

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА»**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -  
проректор по образовательной  
деятельности

Бородавкин В.А.

« 02 » 11 2017

М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.02 Механика процессов обработки давлением**

Направление подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Квалификация	Магистр
Профиль	Механика процессов обработки давлением
Форма обучения	Очная
Факультет	Е «Оружие и системы вооружения»
Выпускающая кафедра	Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (зачетных единиц)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)													Вид промежуточного контроля	
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА							
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	РЕФЕРАТ	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	СЕССИЯ		
							ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ									
2	3	3	108	51	17	-	34	-	-	57	-	-	-	57	-	Диф. ЗАЧЕТ	

Начальник отдела основных  
образовательных программ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2017 / А.А.Русина

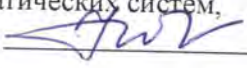
САНКТ – ПЕТЕРБУРГ  
2017 г.

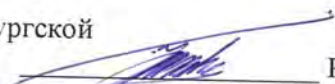
ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
*/оборотная сторона титульного листа/*

Рабочая программа составлена в соответствии с:  
требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утвержденного приказом Минобрнауки от 21.11.2014 № 1490 (зарегистрирован Минюстом России 16.12.2014, регистрационный № 35191);


Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 (зарегистрирован Минюстом России 14.07.2017, регистрационный № 47415);

Положением об образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, утвержденным приказом от 01.09.2017 № 319-О.


Программу составили: кафедра Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем,  
 Нестеров Н.И., профессор, к.т.н., доцент.

Эксперт: советник Президента Санкт-Петербургской  
торгово-промышленной палаты, к.т.н.  Ревин Н.Н.


Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы  
Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем «30» 10 2017 г.

Заведующий кафедрой Данилин Г.А., д.т.н., профессор 


Программа рассмотрена на заседании выпускающей кафедры Е4  
Высокоэнергетические устройства автоматических систем «30» 10 2017 г.

Заведующий кафедрой Данилин Г.А., д.т.н., профессор 

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по  
укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП)  
150000                      Металлургия,                      Машиностроение,                      Материаловедение  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г. протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМК по УГН и СП Иванов К.М., д.т.н., профессор 

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г. Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В. 

✓

## **Б1.В.02 Механика процессов обработки давлением**

---

### Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО _____	3
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	4
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	7
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	7
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	8
Приложения к рабочей программе дисциплины	
Приложение 1. Аннотация рабочей программы _____	9
Приложение 2. Технологии и формы преподавания _____	10
Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы _____	12
Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины _____	14
Приложение 5. Фонды оценочных средств _____	15
Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы _____	18
Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу _____	19

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

**общекультурной** ОК-9 – способность использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности;

**общепрофессиональной** ОПК-2 – способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

**профессиональных:**

ПК-02 – способность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности;

ПК-03 – способность критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;

ПК-07 – готовность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

Формированию указанной компетенции служит достижение следующих результатов образования:

**знания:**

на уровне представлений: область применения теории обработки металлов давлением (ОК9, ОПК9, ПК02);

на уровне воспроизведения: расчетные зависимости для определения технологических параметров процессов обработки металлов давлением (ОК9, ОПК2, ПК02, ПК07);

на уровне понимания: закономерности формоизменения металла и распределения параметров напряженно-деформированного состояния (ОК9, ОПК2, ПК07);

**умения:**

теоретические: анализ распределения параметров напряженно-деформированного состояния изготавливаемой продукции (ОПК2, ПК02, ПК03, ПК07);

практические: расчет параметров напряженно-деформированного состояния изготавливаемой продукции и сил деформирования (ОПК2, ПК02, ПК03, ПК07);

**навыки:**

владение методами инженерных расчетов (ОПК2, ПК02, ПК03, ПК07).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Механика процессов обработки давлением» является дисциплиной вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Содержание дисциплины служит основой для научно-исследовательской работы студентов и выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ				
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный практикум	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОК9	ОПК2	ПК02	ПК03	ПК07
2	3	1	Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение. Общая система уравнений для малой и для конечной деформации. Методы сопротивления материалов пластическому деформированию, приближенного решения задач: совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности, линий скольжения; энергетические. Метод конечных элементов.	63	36	4	32	-	27	30%	30%	50%	50%	50%
		2	Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела. Особенности и роль контактного трения. Теория контактного трения и основные зависимости. Способы оценки сил контактного трения.	6	2	2	-	-	4	10%	10%	10%	10%	10%

	3	<b>Основные виды процесса пластической деформации</b> Растяжение. Испытание растяжением. Функциональная связь «интенсивность напряжений – степень (интенсивность) деформации». Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой. Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.	8	2	2	-	-	6	10%	10%	10%	10%	10%
	4	<b>Примеры решения задач методом СМД.</b> Определение напряженно-деформированного состояния в характерных зонах заготовки и технологических параметров при отбортовке. Определение параметров напряженно-деформированного состояния и силы деформирования при внедрении цилиндрического пуансона.	14	4	4	-		10	20%	20%	15%	15%	15%
	5	<b>Примеры решения задач.</b> Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления. Определение силы осадки цилиндрической заготовки. Напряженно-деформированное состояние и сила деформирования при горячей объемной штамповке цилиндрических деталей с бобышкой.	17	7	5	2	-	10	30%	30%	15%	15%	15%
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ			108	51	17	34	-	57	100%	100%	100%	100%	100%

### 3.1. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	Изучение возможностей программного комплекса Ansys (QForm, Deform 3D). Изучение способов задания механических свойств металлов, учета их изменения в процессе пластической деформации. Проведение испытания для определения механических свойств металла для выполнения индивидуального задания в соответствии с темой магистерской диссертации. Выполнение индивидуального задания. Подготовка статьи (тезисов доклада) по итогам выполнения индивидуального задания.	32
2	Примеры решения задач.	Доклад студента по результатам выполнения домашнего задания	2
Итого:			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	Изучение рекомендованной литературы. Самостоятельная работа в программном комплексе Ansys (QForm, Deform 3D). Выполнение индивидуального задания по тематике магистерской диссертации.	27
2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.	Изучение рекомендованной литературы.	4
3. Основные виды процесса пластической деформации.	Изучение рекомендованной литературы.	6
4. Примеры решения задач методом СМПД.	Изучение рекомендованной литературы.	10
5. Примеры решения задач.	Изучение рекомендованной литературы. Выполнение домашнего задания. Подготовка к докладу.	10
ВСЕГО:		57



#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3									П							ИЗ, ДЗ	Диф. зачет

Условные обозначения:

- П – посещаемость;
- ИЗ – индивидуальное задание;
- ДЗ – домашнее задание.

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы в форме оценки посещаемости занятий.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам первой половины семестра в форме оценки посещаемости занятий, по итогам второй половины семестра - в форме сдачи индивидуального задания и домашнего задания.

**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, который оформляется по результатам выполнения индивидуального задания, домашнего задания и доклада по результатам выполнения домашнего задания.

Оценочные средства, содержащие методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по дисциплине, приведены в приложении 5.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература:

1. Иванов, К.М. Механика процессов обработки давлением: учебное пособие / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2012. – 299 с.
2. Иванов, К.М. Прикладная теория пластичности: учебное пособие / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов и др. – СПб.: Политехника, 2009. – 375 с.
3. Кузнецов, Д.П. Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: лабораторный практикум / Д.П. Кузнецов, Н.И. Нестеров, К.М. Иванов. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2007. – 77 с.
4. Титов, А.В. Теория пластичности: учебное пособие / А.В. Титов, А.О. Фанифатов, Е.В. Затеруха; под ред. Г.А. Данилина. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2014. – 111 с.

##### 5.2. Дополнительная литература:

1. Иванов, К.М. Прикладная теория пластичности: учебное пособие / К.М.Иванов, Н.И.Нестеров, Д.В.Усманов и др. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2007. – 348 с.
2. Сопротивление материалов пластическому деформированию в приложениях к процессам обработки металлов давлением / А.В. Лясников, Н.П. Агеев, Г.А. Данилин и др.; под ред. А.В. Лясникова. – СПб.: Внешторгиздат, 1995. – 527 с.



3. Теория обработки металлов давлением: учебник для вузов / С.П. Яковлев, С.А. Головин, С.С. Яковлев, В.Д. Кухарь; под ред. В.А. Голенкова, С.П. Яковлева. – М.: Машиностроение, 2009. – 442 с.

4. Смирнов-Аляев, Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. – 3-е изд. / Г.А. Смирнов-Аляев. – Л.: Машиностроение, 1978. – 368 с.

5. Гришин, В.М. Экспериментально-аналитические методы исследований пластического течения: учебное пособие по курсу «Физико-математическая теорияковки и штамповки» / В.М. Гришин, А.Г. Овчинников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 84 с.

6. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением: учебник для студентов вузов. – 4-е изд. / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

5.3. Интернет-ресурс: <http://e.lanbook.com>, [www.library.voenmeh.ru](http://www.library.voenmeh.ru) .

5.4. Программное обеспечение: Ansys (QForm, Deform 3D).

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса: возможность проверки расчетных работ в электронном виде и консультирование при их написании посредством электронной почты.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Лекционные занятия:

1. Аудитория 319 с экраном, стойками для плакатов, мультимедийным проектором.

### Практические занятия и самостоятельная работа студентов:

1. Компьютерный класс, 11 персональных компьютеров (ауд. 377).

2. Компьютерный класс, 8 персональных компьютеров (ауд. 320).

3. Лаборатория механических испытаний и прессового оборудования (ауд. 111).

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Механика процессов обработки давлением» является вариативной дисциплиной Блока1 Дисциплины (модули) учебного плана подготовки по направлению подготовки магистров 15.04.03 Прикладная механика (профиль «Механика процессов обработки давлением»). Дисциплина реализуется на «Е» факультете «Оружие и системы вооружений» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

Дисциплина нацелена на формирование общекультурной компетенции ОК9 (способность использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности), общепрофессиональной компетенции ОПК-2 (способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы), профессиональных компетенций ПК-02 (способность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности); ПК-03 (способность критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты); ПК-07 (готовность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с фундаментальными основами теории обработки металлов давлением (Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела. Основные виды процесса пластической деформации. Примеры решения задач методом СМПД).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы в форме оценки посещаемости занятий;

рубежная аттестация студентов производится по итогам первой половины семестра в форме оценки посещаемости занятий, по итогам второй половины семестра - в форме сдачи индивидуального задания и домашнего задания;

промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, который оформляется по результатам выполнения индивидуального задания, домашнего задания и доклада по результатам выполнения домашнего задания.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (17 часов), аудиторные (34 часа) занятия и самостоятельная работа студента (57 часов).

## **ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

### **Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя**

#### **I. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Индивидуальное обучение – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

#### **II. Виды и содержание учебных занятий**

##### **Раздел 1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.**

Лекция 1. Общая система уравнений для малой и для конечной деформации. Метод сопротивления материалов пластическому деформированию.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

Лекция 2. Методы приближенного решения задач: совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности, линий скольжения; энергетические.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

Практические занятия – 32 часа.

Занятия 1 – 3. Изучение возможностей программного комплекса Ansys (QForm, Deform 3D).

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Занятия 4 – 5. Применение метода конечных элементов для решения задач пластического формоизменения.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Занятие 6. Изучение способов задания механических свойств металлов, учета их изменения в процессе пластической деформации.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Занятия 7 – 9. Проведение испытания для определения механических свойств металла для выполнения индивидуального задания в соответствии с темой магистерской диссертации.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Занятия 10 – 15. Выполнение индивидуального задания (по согласованию с руководителем магистранта).

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Занятие 16. Подготовка статьи (тезисов доклада) по итогам выполнения индивидуального задания.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

## **Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.**

Лекция 3. Особенности и роль контактного трения. Теория контактного трения и основные зависимости. Способы оценки сил контактного трения.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

## **Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации.**

Лекция 4. Растяжение. Испытание растяжением. Функциональная связь «интенсивность напряжений – степень (интенсивность) деформации». Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой. Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

## **Раздел 4. Примеры решения задач методом СМЧД.**

Лекция 5. Определение напряженно-деформированного состояния в характерных зонах заготовки и технологических параметров при отбортовке.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

Лекция 6. Определение параметров напряженно-деформированного состояния и силы деформирования при внедрении цилиндрического пуансона.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

## **Раздел 5. Примеры решения задач.**

Лекция 7. Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления. Выдача домашнего задания.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

Лекция 8. Определение силы осадки цилиндрической заготовки.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

Лекция 9. Напряженно-деформированное состояние и сила деформирования при горячей объемной штамповке цилиндрических деталей с бобышкой.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.**

Консультации по изложенному на занятиях материалу.

Практические занятия – 2 часа.

Занятие 17. Доклад студента по результатам выполнения домашнего задания.

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 57 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (приказ ректора от 30.12.2013 № 102-с(о)).

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.</b>			
Изучение рекомендованной литературы.	Общая система уравнений для малой и для конечной деформации. Методы сопротивления материалов пластическому деформированию, приближенного решения задач: совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности, линий скольжения; энергетические. Метод конечных элементов.	7	Основная литература: № 2; № 3; № 4.  Дополнительная литература: № 1; № 3; № 4; № 5; № 6.
Самостоятельная работа в программном комплексе Ansys (QForm, Deform 3D).	Изучение возможностей программного комплекса Ansys (QForm, Deform 3D). Изучение способов задания механических свойств металлов, учета их изменения в процессе пластической деформации. Проведение испытания для определения механических свойств металла для выполнения индивидуального задания в соответствии с темой магистерской диссертации.	10	
Выполнение индивидуального задания по тематике магистерской диссертации.	Выполнение индивидуального задания. Подготовка статьи (тезисов доклада) по итогам выполнения индивидуального задания.	10	
Итого по разделу 1		27	

<b>Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.</b>			
Изучение рекомендованной литературы.	Особенности и роль контактного трения. Теория контактного трения и основные зависимости. Способы оценки сил контактного трения.	4	Основная литература: № 1. Дополнительная литература: № 3; № 6.
<b>Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации</b>			
Изучение рекомендованной литературы.	Растяжение. Испытание растяжением. Функциональная связь «интенсивность напряжений – степень (интенсивность) деформации». Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой. Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.	6	Основная литература: № 2; № 3. Дополнительная литература: № 4.
<b>Раздел 4. Примеры решения задач методом СМД.</b>			
Изучение рекомендованной литературы.	Определение напряженно-деформированного состояния в характерных зонах заготовки и технологических параметров при отбортовке. Определение параметров напряженно-деформированного состояния и силы деформирования при внедрении цилиндрического пуансона.	10	Основная литература: № 1. Дополнительная литература: № 4.
<b>Раздел 5. Примеры решения задач.</b>			
Изучение рекомендованной литературы.	Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления. Определение силы осадки цилиндрической заготовки. Напряженно-деформированное состояние и сила деформирования при горячей объемной штамповке цилиндрических деталей с бобышкой.	5	Основная литература: № 1. Дополнительная литература: № 3; № 4; № 6.
Выполнение домашнего задания. Подготовка к докладу.	Составление конспекта по теме и литературе, предложенными преподавателем по согласованию с руководителем магистранта.	5	Литература, рекомендованная преподавателем.
Итого по разделу 5		10	
<b>ИТОГО</b>		<b>57</b>	

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	На занятиях необходимо изучить и получить навыки использования одной из компьютерных программ, используемых при решении задач на пластическое формоизменение. Необходимо разобраться с особенностями задания механических свойств деформируемой заготовки и контактных условий.
Индивидуальное задание	Индивидуальное задание выполняется по тематике магистерской диссертации (ознакомительный, подготовительный этап или выполнение части запланированных исследований). Промежуточные результаты необходимо обсуждать не только с преподавателем, но и с руководителем магистранта.
Домашнее задание	При оформлении конспекта по домашнему заданию необходимо обратить внимание на метод теоретического исследования, на основные положения метода, на допущения, принятые при разработке модели процесса и принимаемые в процессе решения. Доклад по итогам выполнения домашнего задания (не более 10 минут) может сопровождаться подготовленной компьютерной презентацией.
Подготовка статьи к публикации	Полученные в результате выполнения индивидуального задания результаты рекомендуется оформить в формате статьи или тезисов доклада. Требования к оформлению излагаются редакционным советом или оргкомитетом студенческих научно-технических конференций.
Подготовка к дифференцированному зачету	При условии выполнения индивидуального и домашних заданий оценка на зачете выставляется как средняя. Наличие подготовленной статьи/тезисов доклада добавляет один балл.

### ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАДАНИЙ

Варианты домашних заданий: определение напряженно-деформированного состояния (силы деформирования) при исследовании одним из аналитических методов операции листовой или объемной штамповки.



### ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить знания студентов по данной дисциплине, включают в себя:

- Индивидуальное задание (ИЗ);
- Домашнее задание (ДЗ);
- Черновик статьи/тезисов доклада (СТ).

Образцы домашних и индивидуальных заданий размещены в составе УМК по дисциплине.

#### Паспорт фонда оценочных средств

НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ					НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
			ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОК9	ОПК2	ПК02	ПК03	ПК07	
1	Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение. Общая система уравнений для малой и для конечной деформации. Методы сопротивления материалов пластическому деформированию, приближенного решения задач: совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности, линий скольжения; энергетические. Метод конечных элементов.	63	36	4	32	-	27	30 %	30%	50 %	50 %	50 %	ИЗ, ДЗ, СТ
2	Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела. Особенности и роль контактного трения. Теория контактного трения и основные зависимости. Способы оценки сил контактного трения.	6	2	2	-	-	4	10 %	10%	10 %	10 %	10 %	ИЗ, ДЗ

3	<b>Основные виды процесса пластической деформации</b> Растяжение. Испытание растяжением. Функциональная связь «интенсивность напряжений – степень (интенсивность) деформации». Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой. Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.	8	2	2	-	-	6	10 %	10%	10%	10 %	10 %	ИЗ
4	<b>Примеры решения задач методом СМД.</b> Определение напряженно-деформированного состояния в характерных зонах заготовки и технологических параметров при отбортовке. Определение параметров напряженно-деформированного состояния и силы деформирования при внедрении цилиндрического пуансона.	14	4	4	-		10	20 %	20%	15%	15 %	15 %	ДЗ
5	<b>Примеры решения задач.</b> Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления. Определение силы осадки цилиндрической заготовки. Напряженно-деформированное состояние и сила деформирования при горячей объемной штамповке цилиндрических деталей с бобышкой.	17	7	5	2	-	10	30 %	30%	15%	15 %	15 %	ДЗ

### Критерии оценивания

#### Индивидуальное задание

Оценки выставляются с учетом мнения руководителя магистранта.

Оценка «Отлично» выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения при выполнении практических задач.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи.

#### Домашнее задание

Оценка «Отлично» выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого тесно увязывается теория с практикой.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

#### Дифференцированный зачет

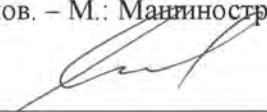
При условии выполнения индивидуального и домашних заданий оценка на зачете выставляется как средняя. Наличие подготовленной статьи/тезисов доклада добавляет один балл.

## СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: «Механика процессов обработки давлением».
2. Кафедра: Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».
3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):
  - 3.1. Иванов, К.М. Механика процессов обработки давлением: учебное пособие / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2012. – 299 с. **(110 экз. + электронный ресурс)**.
  - 3.2. Иванов, К.М. Прикладная теория пластичности: учебное пособие / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов и др. – СПб.: Политехника, 2009. – 375 с. **(70 экз. + электронный ресурс)**.
  - 3.3. Кузнецов, Д.П. Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: лабораторный практикум / Д.П. Кузнецов, Н.И. Нестеров, К.М. Иванов. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2007. – 77 с. **(163 экз. + электронный ресурс)**.
  - 3.4. Титов, А.В. Теория пластичности: учебное пособие / А.В. Титов, А.О. Фанифатов, Е.В. Затеруха; под ред. Г.А. Данилина. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2014. – 111 с. **(67 экз. + электронный ресурс)**.
4. Перечень дополнительной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):
  - 4.1. Иванов, К.М. Прикладная теория пластичности: учебное пособие / К.М. Иванов, Н.И. Нестеров, Д.В. Усманов и др. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2007. – 348 с. **(61 экз. + электронный ресурс)**.
  - 4.2. Смирнов-Аляев, Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. – 3-е изд. / Г.А. Смирнов-Аляев. – Л.: Машиностроение, 1978. – 368 с. **(128 экз.)**.
  - 4.3. Сопротивление материалов пластическому деформированию в приложениях к процессам обработки металлов давлением / А.В. Лясников, Н.П. Агеев, Г.А. Данилин и др.; под ред. А.В. Лясникова. – СПб.: Внешторгиздат, 1995. – 527 с. **(62 экз.)**.
  - 4.4. Голенков, В.А. Теория обработки металлов давлением: учебник для вузов / С.П. Яковлев, С.А. Головин, С.С. Яковлев, В.Д. Кухарь; под ред. В.А. Голенкова, С.П. Яковлева. – М.: Машиностроение, 2009. – 442 с. **(8 экз.)**.
  - 4.5. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением: учебник для студентов вузов. – 4-е изд. / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с. **(135 экз.)**.

Директор библиотеки



(Сесина Н.В.)

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ  
НА 201\_/201\_ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Все изменения рабочей программы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика  
Е4 «\_\_\_»\_\_\_\_\_201\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Внесенные изменения согласованы:

"\_\_"\_\_\_\_\_201\_ г. Заведующий кафедрой Е4 (выпускающей) \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

*(при внесении дополнительной литературы)*

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В. / \_\_\_\_\_/