

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Механика и процессы пластического формоизменения»

Утверждено на заседании кафедры МПФ  
« 19 » января 2022 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ С.Н. Ларин

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Теория и технология обработки давлением анизотропных материалов»**

**программы подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

по научной специальности  
**2.5.7. Технологии и машины обработки давлением**

с направленностью (профилем)  
**Технологии и машины обработки давлением**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: **2.5.7-22**

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Черняев А.В., проф., д.т.н., доц.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины является получения знаний о теоретических основах обработки давлением анизотропных материалов, об особенностях проектирования технологических процессов штамповки анизотропных заготовок, приобретение умений и навыков, необходимых для исследования влияния анизотропии механических свойств материала на технологические параметры процессов обработки давлением.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- приобретение знаний о природе, причинах возникновения, способах оценки и учета анизотропии механических свойств материала;
- получение навыков разработки прогрессивных технологических процессов обработки металлов давлением с учетом реальных механических свойств материала;
- освоение и использование прикладного программного обеспечения для расчета технологических параметров и предельных возможностей формоизменения при штамповке заготовок из анизотропных материалов.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Дисциплина (модуль) относится к образовательному компоненту программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Дисциплина (модуль) изучается в 3,4 семестрах.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) методы учета анизотропии механических свойств при проектировании технологических процессов холодной штамповки (код компетенции - УК-8);
- 2) методы определения и оценки характеристик анизотропии механических свойств материалов (код компетенции - ПК-2);
- 3) особенности проектирования технологических процессов обработки давлением анизотропных материалов (код компетенции - ПК-3);

### **Уметь:**

- 1) учитывать влияние анизотропии механических свойств на протекание процессов обработки металлов давлением (код компетенции - УК-8);
- 2) разрабатывать прогрессивные технологические процессы штамповки изделий ответственного назначения из анизотропных материалов (код компетенции - ПК-2);
- 3) проводить теоретические и экспериментальные исследований процессов штамповки анизотропных материалов (код компетенции - ПК-3);

### **Владеть:**

- 1) навыками учета анизотропии механических свойств материала при проектировании технологических процессов обработки металлов давлением (код компетенции - УК-8);
- 2) навыками проектирования технологий производства конкурентоспособных изделий с учетом реальных механических свойств материала код (компетенции - ПК-2);

3) навыками выполнения теоретических и экспериментальных исследований процессов штамповки анизотропных материалов (код компетенции - ПК-3).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы аспиранта при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	ЗЧ	1	36	15	-	-	-	-	0,1	20,9
4	Э	2	72	15	-	-	-	2	0,25	54,75
Итого	–	3	108	30	-	-	-	2	0,35	75,65

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет.

##### 4.2 Содержание лекционных занятий

###### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Общие сведения об анизотропии механических свойств материалов и сплавов
2	Основные уравнения анизотропного тела
3	Математические модели упрочнения анизотропного материала
4	Феноменологические модели разрушения анизотропного материала
5	Критерии шейкообразования ортотропного упрочняющегося листового материала при двухосном растяжении
<b>4 семестр</b>	
6	Первая операция вытяжки цилиндрических деталей из анизотропного материала
7	Первая операция комбинированной вытяжки анизотропного материала в конических и радиальных матрицах
8	Последующие операции комбинированной вытяжки
9	Учет плоскостной анизотропии при комбинированной вытяжке
10	Исследование процесса обратного выдавливания трубной заготовки
11	Раздача анизотропной трубной заготовки коническим пуансоном
12	Обжим анизотропной трубной заготовки конической матрицей

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены программой подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены программой подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены программой подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### 4.6 Содержание самостоятельной работы аспиранта

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>3 семестр</b>	
1	Проработка тем лекционных занятий
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<b>4 семестр</b>	
1	Проработка тем лекционных занятий
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

## 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспиранта

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспиранта		Максимальное количество баллов
<b>3 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Посещение лекционных занятий	10
	Контрольное тестирование	50
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Зачет	40 (100*)
<b>4 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Посещение лекционных занятий	10
	Контрольное тестирование	50
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

## **Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, кандидатский экзамен, дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном.
- аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном.
- испытательный комплекс «INSTRON 5982»;
- испытательные машины Р-5, ГМС-50;
- измерительный микроскоп УИМ-21.

### **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **7.1 Основная литература**

1. Теория и технология штамповки анизотропных материалов : монография / С. С. Яковлев, В. Д. Кухарь, В. И. Трегубов; под ред. С. С. Яковлева ; РАРАН; ТулГУ .— Москва : Машиностроение, 2012. 400 с.

#### **7.2 Дополнительная литература**

1. Глубокая вытяжка анизотропных материалов : монография / С. С. Яковлев [и др.] ; под ред. С. С. Яковлева; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук; ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. 225 с.

2. Теория и технология изготовления крупногабаритных осесимметричных деталей ответственного назначения из высокопрочных анизотропных материалов : монография / С. С. Яковлев, В. И. Трегубов ; под ред. С. С. Яковлева ; Рос. акад. ракетных и артиллер. наук; ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. 230 с.

3. Яковлев С.П. Штамповка анизотропных заготовок / С. П. Яковлев, В. Д. Кухарь. М.: Машиностроение, 1986. 136 с.

4. Яковлев С.П. Обработка давлением анизотропных материалов / С. П. Яковлев, С. С. Яковлев, В. А. Андрейченко. Кишинев: Квант, 1997. 331 с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ" : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана.
2. <http://elibrary.ru/> - Интернет-ресурс «Научная Электронная Библиотека».
3. <https://www1.fips.ru> - Патентно-техническая библиотека.
4. <https://www.gost.ru> - Портал «РОССТАНДАРТ».

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются