например, реконструкция диалога представителей различных научных школ, «ученого» и «практика» и т.п.).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от обучающегося применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы обучающихся, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексии.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Творческий проект, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность обучающегося осуществляется в рамках рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

По дисциплине «Теория ОМД» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа предполагает выполнение различных заданий и тренингов, а также психологических тестов на практических занятиях.

Примерные аудиторные задания для практических занятий:

Аудиторная контрольная работа №1

- 1) Понятие о пластической деформации. Её частные случаи (линейная, угловая и т.д.). Способы выражения деформации (абсолютная, относительная деформация и т.д. – 5 видов).
- 2) Диаграмма «Одноосное растяжение-сжатие».

Аудиторная контрольная работа №2

- 1) Механизмы холодной деформации (внутри- и межзеренные).
- 2) Влияние концентрации дефектов на прочностные свойства металла.

Аудиторная контрольная работа №3

- 1) Характерные СГН и СГД для различных видов ОМД.
- 2) Постоянство объема и его условность при ОМД. Изменение объема при горячей и холодной деформации.

Аудиторная контрольная работа №4

- 1) Дополнительные и остаточные напряжения I, II, III рода. Внешние, внутренние и дополнительные (остаточные) напряжения в общей системе напряжений.
- 2) Текстура и волокнистость. Виды анизотропии.

Аудиторная контрольная работа №5

- 1) Механизмы горячей деформации.
- 2) Консервативный способ перемещения краевой дислокации

Перечень основных домашних заданий

Домашнее задание №1

Решение задач с использованием ЭВМ.

Домашнее задание №2

Расчет прокатки на гладкой бочке, прокатки в калибрах,

Домашнее задание №3

Расчет энергосиловых параметров процесса свободнойковки полосы бесконечной длины.

Домашнее задание №4

Расчет маршрута волочения

Курсовая работа «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОСАДКИ ПОЛОСЫ

НЕОГРАНИЧЕННОЙ ДЛИНЫ»

Курсовая работа выполняется по номеру Задания, взятому у преподавателя. Данные для расчета берутся из приложений методички и используются в Варианте №1 курсовой работы. Рассчитанное σ_s^* принимается постоянным для всех вариантов. Для проведения расчетов по 2-3 вариантам обучающийся произвольно (но в области допустимой для этих вариантов) изменяет h , указывая в работе новые выбранные значения. Для проведения расчетов по 4-5 вариантам обучающийся произвольно (но в области вариантов) изменяет коэффициент f , указывая в работе выбранные значения.

Задание для расчетной части курсовой работы

Рассчитать максимальное (при завершении операции) удельное давление $\rho_{уд}$, необходимое для осадки полосы бесконечной длины. Построить эпюры распределения контактных нормальных σ_z и касательных τ_k напряжений на поверхности контакта для пяти вариантов осадки, различных по конечной высоте образца h_1 и величине коэффициента трения f .

Задание для разработки в теоретической части курсовой работы

1. Свободная ковка.
2. Контактные зоны при осадке и прокатке.
3. Получение зависимостей для определения напряженного состояния на поверхности контакта.
4. Характерные зоны по объему металла при осадке, их напряженно-деформированное состояние.
5. Механические схемы деформации, их вариации при различных случаях осадки.
6. Законы трения, применяемые для расчета касательных напряжений различных контактных зон (условия - трение скольжения, трение покоя, $\tau_k = \beta\sigma_s^*/2$).
7. Развитие контактных зон при осадке.
8. Метод термомеханических коэффициентов как метод расчета сопротивления деформации.
9. Расчет энергосиловых условий деформации при осадке.
10. Связь типа СГН в объемных зонах при осадке с интенсивностью деформации в этих зонах.
11. Влияние соотношения параметров a , h и f на контактные зоны.
12. Бочкообразование при осадке – причины образования, типы бочкообразности.
13. Влияние изменения величины коэффициента трения на контактные зоны.
14. Набегание боковой поверхности на контактную.
15. Влияние основных показателей процесса деформации на сопротивление деформации $\sigma_s = f(\varepsilon, T, \xi)$ (определяющее соотношение процесса деформации).
16. Специфика применения свободной ковки.
17. Виды ковок – свободная, закрытая, объемная и листовая штамповка.

Примеры задач по Теории ОМД:

1. Определите полученную степень деформации через пять показателей линейной деформации.

2. Определите максимальную упругую деформацию при одноосном растяжении для стальной патентованной проволоки из стали марки 70, диаметром 2 мм, при величине модуля Юнга $2 \cdot 10^5$ МПа. $\sigma_{\text{текуч пат}} = (900 - 420C + 10d) \cdot 0,85$ МПа
3. Переведите 12 кгс/м^2 в МПа.
4. Определите полученную степень деформации через относительную деформацию первого и третьего вида и определите отклонение в расчете.
5. Выразите относительную деформацию первого вида через коэффициент вытяжки.
6. Найдите потребное усилие начала деформации осадки цилиндра радиусом 100 мм сопротивлением 1000 МПа при условии деформации без трения.
7. Определите высоту образования зоны скольжения при осадке цилиндра высотой 200 мм, с радиусом 70 мм при условии осадки цилиндра без бочкообразования.
8. Определите изменение диаметра проволоки $d_0 = 4$ мм при коэффициенте вытяжки 1,2 (обжатие в одной волоке).
9. Определите изменение диаметра проволоки $d_0 = 5,5$ мм при коэффициенте вытяжки 5,8 (обжатие на одном стане).

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ (5 СЕМЕСТР)

1. Объем и содержание курса. Связь его с другими дисциплинами.
2. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий.
3. Задачи теории ОМД в связи с задачами развития народного хозяйства.
4. Кристаллическое строение металлов.
5. Пластическая деформация монокристаллов.
6. Механизмы пластической деформации. Дислокации.
7. Механизмы образования и размножения дислокаций.
8. Взаимодействие и перемещение дислокаций.
9. Механизмы торможения дислокаций.
10. Способы упрочнения металлов.
11. Понятие инженерной прочности металлических конструкций.
12. Теория "барьеров" для дислокаций.
13. Физические основы пластической деформации.
14. Горячая и холодная деформация поликристалла.
15. Особенности внутри- и межзеренной деформации.
16. Анизотропия свойств металлов и сплавов в результате пластической деформации.
17. Текстура металла, волокнистое строение.
18. Изменения в металле, связанные с пластической деформацией: наклеп, возврат (отдых), полигонизация, рекристаллизация.
19. Условное и истинное напряжение.
20. Кривые упрочнения.
21. Фазовые превращения при пластической деформации в холодном состоянии.
22. Виды деформации при ОМД в зависимости от температурного фактора
23. Понятие сопротивления деформации.
24. Определение сопротивления деформации при холодной и горячей обработке давлением.
25. Влияние температуры, скорости и степени деформации на сопротивление деформации.
26. Пластичность.
27. Зарождение и развитие трещин при деформации.

28. Хрупкое разрушение.
29. Показатели пластических свойств.
30. Зависимость пластичности от химического состава, структуры, температуры обработки, скорости и степени деформации.
31. Влияние схемы напряженного состояния на пластичность.
32. Диаграммы пластичности.
33. Ресурс пластичности.
34. Влияние ультразвуковых колебаний на пластические свойства.
35. Сверхпластичность.
36. Основные закономерности контактного трения.
37. Виды трения: сухое, граничное, жидкостное.
38. Смешанное трение как основной вид трения в процессах ОМД.
39. Механизм и основные закономерности деформационного трения.
40. Влияние технологических факторов на величину сил трения.
41. Роль трения в процессах ОМД.
42. Технологические смазки.
43. Вещества, применяемые в качестве технологических смазок.
44. Смазки для холодной и горячей деформации.
45. Механизм действия и способы исследования действия смазок.
46. Коэффициент трения.
47. Закон Амонтона-Кулона, ограниченность его применения в условиях обработки давлением.
48. Расчет сил трения как доли от напряжения текучести.
49. Условия Зибеля и Прандтля.
50. Закон Ньютона для гидродинамического трения.
51. Основные законы пластической деформации.
52. Закон постоянства объема.
53. Изменение объема при обработке пористого материала.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ (6 СЕМЕСТР)

1. Закон минимума работы пластической деформации.
2. Закон наименьшего сопротивления и закон минимального периметра.
3. Линии раздела течения.
4. Зона прилипания и причины ее появления.
5. Зависимость протяженности зоны прилипания от условий деформации.
6. Течение металла при осадке при отсутствии трения на контакте.
7. Неравномерность деформации и закон дополнительных напряжений.
8. Однородная и неоднородная деформация.
9. Влияние трения, формы инструмента и заготовки, неоднородности свойств металла на неравномерность деформации.
10. Остаточные напряжения.
11. Очаг деформации.
12. Геометрический и фактический очаг деформации.
13. Фактор формы очага деформации.
14. Внешние зоны очага деформации и их влияние на условия деформации.
15. Стационарные и нестационарные процессы.
16. Постановка задач в теории ОМД.
17. Инженерные методы решения задач.
18. Гипотеза плоских сечений. Основные допущения.
19. Дифференциальное уравнение равновесия сил при осадке.

20. Усилие и работа деформации, методы расчета формоизменения и энергосиловых параметров при обработке давлением (методы линий скольжения, работ, верхней оценки, конечных элементов и др.).
21. Физическое и математическое моделирование на ЭВМ процессов пластического течения.
22. Экспериментальные методы определения усилий и деформаций.
23. Методы решения задач с использованием ЭВМ.
24. Основные закономерности процессов ОМД: продольной прокатки на гладкой бочке, прокатки в калибрах, волочения, прессования, свободнойковки, объемной и листовой штамповки.
25. Тепловые процессы при обработке металлов давлением
26. Энерго- и ресурсосбережение в процессах ОМД, принципы разработки технологических режимов процессов деформации, влияние параметров пластической деформации на качество металлопродукции.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

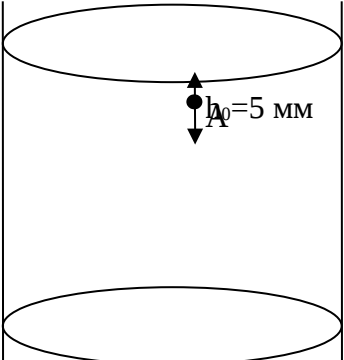
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности		
Знать	методику проведения расчетов напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров в процессах пластической деформации металлов и сплавов;	<p style="text-align: center;">ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Объем и содержание курса. Связь его с другими дисциплинами. 2. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий. 3. Задачи теории ОМД в связи с задачами развития народного хозяйства. 4. Кристаллическое строение металлов. 5. Пластическая деформация монокристаллов. 6. Механизмы пластической деформации. Дислокации. 7. Механизмы образования и размножения дислокаций. 8. Взаимодействие и перемещение дислокаций. 9. Механизмы торможения дислокаций. 10. Способы упрочнения металлов. 11. Понятие инженерной прочности металлических конструкций. 12. Теория "барьеров" для дислокаций.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Физические основы пластической деформации.</p> <p>14. Горячая и холодная деформация поликристалла.</p> <p>15. Особенности внутри- и межзеренной деформации.</p> <p>16. Анизотропия свойств металлов и сплавов в результате пластической деформации.</p> <p>17. Текстура металла, волокнистое строение.</p> <p>18. Изменения в металле, связанные с пластической деформацией: наклеп, возврат (отдых), полигонизация, рекристаллизация.</p> <p>19. Условное и истинное напряжение.</p> <p>20. Кривые упрочнения.</p> <p>21. Фазовые превращения при пластической деформации в холодном состоянии.</p> <p>22. Виды деформации при ОМД в зависимости от температурного фактора</p> <p>23. Понятие сопротивления деформации.</p> <p>24. Определение сопротивления деформации при холодной и горячей обработке давлением.</p> <p>25. Влияние температуры, скорости и степени деформации на сопротивление деформации.</p> <p>26. Пластичность.</p> <p>27. Зарождение и развитие трещин при деформации.</p> <p>28. Хрупкое разрушение.</p> <p>29. Показатели пластических свойств.</p> <p>30. Зависимость пластичности от химического состава, структуры, температуры обработки, скорости и степени деформации.</p> <p>31. Влияние схемы напряженного состояния на пластичность.</p> <p>32. Диаграммы пластичности.</p> <p>33. Ресурс пластичности.</p> <p>34. Влияние ультразвуковых колебаний на пластические свойства.</p> <p>35. Сверхпластичность.</p> <p>36. Основные закономерности контактного трения.</p> <p>37. Виды трения: сухое, граничное, жидкостное.</p> <p>38. Смешанное трение как основной вид трения в процессах ОМД.</p> <p>39. Механизм и основные закономерности</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>деформационного трения.</p> <p>40. Влияние технологических факторов на величину сил трения.</p> <p>41. Роль трения в процессах ОМД.</p> <p>42. Технологические смазки.</p> <p>43. Вещества, применяемые в качестве технологических смазок.</p> <p>44. Смазки для холодной и горячей деформации.</p> <p>45. Механизм действия и способы исследования действия смазок.</p> <p>46. Коэффициент трения.</p> <p>47. Закон Амонтона-Кулона, ограниченность его применения в условиях обработки давлением.</p> <p>48. Расчет сил трения как доли от напряжения текучести.</p> <p>49. Условия Зибеля и Прандтля.</p> <p>50. Закон Ньютона для гидродинамического трения.</p> <p>51. Основные законы пластической деформации.</p> <p>52. Закон постоянства объема.</p> <p>53. Изменение объема при обработке пористого материала.</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>Задание для разработки в теоретической части курсовой работы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Свободная ковка. 2. Контактные зоны при осадке и прокатке. 3. Получение зависимостей для определения напряженного состояния на поверхности контакта. 4. Характерные зоны по объему металла при осадке, их напряженно-деформированное состояние. 5. Механические схемы деформации, их вариации при различных случаях осадки. 6. Законы трения, применяемые для расчета касательных напряжений различных контактных зон (условия - трение скольжения, трение покоя, $\tau_k = \beta \sigma_s^* / 2$). 7. Развитие контактных зон при осадке. 8. Метод термомеханических коэффициентов как метод расчета сопротивления деформации.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		9. Расчет энергосиловых условий деформации при осадке. 10. Связь типа СГН в объемных зонах при осадке с интенсивностью деформации в этих зонах. 11. Влияние соотношения параметров a , h и f на контактные зоны. 12. Бочкообразование при осадке – причины образования, типы бочкообразности. 13. Влияние изменения величины коэффициента трения на контактные зоны. 14. Набегание боковой поверхности на контактную. 15. Влияние основных показателей процесса деформации на сопротивление деформации $\sigma_s = f(\varepsilon, T, \xi)$ (определяющее соотношение процесса деформации). 16. Специфика применения свободной ковки. Виды ковок – свободная, закрытая, объемная и листовая штамповка.
Владеть	навыками построения рациональной технологии процесса и расчета энергосиловых параметров	Примерный перечень тем курсовых работ: Курсовая работа выполняется по номеру задания, взятому у преподавателя. Данные для расчета берутся из приложений методички и используются в Варианте №1 курсовой работы. Рассчитанное σ_s^* принимается постоянным для всех вариантов. Для проведения расчетов по 2-3 вариантам обучающийся произвольно (но в области допустимой для этих вариантов) изменяет h , указывая в работе новые выбранные значения. Для проведения расчетов по 4-5 вариантам обучающийся произвольно (но в области вариантов) изменяет коэффициент f , указывая в работе выбранные значения.
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач		
Знать	варианты технологических схем производства заготовок, сортового, листового проката, труб, ленты, металлоизделий из проволоки;	ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ 1. Закон минимума работы пластической деформации. 2. Закон наименьшего сопротивления и закон минимального периметра. 3. Линии раздела течения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> 4. Зона прилипания и причины ее появления. 5. Зависимость протяженности зоны прилипания от условий деформации. 6. Течение металла при осадке при отсутствии трения на контакте. 7. Неравномерность деформации и закон дополнительных напряжений. 8. Однородная и неоднородная деформация. 9. Влияние трения, формы инструмента и заготовки, неоднородности свойств металла на неравномерность деформации. 10. Остаточные напряжения. 11. Очаг деформации. 12. Геометрический и фактический очаг деформации. 13. Фактор формы очага деформации. 14. Внешние зоны очага деформации и их влияние на условия деформации. 15. Стационарные и нестационарные процессы. 16. Постановка задач в теории ОМД. 17. Инженерные методы решения задач. 18. Гипотеза плоских сечений. Основные допущения. 19. Дифференциальное уравнение равновесия сил при осадке. 20. Усилие и работа деформации, методы расчета формоизменения и энергосиловых параметров при обработке давлением (методы линий скольжения, работ, верхней оценки, конечных элементов и др.). 21. Физическое и математическое моделирование на ЭВМ процессов пластического течения. 22. Экспериментальные методы определения усилий и деформаций. 23. Методы решения задач с использованием ЭВМ. 24. Основные закономерности процессов ОМД: продольной прокатки на гладкой бочке, прокатки в калибрах, волочения, прессования, свободнойковки, объемной и листовой штамповки. 25. Тепловые процессы при обработке металлов давлением 26. Энерго- и ресурсосбережение в процессах ОМД, принципы разработки технологических режимов процессов деформации, влияние параметров

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		пластической деформации на качество металлопродукции.
Уметь	выбрать и теоретически обосновать оптимальную технологию и соответствующее технологическое оборудование для производства заданного сортамента продукции;	<p>10. Определите полученную степень деформации через пять показателей линейной деформации.</p> <p>11. Определите максимальную упругую деформацию при одноосном растяжении для стальной патентованной проволоки из стали марки 70, диаметром 2 мм, при величине модуля Юнга $2 \cdot 10^5$ МПа. $\sigma_{\text{пат}}^{\text{текуч}} = (900 - 420C + 10d) \cdot 0,85$ МПа</p> <p>12. Переведите 12 кгс/м² в МПа.</p> <p>13. Определите полученную степень деформации через относительную деформацию первого и третьего вида и определите отклонение в расчете.</p> <p>14. Выразите относительную деформацию первого вида через коэффициент вытяжки.</p> <p>15. Найдите потребное усилие начала деформации осадки цилиндра радиусом 100 мм сопротивлением 1000 МПа при условии деформации без трения.</p> <p>16. Определите высоту образования зоны скольжения при осадке цилиндра высотой 200 мм, с радиусом 70 мм при условии осадки цилиндра без бочкообразования.</p> <p>17. Определите изменение диаметра проволоки $d_0 = 4$ мм при коэффициенте вытяжки 1,2 (обжатие в одной волоке).</p> <p>18. Определите изменение диаметра проволоки $d_0 = 5,5$ мм при коэффициенте вытяжки 5,8 (обжатие на одном стане).</p> <p>19. Определите высоту цилиндра при переходе точки А на область контакта, без учета процесса бочкообразования. $H_0 = 250$ мм, $R_0 = 150$ мм.</p> 

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>20. Постройте условную кривую одноосного растяжения в координатах для проволоки $d_0=5,5$ мм, при условии: модуля Юнга $2 \cdot 10^5$ МПа, начало пластической деформации – 100 кг, обрыв – 150 кг. $\epsilon_{\max}=25\%$</p> <p>21. Определите скорость проволоки диаметром 1,9 мм, соответствующей наступлению ударной деформации ($\xi=500$ с⁻¹). Длина очага деформации равна половине его высоты. $Q_{\max}=30\%$</p> <p>22. Определите радиус цилиндра после 0,02 с деформации при $\xi=100$ с⁻¹, без учета процесса бочкообразования. $H_0=150$ мм, $R_0=100$ мм.</p> <p>23. Определите величину $\sigma_{\text{текуч}}$ одноосного растяжения, если при объемном напряженном состоянии $\sigma_1=300$ МПа, $\sigma_2=-120$ МПа, $\sigma_3=-100$ МПа металл начал пластически деформироваться.</p> <p>24. Какому процессу соответствуют напряженно-деформированные состояния: $\sigma_1=-500$ МПа, $\sigma_2=-115$ МПа, $\sigma_3=-80$ МПа, $\delta_1=-0,5$, $\delta_2=0,2$, $\delta_3=0,3$ $\sigma_1=300$ МПа, $\sigma_2=-120$ МПа, $\sigma_3=-100$ МПа, $\delta_1=0,15$, $\delta_2=-0,7$, $\delta_3=-0,8$ $\sigma_1=-300$ МПа, $\sigma_2=-120$ МПа, $\sigma_3=-100$ МПа, $\delta_1=-2$, $\delta_2=-1,2$, $\delta_3=-0,8$</p>
Владеть	навыками расчета и построения рациональной технологии процесса ОМД и расчета энергосиловых параметров процесса	<p>Задание для расчетной части курсовой работы</p> <p>Рассчитать максимальное (при завершении операции) удельное давление $\rho_{y\partial}$, необходимое для осадки полосы бесконечной длины. Построить эпюры распределения контактных нормальных σ_z и касательных τ_k напряжений на поверхности контакта для пяти вариантов осадки, различных по конечной высоте образца h_1 и величине коэффициента трения f.</p>

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

Для организации работы преподавателя, читающему данный курс необходимы

следующие методические материалы:

– рабочая программа дисциплины, в которой прописаны цель и задачи изучения дисциплины, содержание и объем учебных занятий, предусмотренных рабочим учебным планом (РУП), перечень рекомендуемой литературы и средства обучения, необходимые для изучения дисциплины;

– методические указания для обучающегося по выполнению различных видов учебной деятельности, предусмотренных РУП;

– пакет контрольно-измерительных материалов;

В процессе преподавания дисциплины применяется традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проводятся как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающемуся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Самостоятельная работа обучающегося построена таким образом, что в процессе работы обучающиеся закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки. Выполнение курсового проекта требует от обучающегося анализа проблемной ситуации, выбора средств и методов ее решения, т.е. самостоятельная работа не ограничивается только усвоением теоретических знаний, она также формирует практические умения и навыки, а также умения исследовательской и творческой деятельности.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками обучающегося, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения обучающимся определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты контрольных работ, курсового проекта.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в конце первого учебного года в форме зачета, в конце второго учебного года в форме экзамена и защиты курсовой работы.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Контрольная работа.

Принципы разработки технологических режимов процессов деформации. Энерго- и ресурсосбережение в процессах ОМД. Влияние параметров пластической деформации на качество металлопродукции. Рациональные схемы технологических процессов. Режимы горячей ОМД. Режимы холодной ОМД.

Курсовая работа.

Тема: Определение механических свойств металла методом испытания на растяжение.

Каждый обучающийся получает индивидуальное задание, которое выполняет с помощью ЭВМ с последующей защитой курсовой работы.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория ОМД» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и

владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

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.

Курсовая работа 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 курсовой работы:

– 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.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Дубровская Е. Ю. Теория обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Ю. Дубровская ; МГТУ. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1354.pdf&show=dcatalogues/1/1123807/1354.pdf&view=true> - Макрообъект.
2. Ильина Н. Н. Теория обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : практикум / Н. Н. Ильина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2762.pdf&show=dcatalogues/1/1132856/2762.pdf&view=true> - Макрообъект.

б) Дополнительная литература:

3. Тулупов С. А. Теория обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : курс лекций / С. А. Тулупов, Н. Г. Шемшурова, О. Н. Тулупов ; МГТУ, каф. ОМД. - Магнитогорск, 2010. - 175 с. : ил., граф., схемы, табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=308.pdf&show=dcatalogues/1/1068341/308.pdf&view=true> - Макрообъект.

в) Методические указания:

1. А.Б. Иванцов, Т.А. Лаптева. Расчет параметров процесса осадки полосы неограниченной длины: методические указания. Магнитогорск: МГТУ, 2014, 37 с. – 50 экз.
2. Харитонов В.А., Иванцов А.Б., Головизнин С.М., Мустафина В.Г., Исследование процессов пластической деформации при растяжении: Метод. ук., Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», — 2009. — 44 с.
3. Тулупов С.А. Экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния в процессах ОМД: Учебное пособие. Свердловск: УПИ, МГМИ, 1977. – 39 с.
4. Шемшурова Н.Г., Ильина Н.П., Артамонов Ю.С. Использование инженерного метода расчета контактных напряжений при осадке: Метод. указ. – Магнитогорск: МГТУ, 1999. – 48 с.
5. Тулупов С.А., Шемшурова Н.Г. Процесс профилирования и ресурс пластичности: Методич. указ. Магнитогорск: МГМИ, 1987. – 18 с.

6. Шемшурова Н.Г. Экспериментальные методы определения коэффициента внешнего трения в процессах ОМД: Методич. рекомендации. Челябинск: У-СДЭНТП, МГМИ, 1990. – 45 с.
7. Чернов В. П. Решение инженерных и творческих задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Чернов, Л. Б. Долгополова, Е. В. Сеницкий. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=82.pdf&show=dcatalogues/1/1119108/82.pdf&view=true>. - Макрообъект.
8. Решение задач по сопротивлению материалов Буланов Э.А. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний") ISBN 978-5-9963-2651-8 Год 2015 Издание 5-е изд. (эл.) Страниц 215 <https://e.lanbook.com/book/66301?category=931>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Периодические издания

1. М и ТОМ: Научно – технический и производственный журнал – ISSN 0026 - 0819
2. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. ISSN (Print):1995-2732, ISSN (Online): 2412-9003
3. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. ISSN 0368-0797 (Print), ISSN 2410-2091 (Online)
4. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. ISSN 0021-3438 (Print), ISSN 2412-8783 (Online)
5. Металлург. ISSN 0026-0827
6. Черные металлы.
7. Металлургические процессы и оборудование (Украина).
8. Металлы.
9. Сталь.
10. Производство проката.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Открытая база ГОСТов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.standartgost.ru/> - свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/> – свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
3. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]/ Центр информ. технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 1997г. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru/> - свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
4. Библиотека ФГБОУ ВПО ВПО «МГТУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.magtu.ru/> - свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. www.mgsun.ru
6. www.edic.ru
7. www.rsl.ru

8. www.encyclopedia.ru
5. http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat_no=133205&Tmpl=Themes&BoardId=270361
6. http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat_no=72958&Tmpl=Themes&BoardId=72961
7. www.trizland.ru
8. www.triz-chance.ru
9. www.trizminsk.org
10. trizinfo.by.ru

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
Windows XP, 7 (подписка Imagine Premium)	Д-1227-18 от 08.10.2018	07.10.2021
MS Office 2007	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
Ascon КОМПАС-3D	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
MathCAD v.14	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
StatSoft Statistica	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория (ауд.301)	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс (ауд.303)	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерный класс; читальный зал библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд. 304)
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.209)	1. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 2. Проектор
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд.101а)	Ремонтный инструментарий Слесарный инструмент; Мультиметр; Паяльник Специализированная мебель, стеллажи для хранения учебного оборудования

Лабораторные аудитории:

№	Наименование лабораторной работы	Наличие	Наличие	Приме
---	----------------------------------	---------	---------	-------

п/п		лабораторного оборудования (перечислить)	методического обеспечения (наименование, год издания)	чание
1.	Инструктаж по технике безопасности в лаборатории ОМД. Изучение оборудования лабораторного прокатного стана. Паспортизация стана Лаборатория механических испытаний 104	Одноклетьевой прокатный стан	Инструкция по технике безопасности в лаборатории ОМД Паспорт прокатного стана	
2.	Изучение лабораторного волочильного стана и его вспомогательного оборудования. Паспортизация волочильного стана Лаборатория механических испытаний 104	Однократный волочильный стан	Паспорт волочильного стана	
3.	Определение энергосиловых параметров и коэффициента запаса прочности при волочении проволоки Лаборатория механических испытаний 104	Силомерная установка протяжки проволоки через волоку	-	
4.	Закон наименьшего сопротивления Лаборатория механических испытаний 104	Пресс	Лабораторный практикум, 2003	
5.	Неравномерность деформации при прокатке Лаборатория механических испытаний 104	Одноклетьевой прокатный стан	Лабораторный практикум, 2003	
6.	Неравномерность деформации при осаживании Лаборатория механических испытаний 104	Пресс	Лабораторный практикум, 2003	
7.	Закон постоянства объема и коэффициенты деформации Лаборатория механических испытаний 104	Пресс	Лабораторный практикум, 2003	
8.	Моделирование на ЭВМ процессов ОМД Компьютерный класс 303	Процессор	Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет	
9.	Знакомство с процессами ОМД (прокатка, ковка) в условиях АО БМК	Стан 150, пресс	(не требуется)	
10.	Знакомство с процессами ОМД (волочение, свивка канатов) в условиях БМК	Станы многократного волочения, канатные машины	(не требуется)	