

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
СТИ НИТУ «МИСиС»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО



Кожухов А. А.

11 июня 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по НИИ

СТИ НИТУ «МИСиС»



Кожухов А. А.

11 июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Контактное упруго-пластическое взаимодействие металла и инструмента в
 процессах обработки металлов и сплавов давлением**

Закрепленная кафедра

Учебный план

Металлургии и металловедение им. С.П. Угаровой

на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

Направление подготовки

22.06.01 Технологии материалов

Направленность (профиль)

Обработка металлов давлением

ОПОП

Квалификация

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля (*оставить нужное*):

в том числе:

экзамен

аудиторные занятия

24

самостоятельная работа

120

часов на контроль

36

Семестр(ы) изучения

3

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	П		Итого
	УП	РП	
Вид занятий			
Практические	24	24	24
Итого ауд.	24	24	24
Сам. работа	120	120	120
Часы на контроль	36	36	36
Итого:	180	180	180

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Рабочая программа разработана:

Смирнов Евгений Николаевич
ФИО полностью



профессор, доктор технических наук, профессор
а также уч.ст., уч.зв. – при наличии

Рабочая программа дисциплины **«Контактное упруго-пластическое взаимодействие металла и инструмента в процессах обработки металлов и сплавов давлением»** разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки

22.06.01 Технологии материалов

код, наименование

(утвержден приказом НИТУ «МИСиС» от «02» декабря 2015 г. № 602 о.в.)

на основании учебного плана на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

22.06.01 Технологии материалов, Обработка металлов давлением

код и наименование направления подготовки (специальности), наименование направленности (профиля) ОПОП ВО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой»

наименование кафедры

Протокол от 11 июня 2020 г. № 06/20

Зав. кафедрой ММ
11 июня 2020 г.



А.А. Кожухов

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой, д.т.н., доц.
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии



А.А. Кожухов
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины являются - на базе основных положений теории обработки металлов давлением расширить представления об особенностях контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

1. Усвоение основных знаний в области вопросов взаимодействия инструмента и металла в процессах прокатки;
2. Овладение представлениями о характере течения металла под действием внешних нагрузок и формируемого напряжено-деформированного состояния;
3. Овладение приемами определения энергосиловых параметров процесса пластического деформирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1 Учебная дисциплина входит в состав Блока Б1.В. ДВ «Дисциплины по выбору» и относится к вариативной части, является дисциплиной по выбору в ОПОП.

Курс «Контактное упруго-пластическое взаимодействие металла и инструмента в процессах обработки металлов и сплавов давлением» предназначен для подготовки исследователей (преподаватель-исследователь) и предусматривает изучение порядка и методов решения задач упруго-пластического взаимодействия металла и рабочего инструмента в различных процессах обработки давлением.

При изучении курса необходима систематизация и алгоритмизация знаний на основе углубленного самостоятельного изучения учебной и научно-технической литературы. Непременным условием такой проработки является использование также разработанных на кафедре «Металлургия и металловедение им. С.П. Угаровой» учебных пособий, программных комплексов, имитационных моделей, заданий для практических занятий на ЭВМ и т.д.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями):

- Новые технологии в металлургии

Знания:

- определение технологического процесса, технологической системы, наиболее распространённые технологические процессы в металлургии;
- причины возникновения новых технологий в металлургии;
- примеры новых технологических процессов при производстве стали, чугуна, алюминия, меди и сплавов на их основе, редких металлов;
- сравнительные характеристики новых и традиционных технологических процессов для доменного, сталеплавильного, ферросплавного производства и производства цветных металлов и сплавов.

Умения:

- анализировать технологический цикл;
- критически оценивать данные и делать выводы;
- разрабатывать комплекс мероприятий по совершенствованию технологии производства стали и чугуна.

Навыки:

- навыками логического, творческого и системного мышления при решении профессиональных задач;
- навыками расчётов по влиянию внедрения новых технологических процессов на технико-экономические показатели производства;
- фундаментальными общинженерными знаниями для использования в профессиональной деятельности.

- Оборудование металлургических предприятий

Знания:

- особенности конструкций основного оборудования металлургических цехов;
- методики расчета силовых и скоростных параметров привода и исполнительных механизмов оборудования металлургических предприятий.

Умения:

- составлять планы расположения оборудования цехов в пределах цеховых помещений;
- планировать грузопотоки цехов;
- пользоваться конструкторской и нормативной документацией;
- составлять технологические схемы металлургических цехов;
- проводить анализ эффективности оборудования металлургических цехов;
- обосновывать выбор основного технологического оборудования;
- рассчитывать его производительность, количество и размещение в технологической цепи.

Навыки:

- навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации при решении теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области металлургии и тяжелого машиностроения;
- навыками оценки перспективности направлений в развитии оборудования металлургических цехов.

- Технология процессов обработки металлов и сплавов давлением

Знания:

- совмещенные технологические процессы механической (ОМД) и тепловой обработки металлов и сплавов;
- теоретические подходы к оптимизации технологических процессов получения перспективных материалов методами ОМД и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии;
- критерии оценки и прогнозирования изменения физико-механических свойств металлов и сплавов в процессах обработки давлением;
- методики подготовки и проведения технологических экспериментов, осуществления технологического контроля при производстве материалов и изделий;
- методологию разработки технологического процесса, технологической оснастки, рабочей документации, маршрутных и операционных технологических карт для изготовления новых изделий из перспективных материалов;

Умения:

- разрабатывать и совершенствовать технологические процессы нагрева и термической обработки материалов;
- анализировать, совершенствовать и разрабатывать нормативную и технологическую документацию металлургического производства;
- осуществлять контроль качества продукции цехов ОМД;
- выполнять проекты по разработке новых и совершенствованию действующих технологических систем, оценивать эффективность решений;
- прогнозировать конечные свойства продукта обработки металлов давлением;

Навыки:

- навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях; решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- навыками логического творческого и системного мышления;

- теоретическими и экспериментальными методами определения статических, кинематических и температурных параметров процессов механической и тепловой обработки металлов и сплавов, уметь эффективно сочетать теоретические и экспериментальные исследования при решении конкретных задач;
- современными пакетами прикладных программ по расчету и проектированию технологических операций, процессов и комплексов обработки металлов давлением.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Математическое моделирование металлургических процессов;
- Физическое моделирование металлургических процессов;
- Обработка металлов давлением;
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика);
- Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации);
- Подготовка и сдача государственного экзамена.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС НИТУ «МИСиС» и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
<i>УК-1.1 готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации в своей профессиональной деятельности в области экономики и управления народным хозяйством</i>	
Уметь:	<i>использовать современные методы и технологии научной коммуникации для оперативного решения вопросов связанных с исследованием особенностей контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением, а также последующей оценки влияния как отдельных параметров, так и в целом агрегата по обработке металлов на его особенности</i>
Владеть:	<i>навыками использования цифровых и сетевых технологий для научной коммуникации в команде, решающей задачи совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением</i>
<i>УК-1.2 готовность участвовать в работе российских исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	
Знать:	<i>знать принципы, системы взаимодействия и методы коллективного решения научных и научно-образовательных задач в составе российских исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач связанных с совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением</i>
<i>УК-4.1 владение методами и средствами укрепления здоровья, поддерживать определенный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</i>	
Знать:	<i>основные подходы и методы к укреплению своего здоровья, а также системы</i>

	<i>поддержания высокого уровня физической подготовки для полноценной социальной и профессиональной деятельности;</i>
<i>УК-4.2 способность использовать приемы первой помощи, основные методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций;</i>	
<i>Знать:</i>	<i>знать методы и порядок оказания первой помощи, а личного поведения и порядка оказания помощи в условиях чрезвычайных ситуаций;</i>
<i>УК-5.1 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i>	
<i>Уметь:</i>	<i>применять современные методы и приемы получения информации для решения задачи собственного профессионального и личностного развития</i>
<i>УК-5.2 способность к непрерывному профессиональному образованию, обновлению профессиональных знаний и навыков, к непрерывному развитию потенциала личности</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные принципы саморазвития и самореализации на основе обновления профессиональных знаний и навыков в области совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением</i>
<i>УК-6.1 способность использовать знания фундаментальных наук для проведения научных исследований и преподавательской деятельности</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные законы математики, физики и химии, наиболее часто используемые и необходимые для проведения научных исследований и преподавательской деятельности в области совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением</i>
<i>Владеть:</i>	<i>приемами научного обоснования, базирующегося на основных законах и положениях математики, физики и химии, позволяющих осуществлять эволюционное развитие технологий и оборудования в области совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных процессах обработки давлением</i>
<i>УК-7.1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых научных идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	
<i>Знать:</i>	<i>уровень наилучших мировых и отечественных технологических результатов и параметров в области решения задач пластической деформации металлов и сплавов в различных агрегатах с позиции совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>
<i>ОПК-1.1 способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии</i>	
<i>Знать:</i>	<i>основные подходы, применяемые для первичного анализа и последующей улучшающей корректировки реализуемых технологических процессов и деформационных параметров обработки давлением, а также последующей оценке влияния как отдельных параметров, так и в целом агрегата по обработке металлов и сплавов на возможные последствия для экологии</i>
<i>Уметь:</i>	<i>логически обоснованно интерпретировать на основе данных системного анализа при корректировке реализуемых технологических процессов и деформационных параметров обработки давлением, а также последующей оценке возможного влияние на экосистему</i>
<i>ОПК-3.1 способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества</i>	
<i>Уметь:</i>	<i>экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий на основе процессов обработки давлением металлов и сплавов в различных агрегатах за счет совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>

Владеть:	<i>подходами и приемами выполнения экономической оценки производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий на основе процессов обработки давлением металлов и сплавов в различных агрегатах за счет совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>
<i>ОПК-4.1 способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности</i>	
Уметь:	<i>грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию при выборе требований, обеспечивающих безопасность производственной и эксплуатационной деятельности при совершенствовании совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных агрегатах</i>
<i>ОПК-5.1 способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии</i>	
Владеть:	<i>навыками реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии в области совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных агрегатах ОМД</i>
<i>ОПК-6.1 способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий</i>	
Знать:	<i>методики выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований при совершенствовании совершенствования условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных агрегатах ОМД с применением компьютерных технологий</i>
Уметь:	<i>грамотно и обоснованно выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования при совершенствовании условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных агрегатах ОМД с применением компьютерных технологий</i>
Владеть:	<i>навыками работы с пакетами прикладных программ при выполнении расчетно-теоретических и экспериментальных исследований условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента в различных агрегатах ОМД с применением компьютерных технологий</i>
<i>ОПК-8.1 способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады</i>	
Владеть:	<i>навыками работы с нормативной документацией при формировании научно-технических отчетов, научных статей и докладов</i>
<i>ОПК-9.1 способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</i>	
Знать:	<i>нормативные требования, обеспечивающие корректную разработку технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ направленных на совершенствование регламентов пластической деформации в процессах обработки давлением металлов и сплавов в различных агрегатах с точки зрения оптимизации условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>
Уметь:	<i>грамотно и обоснованно использовать нормативную документацию при разработке технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ направленных на совершенствование регламентов пластической деформации в процессах обработки давлением металлов и сплавов в различных агрегатах с точки зрения оптимизации условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>

<i>ПК-1.1 способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий, вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей, обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады, разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</i>	
Знать:	<i>методологию выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований с применением компьютерных технологий при изучении различных процессов ОМД в части оптимизации условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>
Уметь:	<i>осуществлять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования с применением компьютерных технологий при изучении условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>
Владеть:	<i>выполнения расчетно-теоретические и экспериментальные исследования с применением компьютерных технологий при изучении различных аспектов деформации металлов и сплавов в части условий контактного упругопластического взаимодействия металла и инструмента</i>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины в зачетных единицах (5 **зачетных единиц**) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся составляет:

Таблица 1. Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование радела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа	Код компетенци и	Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР			
1	Тема 1. Введение. Цель и задачи курса. Взаимодействие полосы с валками при продольной прокатке.	3		2		16	УК-1.1 УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 ОПК-1.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-9.1 ПК-1.1	Индивидуальный ответ
2	Тема 2. Контактные напряжения и сила прокатки	3		6		24	ОПК-3.1 ОПК-4.1 УК-4.1 УК-4.2 УК-7.1 ПК-1.1	Контроль самостоятельной работы (в устной форме) на практических занятиях
3	Тема 3.	3		4		16	УК-1.2	Индивидуальный

	Контактная задача и модель упруго-пластического очага деформации при продольной прокатке						УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 ОПК-1.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-8.1 ОПК-9.1 ПК-1.1	ответ
4	Тема 4. Длина упруго-пластического очага деформации при продольной прокатке	3		4		24	УК-1.2 УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 ОПК-1.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-8.1 ОПК-9.1 ПК-1.1	Контроль самостоятельной работы (в устной форме) на практических занятиях
5	Тема 5. Теоретическое определение параметров продольной прокатки с учетом особенностей упруго-пластического контакта полосы с валком	3		4		16	УК-1.2 УК-4.1 УК-4.2 УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 ОПК-1.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-8.1 ОПК-9.1 ПК-1.1	Индивидуальный ответ
6	Тема 6. Особенности и алгоритмы расчета параметров прокатки с учетом влияния упругих деформаций валков и полосы	3		4		24	УК-1.2 УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 ОПК-1.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-8.1 ОПК-9.1 ПК-1.1	Домашнее задание - реферат
Часы на контроль						36	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-6.1 ОПК-8.1 ОПК-9.1 ПК-1.1 УК-1.1 УК-1.2 УК-4.1 УК-4.2	

						УК-5.1 УК-5.2 УК-6.1 УК-7.1	
ИТОГО	18 0		24		156		Экзамен

Примечание: Условные обозначения: Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Контактное упруго-пластическое взаимодействие металла и инструмента в процессах обработки металлов и сплавов давлением» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

Тема 1. Взаимодействие полосы с валками при продольной прокатке.

1. Что Вы понимаете под термином «фрикционное взаимодействие полосы с валками» при прокатке? (УК-1.1, УК-7.1, ОПК-4.1).
2. Какие напряжения действуют на контактной поверхности полосы с валками при прокатке? (УК-6.1, ОПК-1.1).
3. Какие факторы влияют на уровень контактных напряжений при прокатке? (УК-1.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1).
4. Что Вы понимаете под термином "силовое взаимодействие полосы с валками" при прокатке? (УК-1.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1).
5. Какое влияние оказывает неравномерность радиального сжатия валков на форму и протяженность контактной линии с полосой? (УК-1.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1).
6. Из каких зон состоит область металла, находящегося между валками при упруго-пластическом контакте полосы с валками? (УК-1.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1).
7. Объясните характер распределения радиальных упругих деформаций при сжатии стальных дисков (цилиндров)? (УК-1.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-3.1).
8. Какие факторы оказывают решающее влияние на контактное взаимодействие металла с инструментом при горячей прокатке толстых полос и при холодной прокатке? (УК-1.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-3.1).

Тема 2. Контактные напряжения и сила прокатки.

1. Изобразите типичные эпюры распределения нормальных напряжений по дуге контакта при прокатке тонких, средних и толстых полос. Объясните особенности распределения нормальных напряжений при прокатке полос разной толщины (УК-1.1, УК-1.2, УК-4.1, УК-4.2, УК-7.1, ОПК-1.1).
2. При каких условиях прокатки на эпюрах контактных нормальных напряжений появляются два максимума? Объясните характер распределения контактных нормальных напряжений по ширине полосы. (УК-7.1, ОПК-3.1).
3. Что Вы понимаете под термином "коэффициент напряженного состояния"? Напишите формулу для определения коэффициента напряженного состояния и объясните от каких факторов он зависит. (УК-7.1, ОПК-3.1, ОПК-6.1, ПК-1.1).
4. Как и почему изменяется среднее контактное нормальное напряжение при прокатке с ростом обжатия? Как и почему изменяется среднее контактное нормальное напряжение с увеличением диаметра валков? Представьте графически зависимость $p_{cp} = p(h_0)$ и объясните ее смысл. (УК-6.1, ОПК-5.1, ОПК-6.1, ОПК-9.1, ПК-1.1).
5. Изобразите схему, принятую при выводе дифференциального уравнения равновесия продольных сил и объясните какие напряжения (силы) действуют на выделенный элемент полосы в очаге деформации. Какие допущения принимают при выводе дифференциального уравнения равновесия? Почему при решении дифференциального уравнения равновесия приходится привлекать уравнение пластичности? Что (какую связь) выражает дифференциальное уравнение равновесия? (УК-6.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ПК-1.1).
6. Какой вид имеют эпюры контактных нормальных напряжений, построенные по уравнениям А.И. Целикова? Какой вид имеют эпюры контактных нормальных напряжений, построенные по уравнениям, полученным с использованием уточненных моделей напряжений трения? Чем они отличаются от эпюр по решению А.И. Целикова? (УК-4.1, УК-4.2, УК-5.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-8.1, ОПК-9.1, ПК-1.1).

Тема 3. Контактная задача и модель упруго-пластического очага деформации при продольной прокатке.

1. Что Вы понимаете под терминами "жестко-пластическая полоса" или "жестко-пластическая среда"? Что Вы понимаете под термином "идеально жесткие валки"? (УК-6.1, УК-7.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1).
2. Почему при прокатке жестко-пластической полосы контактные нормальные напряжения в сечении входа скачкообразно увеличиваются от 0 до $\beta\sigma_{T0}$? Почему при прокатке жестко-пластической полосы в идеально жестких валках длина очага деформации определяется только из геометрических соображений? (УК-6.1, ОПК-6.1, ОПК-9.1, ПК-1.1).
3. Какая задача называется контактной? Какими могут быть контактные задачи в зависимости от деформированного состояния контактирующих тел? (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1).
4. К какому разряду (виду) относится контактная задача при тонколистовой прокатке? Какие допущения принимают при приближенном решении контактной задачи применительно к условиям продольной прокатки тонкой широкой полосы? Из каких зон (областей, участков) состоит физический очаг деформации при продольной прокатке тонких полос? (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1).
5. Как изменяются нормальные напряжения на участках упругого контакта полосы с валком? Каким уравнением описывается линия контакта при прокатке в идеально жестких валках? Чем отличается линия упруго-пластического контакта полосы с валком от линии контакта при прокатке в идеально жестких валках? Возможно ли по изменению толщины полосы вдоль очага деформации судить о линии упруго-

пластического контакта полосы с валком? Напишите и объясните смысл уравнения, выражающего изменение толщины полосы вдоль очага деформации при продольной прокатке тонких полос. (УК-6.1, ОПК-6.1, ОПК-9.1, ПК-1.1).

Тема 4. Длина упруго-пластического очага деформации при продольной прокатке.

1. Какая задача из теории упругости положена в основу большинства приближенных формул для определения длины упруго-пластического очага деформации при прокатке? Решение какой задачи теории упругости дано Герцем? (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-5.1).
2. Напишите формулу Хитчкока для определения длины упруго-пластического очага деформации при прокатке. От каких параметров зависит приращение в этой формуле? Представьте вывод формулы Хитчкока для определения длины упруго-пластического очага деформации при прокатке и сформулируйте допущения, принятые автором. (УК-7.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1).
3. При выводе практически всех приближенных формул для определения длины упруго-пластического очага деформации принято допущение о равенстве погонной силы на участках очага до и после линии, соединяющей центры валков. Является ли это допущение обоснованным? Чем отличаются формулы Хитчкока, А.И. Целикова – А.И. Гришкова и В. Робертса от формул А.И. Целикова, В.П. Полухина? (УК-1.1, УК-1.2, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1).
4. Какое допущение принято при теоретическом определении относительной протяженности участков упругого контакта полосы с валками? Объясните почему упругое восстановление полосы оказывает более существенное влияние на длину упруго-пластического очага деформации, чем упругое сжатие последней? (УК-1.2, УК-6.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ПК-1.1).
5. Напишите исходное уравнение контактной линии валка с полосой, использованное при теоретическом определении длины упруго-пластического очага деформации и объясните его смысл. Сформулируйте граничные условия, использованные при теоретическом определении длины упруго-пластического очага деформации (УК-6.1, ОПК-6.1, ОПК-9.1: 3-1, ОПК-9.1: У-1, ПК-1.1).

Тема 5. Теоретическое определение параметров продольной прокатки с учетом особенностей упруго-пластического контакта полосы с валком.

1. Какие уравнения были использованы при теоретическом определении нормальных напряжений на участках упругого контакта полосы с валком? Напишите уравнения, связывающие напряжения и деформации и на участках упругого контакта полосы с валком. (УК-7.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1).
2. Объясните характер изменения нормальных напряжений на участках упругого контакта полосы с валком. Напишите формулу для определения среднего контактного нормального напряжения с учетом влияния упругих деформаций валков и полосы и объясните смысл каждого слагаемого в ее правой части. (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1)
3. Какое уравнение использовано при теоретическом определении нейтрального угла с учетом влияния упругих деформаций валков и полосы? (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1).
4. Будет ли осуществляться процесс прокатки при отрицательном значении нейтрального угла? Будет ли осуществляться процесс прокатки если значения нейтрального угла равны нулю? Напишите и объясните смысл условия, обеспечивающего стабильное ведение процесса холодной прокатки. (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-5.1).

5. Влияет ли форма контактной линии полосы с валком на опережение? Какие параметры оказывают влияние на точность определения крутящего момента при холодной прокатке? (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1).
6. Объясните почему расчетное определение длины упруго-пластического очага деформации невозможно, без знания величины $p_{срс}$. Справедливо ли это суждение для случая прокатки жестко-пластической полосы в идеально жестких валках? (УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ПК-1.1).

5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины

По курсу предусмотрено 1 домашнее задание в форме реферата и устного доклада с сопровождением мультимедийной презентации:

Современные представления о пластичности металлов и природе их разрушения в процессе контактного упруго-пластического взаимодействия в процессах ОМД (УК-1.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-7.1, ОПК-3.1, ОПК-8.1).

Примеры тем домашнего задания 1 (рефератов):

1. Теория разрушения и пластичность металлов.
2. Феноменологическая теория разрушения металлов.
3. Сопротивление деформации и пластичность металла.
4. Экспериментальная проверка теории разрушения в процессах ОМД.
5. Методологические основы расчета предельной деформации при ОМД.
6. Анализ методов определения деформирующих усилий и работ деформации.
7. Горячая прокатка со смазками.
8. Факторы, влияющие на износ рабочего инструмента в процессах ОМД
9. Технологические проблемы увеличения стойкости и срока службы прокатных валков сортовых станов.
10. Композиционные и тугоплавкие материалы для прокатных валков.

Объём реферата составляет 20-стр. при наличии ссылок на источники не старше 10 лет (5 ссылок), а также на источники из иностранной литературы (5 ссылок).

5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Во третьем семестре по курсу предусмотрен экзамен.

Форма экзамена – письменные ответы на вопросы билета.

Количество вопросов в билете 3.

5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине

В семестре 3 по курсу предусмотрен экзамен. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворит	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные

ельно»	ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 2. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов и др	Прикладная теория пластичности: учебное пособие / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов и др. ; ред. К.М. Иванов.	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=124322	Санкт-Петербург: Политехника, 2011
Л 1.2	А.А. Маркин, М.Ю. Соколова.	Термомеханика упругопластического деформирования	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457671	Москва: Физматлит, 2013.
Л 1.3	Н.Д.Лукашкин, Л.С.Кохан.	Обработка металлов давлением	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: МГВМИ, 2006.

Л 1.4	Б.В. Кучеряев	Механика сплошных сред (теоретические основы обработки давлением композитных металлов с задачами и решениями, примерами и упражнениями)	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: МИСиС, 2006
Л 1.5	Э.А. Гарбер, И.А. Кожевникова.	Теория прокатки: учебник	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол: "ТНТ", 2015.
Л 1.6	А. Л. Воронцов.	Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением.	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2014.
Л 1.7	Э. Гарбер, И. Кожевникова	Теория прокатки	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434761	Череповец: ЧГУ; Москва: Теплотехник, 2013.
Л 1.8	Г.В. Кожевникова	Теория и практика поперечно-клиновой прокатки	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89358	Минск: Белорусская наука, 2010.
Л 1.9	С.Б. Сидельников, Н.Н. Довженко, И.Л. Константинов	Теория процессовковки и штамповки	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497531	Красноярск: СФУ, 2017

б) Дополнительная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1		Ковка и штамповка: справочник: в 4 т. /Под ред. д-ра технич. наук проф. Е.И. Семенова.	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: Машиностроение, 2010.
Л 2.2	Е. Н. Чумаченко, И. В. Логашина.	Математическое моделирование и оптимизация процессов деформирования	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Математическое моделирование и оптимизация процессов

		материалов при обработке давлением		деформирования материалов при обработке давлением
Л 2.3	Д.И. Бережковский, А.Ю. Аверкиев, Э.Ф. Богданов ред. Е.И. Семенов.	Ковка и штамповка: справочник Оборудование. Ковка: справочник	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132518	Москва: Машиностроение, 2010.
Л 2.4	Ф.З. Утяшев, Г.И. Рааб, В.Г. Шibaков, М.М. Ганиев	Теория и практика деформационных методов формирования нанокристаллической структуры в металлах и сплавах	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132518	Казань : Издательство Казанского университета, 2016.
Л 2.5	В.М. Грешнов	Физико-математическая теория больших необратимых деформаций металлов	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485255	Москва: Физматлит, 2018
Л 2.6	В.Г. Зубчанинов	Механика процессов пластических сред	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68958	Москва : Физматлит, 2010

в) Перечень методических материалов, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения и информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимый для освоения дисциплины

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1				
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	Производство шовных труб https://www.youtube.com/watch?v=GgGw8J7cdeo			
Э 2	Производство холоднодеформированных труб https://www.youtube.com/watch?v=MzB7fbvG6wI			
Э 3	Производство алюминиевого проката https://www.youtube.com/watch?v=-05guHtDz7k			
Э 4	Процессы прокатки https://www.youtube.com/watch?v=F6K5S_cLr1I			
Э 5	Технология прокатного производства / производство рельсов https://www.youtube.com/watch?v=hmmY_UH-ESA			
Перечень программного обеспечения				

П 1	MS Windows
П 2	MS Office
П 3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
П 4	AutoCAD 2020 для образовательных учреждений
П 5	Matlab 2011b
Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 2	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И 4	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И 5	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И 6	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория № 306 - Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

комплект учебной мебели на 25 посадочных мест,

рабочая станция Core i3-4130 - 4 шт.,

рабочая станция HP Z420 - 8 шт.,

проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся

Аудитория № 306 - Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий

Комплект мебели (25 посадочных мест).

Проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032

Рабочая станция Core i3-4130 (компьютер преподавателя) - 1 шт

Рабочая станция Core i3-4130 (компьютер студента) - 11 шт

Программное обеспечение:

- Windows,

- Microsoft Office,

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса,

- AutoCAD 2020 для образовательных учреждений,

- Matlab 2011b

В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Контактное упруго-пластическое взаимодействие металла и инструмента в процессах обработки металлов и сплавов давлением» обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.

2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.

3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»)).
4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.
6. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.