



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**РАСЧЕТНО-ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА ПОВЕРХНОСТНОГО  
ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ**

Направление подготовки (специальность)  
15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Технология размерной формообразующей обработки

Уровень высшего образования - магистратура  
Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки  
15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ (уровень магистратуры) (приказ  
Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1485)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и  
технологии обработки давлением и машиностроения  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  Е.Ю. Звягина

Рецензент:  
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  И.В. Макарова

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цели преподавания дисциплины «Расчетно–прикладная механика поверхностного пластического деформирования» являются:

- овладение студентами, знаниями, умениями и навыками, необходимыми для проектирования процессов поверхностного пластического деформирования и выполнения расчетов по оценке глубины и степени упрочнения поверхностного слоя и энергосиловых параметров, повышение исходного уровня знаний в области поверхностного пластического деформирования, достигнутого на предыдущей ступени образования.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Расчетно-прикладная механика поверхностного пластического деформирования входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Научные основы обработки материалов резанием

Научные основы обработки высококонцентрированными потоками энергии

Средства измерений и методы обработки результатов исследований процессов механической обработки

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

Наукоемкие конструкторско-технологические решения

Современное высокотехнологичное оборудование для обработки материалов резанием

Интенсификация процессов резания технологическими средами

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Расчетно-прикладная механика поверхностного пластического деформирования» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-2 способностью участвовать в разработке проектов машиностроительных изделий и производств с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия, планировать реализацию проектов, проводить патентные исследования, обеспечивающие чистоту и патентоспособность новых проектных решений и определять показатели технического уровня проектируемых процессов машиностроительных производств и изделий различного служебного назначения
Знать	- основные понятия и определения процессов поверхностного пластического деформирования; - методы схематизации и математического моделирования процессов поверхностного пластического деформирования и способы решения задач по оценке энергосиловых параметров.

Уметь	- применять основные положения процессов поверхностного пластического деформирования; - реализовывать расчетные схемы процессов поверхностного пластического деформирования с использованием основных положений теорий упругости, пластичности и разрушения.
Владеть	- характеристиками поверхностного слоя после поверхностного пластического деформирования; - навыками решения расчетно-прикладных задач по определению энергосиловых параметров процесса и характеристик поверхностного слоя после поверхностного пластического деформирования и оценки адекватности решений.

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 34,1 акад. часов;
- аудиторная – 34 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 73,9 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Тема 1								
1.1 «Параметры поверхностного слоя деталей машин, характеризующие их эксплуатационные свойства. Геометрические параметры. Физико-механические параметры» Лабораторная работа №1. «Виды и схематизация процессов поверхностного пластического	2		6/2И		14	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, сдача лабораторных работ	ПК-2
Итого по разделу			6/2И		14			
2. Тема 2								

2.1 «Математическое описание распределения материала в шероховатом слое детали. Расчетный метод определения шероховатости после обкатывания и выглаживания» Лабораторная работа №2. «Расчетный метод определения шероховатости после дробеметной обработки»	2		6/2И		14	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, сдача лабораторных работ	ПК-2
Итого по разделу			6/2И		14			
3. Тема 3								
3.1 Лабораторная работа №3. «Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операций: обкатывания; выглаживания; дробеметной обработки»	2		6/2И		14	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, сдача лабораторных работ	ПК-2
Итого по разделу			6/2И		14			
4. Тема 4								
4.1 Лабораторная работа №4. «Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методами: - линий скольжения; - верхней оценке; - нижней оценки»	2		6/2И		14	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, сдача лабораторных работ	ПК-2
Итого по разделу			6/2И		14			
5. Тема 5								
5.1 Лабораторная работа № 5. «Определение площади контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью с учетом упругого	2		6/2И		14	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, сдача лабораторных работ	ПК-2
Итого по разделу			6/2И		14			
6. Тема 6								
6.1 Лабораторная работа №6. «Расчет сил и работы поверхностного пластического деформирования с учетом упругой деформации инструмента и упругого восстановления деформируемого материала»	2		4/2И		3,9	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, сдача лабораторных работ	ПК-2
Итого по разделу			4/2И		3,9			
Итого за семестр			34/12И		73,9		зачёт	
Итого по дисциплине			34/12И		73,9		зачет	ПК-2

## **5 Образовательные технологии**

В ходе реализации видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании данной дисциплины используются:

Традиционные формы обучения:

- обзорные лекции для ознакомления с параметрами поверхностного слоя деталей машин;

- информационные - для ознакомления со стандартами, справочной и периодической литературой;

- проблемная - для развития навыков по совершенствованию конструкций инструментов и режимов обработки деталей поверхностным пластическим деформированием на основе расчетных методов определения энергосиловых параметров и характеристик поверхностного слоя детали после обкатывания, выглаживания и дробеметной обработки.

Активные и интерактивные формы обучения:

- вариативный опрос;

- дискуссии;

- устный опрос;

- совместная работа в малых группа (подгруппах)

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Токмин, А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении : учебное пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. — Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. — 235 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006377-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1077362> (дата обращения: 02.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2.Зубарев, Ю.М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении: учебное пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-1856-5. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/64330> (дата обращения: 19.11.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Баурова, Н. И. Применение полимерных композиционных материалов в машиностроении : учебное пособие / Н.И. Баурова, В.А. Зорин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 301 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5a65d038520df1.41774771. - ISBN 978-5-16-012938-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1171045> (дата обращения: 02.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Зубарев, Ю.М. Основы резания материалов и режущий инструмент: учебник / Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 228 с. - ISBN 978-5-8114-4012-2. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/126717> (дата обращения: 19.11.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Солнцев, Ю.П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пиирайнен. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 664 с. - ISBN 978-5-8114-3921-8. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 19.11.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Галимов, Э.Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие / Э.Р. Галимов, А.Л. Абдуллин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 268 с. - ISBN 978-5-8114-4578-3. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/122184> (дата обращения: 19.11.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Адашкин, А. М. Инструментальные материалы в машиностроении : учебник / А. М. Адашкин. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2020. - 320 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-073-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058464> (дата обращения: 02.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Огарков, Н.Н. [Текст]: Расчетно-прикладная механика процесса резания: учеб. пособие / Н.Н. Огарков, Е.С Шеметова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 70 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

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

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>



## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания

Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам. Лабораторное оборудование.

Учебная аудитория для проведения механических испытаний:

1. Машины универсальные испытательные на растяжение.
2. Мерительный инструмент.
3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.
4. Микротвердомер.
5. Печи термические.

Учебная аудитория для проведения металлографических исследований: микроскопы МИМ-6, МИМ-7.

Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: доска.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Перечень теоретических вопросов к зачету:**

1. Геометрические параметры поверхностного слоя деталей машин, характеризующие их эксплуатационные свойства.
2. Физико-механические параметры поверхностного слоя деталей машин, характеризующие их эксплуатационные свойства.
3. Виды процессов поверхностного пластического деформирования деталей.
4. Схематизация процессов поверхностного пластического деформирования деталей.
5. Математическое описание распределения материала в шероховатом слое детали.
6. Расчетный метод определения шероховатости после обкатывания.
7. Расчетный метод определения шероховатости после выглаживания.
8. Расчетный метод определения шероховатости после дробеметной обработки..
9. Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операции обкатывания.
10. Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операции выглаживания.
11. Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операции дробеметной обработки.
12. Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом линий скольжения.
13. Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом верхней оценки.
14. Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом нижней оценки.
15. Определение площади контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью с учетом упругого взаимодействия.
16. Расчет сил и работы поверхностного пластического деформирования с учетом упругой деформации инструмента.
17. Расчет сил и работы поверхностного пластического деформирования с учетом упругого восстановления деформируемого материала.

*Пример тестового контроля:*

Тест:

Отношение нормальной составляющей (Р) к касательной составляющей (Т) силы обкатывания равно:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. $\frac{P}{T} = \sin 2\alpha$ ; | 4. $\frac{P}{T} = \operatorname{tg} 2\alpha$ ;  |
| 2. $\frac{P}{T} = \sin \alpha$ ;  | 5. $\frac{P}{T} = \operatorname{tg} \alpha$ .   |
| 3. $\frac{P}{T} = \cos \alpha$ ;  | 6. $\frac{P}{T} = \operatorname{ctg} 2\alpha$ . |

*Пример тестового контроля:*

Тест:

Коэффициент трения на контакте между роликом и обкатываемой деталью по закону Зибеля описывается соотношением:

- |                                      |                                    |                                 |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1. $\mu = \frac{\tau}{\tau_s}$ ;     | 4. $\mu = \frac{\tau_s}{\sigma}$ ; | $\mu = \frac{\tau}{\sigma_s}$ ; | 5. $\mu = \frac{\sigma}{\tau_s}$ ; |
| 2. $\mu = \frac{\tau_s}{\sigma_s}$ ; | 6. $\mu = \frac{\tau}{\sigma}$ .   |                                 |                                    |

**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
<b>Код и содержание компетенции: ПК-2</b> способностью участвовать в разработке проектов машиностроительных изделий и производств с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, разрабатывать обобщенные варианты решения		
Знать	<p>- основные понятия и определения процессов поверхностного пластического деформирования;</p> <p>- методы схематизации и математического моделирования процессов поверхностного пластического деформирования и способы решения задач по оценке энергосиловых параметров.</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геометрические параметры поверхностного слоя деталей машин, характеризующие их эксплуатационные свойства.</li> <li>2. Физико-механические параметры поверхностного слоя деталей машин, характеризующие их эксплуатационные свойства.</li> <li>3. Виды процессов поверхностного пластического деформирования деталей.</li> <li>4. Схематизация процессов поверхностного пластического деформирования деталей.</li> <li>5. Математическое описание распределения материала в шероховатом слое детали.</li> <li>6. Расчетный метод определения шероховатости после обкатывания.</li> <li>7. Расчетный метод определения шероховатости после выглаживания.</li> <li>8. Расчетный метод определения шероховатости после дробеметной обработки..</li> <li>9. Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операции обкатывания.</li> <li>10. Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операции выглаживания.</li> <li>11. Расчет глубины и степени деформации поверхностного слоя после операции дробеметной обработки.</li> <li>12. Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом линий скольжения.</li> <li>13. Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом верхней оценки.</li> <li>14. Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом нижней оценки.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства		
		<p>15. Определение площади контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью с учетом упругого взаимодействия.</p> <p>16. Расчет сил и работы поверхностного пластического деформирования с учетом упругой деформации инструмента.</p> <p>17. Расчет сил и работы поверхностного пластического деформирования с учетом упругого восстановления деформируемого материала.</p>		
Уметь	<p>- применять основные положения процессов поверхностного пластического деформирования;</p> <p>- реализовывать расчетные схемы процессов поверхностного пластического деформирования с использованием основных положений теорий упругости, пластичности и разрушения.</p>	<p>Лабораторная работа</p> <p>Расчет сил и работы деформации при поверхностной пластической обработке деталей методом линий скольжения.</p> <p>Цель работы: реализовать расчетную схему процесса ППД с использованием метода линий скольжения.</p> <p>Произвести анализ представленных данных, выполнить необходимую обработку этих данных. Построить энергосиловые зависимости представленного процесса.</p> <p>Оформить отчет. Сделать вывод по работе.</p>		
Владеть	<p>- характеристиками поверхностного слоя после поверхностного пластического деформирования;</p> <p>- навыками решения расчетно-прикладных задач по определению энергосиловых параметров процесса и характеристик поверхностного слоя после поверхностного пластического деформирования и оценки адекватности решений.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Пример тестового контроля:</i></p> <p>Определить энергосиловые параметры процесса поверхностно-пластического деформирования:</p> <p>Коэффициент трения на контакте между роликом и обкатываемой деталью по закону Зибеля описывается соотношением:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>1. <math>\mu = \frac{\tau}{\tau_s};</math></p> <p>2. <math>\mu = \frac{\tau}{\sigma_s};</math></p> <p>3. <math>\mu = \frac{\tau_s}{\sigma_s};</math></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>4. <math>\mu = \frac{\tau_s}{\sigma};</math></p> <p>5. <math>\mu = \frac{\sigma}{\tau_s};</math></p> <p>6. <math>\mu = \frac{\tau}{\sigma}.</math></p> </td> </tr> </table>	<p>1. <math>\mu = \frac{\tau}{\tau_s};</math></p> <p>2. <math>\mu = \frac{\tau}{\sigma_s};</math></p> <p>3. <math>\mu = \frac{\tau_s}{\sigma_s};</math></p>	<p>4. <math>\mu = \frac{\tau_s}{\sigma};</math></p> <p>5. <math>\mu = \frac{\sigma}{\tau_s};</math></p> <p>6. <math>\mu = \frac{\tau}{\sigma}.</math></p>
<p>1. <math>\mu = \frac{\tau}{\tau_s};</math></p> <p>2. <math>\mu = \frac{\tau}{\sigma_s};</math></p> <p>3. <math>\mu = \frac{\tau_s}{\sigma_s};</math></p>	<p>4. <math>\mu = \frac{\tau_s}{\sigma};</math></p> <p>5. <math>\mu = \frac{\sigma}{\tau_s};</math></p> <p>6. <math>\mu = \frac{\tau}{\sigma}.</math></p>			

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Расчетно-прикладная механика поверхностного пластического деформирования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, умений и владений, и проводится в форме опроса с учетом выполнения заданий по практическим работам.

**Показатели и критерии оценивания:**

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно отвечает по теме реферата.

– на оценку «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать знание учебного материала и отвечать по теме реферата.

