

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Суслин А. В.  
(подпись) ФИО  
«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Машины и технология обработки металлов давлением
Уровень высшего образования	Бакалавриат
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	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	51	34	17	0	93	0	0	93	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

15.03.01 Машиностроение

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ

Нестеров Николай Иванович, к.т.н., заведующий кафедрой



Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ

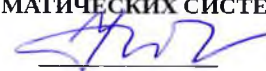
Филин Дмитрий Сергеевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

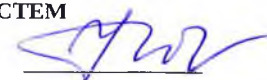
Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
ОПК-11 — способность применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ОПК-12 — способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
ПСК-1.02 — умеет проводить эксперименты по стандартным и заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПСК-1.03 — способен разрабатывать новые технологические процессы листовой и объемной холодной штамповки, ковки, горячей штамповки
ПСК-1.05 — умеет определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования
ПСК-1.06 — способен обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения
ПСК-1.08 — умеет производить оценку технологичности применяемых в кузнечно-штамповочном производстве материалов, предусмотренных конструкторской документацией
ПСК-1.09 — умеет производить экспертную оценку возможности изготовления деталей методами штамповки применительно к условиям производства
ПСК-1.10 — способен вносить предложения по повышению технологичности конструкции деталей
ПСК-1.11 — способен разрабатывать и внедрять новые технологические процессы в холодноштамповочном производстве

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*умения:*

Проводить грамотный анализ чертежа изделия, его классификацию, а также составлять возможные варианты технологических последовательностей изготовления штампованной детали;

### **ОПК-11**

*знания:*

Основных дефектов, характерных, для штампованных заготовок и деталей, а также методов их контроля и требований, предъявляемых исходному прокату и штампованным деталям;

*умения:*

Оценивать возможность появления того или иного дефекта, характерного для штампованных изделий;

### **ОПК-12**

*навыки:*

Разработки чертежа штампованных деталей с учётом оптимизации их формы и размеров под возможности производства, серийность и общие технико-экономические показатели, а также выбирать наиболее рациональную последовательность изготовления.

### **ПСК-1.02**

*знания:*

Методики и последовательности проведения стандартных испытаний на сжатие(осадкой);

Особенности различных типов образцов, применяемых при испытание на сжатие(осадкой), и методику определения параметров напряжённо-деформированного состояния осажённых образцов;

*умения:*

подбирать необходимое оборудование и оснастку для выполнения испытаний на сжатие(осадкой), обрабатывать результаты эксперимента, получаемые от испытательной машины и по результатам обработки образцов;

проводить расчёт основных силовых параметров операции осадки и определять параметры напряжённо-деформированного состояния образцов при осадке;

### **ПСК-1.03**

*знания:*

Операций, применяемых в технологических процессах холодной объёмной штамповки, их особенностей и возможностей;

*умения:*

Выбирать оптимальную технологическую последовательность изготовления штампованных изделий, с учётом особенностей имеющегося оборудования;

### **ПСК-1.05**

*знания:*

Основных особенностей формирования и распределения параметров напряжённо-деформированного состояния заготовок на операциях холодной объёмной штамповки;

*умения:*

Использование теоретического анализа напряженно-деформированного состояния заготовок для характеристики различных видов процессов холодной объёмной штамповки;

*навыки:*

Проведение технологических экспериментальных исследований процессов холодной объёмной штамповки с применением современных методических, технических и приборных средств.

**ПСК-1.06**

*знания:*

требований к оформлению результатов научно-технических работ;

*умения:*

технически грамотно оформлять результаты научно-технических работ;

*навыки:*

формирования и оформления отчетов по научно-исследовательским работам в соответствии с установленными требованиями.

**ПСК-1.08**

*знания:*

Основных параметров, учитываемые при разработке технологических процессов холодной объёмной штамповки, и влияние материала изделия на соответствующие параметры;

*умения:*

Оценки технологичности и общей штампуемости заданного для изделия материала с учётом возможностей операций холодной объёмной штамповки и штамповой оснастки;

**ПСК-1.09**

*знания:*

Технологических возможностей отдельных операций и переходов холодной объёмной штамповкой, возможности их последовательного применения, а также необходимости и порядка применения операций термической обработки;

*умения:*

Оценивать рациональность выбранной технологической последовательности и её корректировки в зависимости от условий или требований производства;

**ПСК-1.10**

*умения:*

Оценивать технологические возможности изготовления штампованных изделий по имеющимся форме и габаритам, а также соответствие принятых припусков и напусков общим техническим рекомендациям, возможностям оборудования и оснастки;

*навыки:*

Разработки моделей и чертежей деталей машиностроения, штампованных заготовок для их изготовления, штампов объёмной штамповки с учётом характера течения металла по переходам;

Оценки качества штампуемых деталей.

**ПСК-1.11**

*знания:*

Современного состояния техники и технологии обработки конструкционных металлических материалов;

Классификации и терминологии по основным процессам холодной штамповки при проектировании технологических процессов, порядка разработки технологических процессов изготовления изделий с учетом физико-механических основ, технологических особенностей и возможностей основных процессов холодной объёмной штамповки и сопутствующих им подготовительных термических и химических операций;

Систем автоматизированной подготовки технологической документации;

*умения:*

Проводить расчёт основных технологических параметров операций холодной объёмной штамповки, определять возможность и направление их оптимизации или совершенствования с учетом технологических возможностей и ограничений операций объёмной штамповки;

*навыки:*

Анализа чертежей и технических условий изготовления деталей с целью оценки технологичности их конструкции.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ, ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ, ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ В СИСТЕМЕ MATHCAD, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
- ОПК-12 — Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
- ОПК-5 — Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
- ОПК-7 — Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
- ПСК-1.01 — способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки
- ПСК-1.02 — умеет проводить эксперименты по стандартным и заданным методикам с обработкой и анализом результатов
- ПСК-1.05 — умеет определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования
- ПСК-1.06 — способен обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %										
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1	ОПК-11	ОПК-12	ПСК-1.02	ПСК-1.03	ПСК-1.05	ПСК-1.06	ПСК-1.08	ПСК-1.09	ПСК-1.10	ПСК-1.11
4	7	<b>Раздел 1. Классификация операций холодной объемной штамповки.</b> Разделительные и формоизменяющие операции. Комбинированная объемная штамповка. Комбинированная объемно-листовая штамповка. Характеристика операций объемной штамповки. Этапы проектирования технологических процессов холодной объемной штамповки. Технологичность конструкции штампуемых деталей.	18	6	6	0	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	7	<b>Раздел 2. Заготовки для холодной объемной штамповки.</b> Изготовление и подготовка исходных прутковых заготовок. Способы разделения исходного металла на заготовки. Подготовка заготовок. Калибровка. Термическая обработка. Подготовка поверхности.	18	6	6	0	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
4	7	<b>Раздел 3. Осадка.</b> Назначение операции, технологические схемы, примеры технологических процессов. Расчет технологических сил.	48	21	4	17	27	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	7	<b>Раздел 4. Высадка.</b> Назначение операции, технологические схемы, примеры технологических процессов. Технологичность конструкции штампуемых деталей. Расчет технологических сил.	10	2	2	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	7	<b>Раздел 5. Редуцирование.</b> Назначение операции, технологические схемы, технологичность конструкции штампуемых деталей. Примеры технологических процессов.	10	2	2	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	7	<b>Раздел 6. Процессы выдавливания.</b> 6.1 Классификация процессов выдавливания. 6.2 Технологичность конструкции штампуемых деталей. 6.2.1 Исходные данные и последовательность	26	10	10	0	16	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

		расчетов. 6.2.3 Составление чертежа полуфабриката. 6.2.4 Контроль точности и качества штампуемых деталей. 6.3 Продольное выдавливание. 6.3.1 НДС заготовок при выдавливании. 6.3.2 Расчет технологических сил. 6.3.4 Оценка предельной величины деформации и количества операций. 6.4 Поперечное выдавливание. 6.4.1 Напряженно-деформированное состояние заготовок. 6.4.2 Расчет технологических сил. 6.5 Комбинированные процессы выдавливания. 6.5.1 Общие сведения из технической литературы. 6.5.2 Варианты применения комбинированных схем операции выдавливания при изготовлении полых полуфабрикатов.															
4	7	<b>Раздел 7. Образование выдавливанием полостей матриц пресс-форм и штампов.</b> Способы выдавливания. Технологичность конструкции штампуемых деталей. Расчет размеров заготовок, технологических сил. Технологические возможности способов выдавливания.	14	4	4	0	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Всего за 7 семестр</b>			144	51	34	17	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	34	17	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Осадка.	Экспериментальное исследование деформации контактной поверхности цилиндра, деформируемого в холодную свободной осадкой плоскопараллельными плитами	17
<b>Всего за 7 семестр</b>			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Классификация операций холодной объемной штамповки.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	12
2	Раздел 2. Заготовки для холодной объемной штамповки.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	12
3	Раздел 3. Осадка.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	12
4		Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к защите к лабораторной работе.	15
5	Раздел 4. Высадка.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	8
6	Раздел 5. Редуцирование.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	8
7	Раздел 6. Процессы выдавливания.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	16
8	Раздел 7. Образование выдавливанием полостей матриц пресс-форм и штампов.	Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			93



#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				ЛР		ДР				ДР						ДР	Вопр.Диф.Зач, Тест, ЛР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Тест – тест.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Д. П. Кузнецов, А. В. Лясников, В. А. Кудрявцев. . Технология формообразования выдавливанием полостей деталей пресс-форм и штампов. СПб.: Политехника, 1995, 39 экз.
2. Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 163 экз.
3. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 110 экз.
4. Л. Л. Григорьев, К. М. Иванов, Э. Е. Юргенсон. . Холодная штамповка. СПб.: Политехника, 2009, 15 экз.
5. М. Г. Амиров, Е. Г. Белков, К. Н. Богоявленский. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объёмная штамповка. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987, 36 экз.
6. Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объёмной штамповки. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 46 экз.
7. Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, Ю. И. Гуменюк. . Справочник по технологии патронного производства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 10 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Е. Г. Белков, Г. В. Бунатян, А. Л. Воронцов. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объёмная штамповка. Штамповка металлических порошков. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) (Электронная библиотека университета) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> (ЭБС ЛАНЬ);
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> (ЭБС Тонкие Наукоёмкие Технологии (ТНТ));
4. <https://urait.ru/> (ЭБС ЮРАЙТ);
5. <https://moodle.voenmeh.ru/course/view.php?id=3998> — БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова // Moodle: Вход на сайт.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Инструментальные измерительные микроскопы;
2. Испытательная машина ГМС-50 с номинальной силой 500 кН;
3. Испытательная машина Р-100 с номинальной силой 1000 кН;
4. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;  
ОПК-11 способность применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;  
ОПК-12 способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения;  
ПСК-1.02 умеет проводить эксперименты по стандартным и заданным методикам с обработкой и анализом результатов;  
ПСК-1.03 способен разрабатывать новые технологические процессы листовой и объемной холодной штамповки,ковки, горячей штамповки;  
ПСК-1.05 умеет определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования;  
ПСК-1.06 способен обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения;  
ПСК-1.08 умеет производить оценку технологичности применяемых в кузнечно-штамповочном производстве материалов, предусмотренных конструкторской документацией;  
ПСК-1.09 умеет производить экспертную оценку возможности изготовления деталей методами штамповки применительно к условиям производства;  
ПСК-1.10 способен вносить предложения по повышению технологичности конструкции деталей;  
ПСК-1.11 способен разрабатывать и внедрять новые технологические процессы в холодноштамповочном производстве.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой и применением технологических процессов холодной штамповки в различных отраслях металлообработки (Операции холодной объемной штамповки. Заготовки холодной объемной штамповки. Подготовка заготовок. Технологичность конструкции штампуемых деталей. Осадка. Высадка. Редуцирование. Процессы выдавливания. Образование выдавливанием полостей матриц пресс-форм и штампов).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., 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 текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Классификация операций холодной объемной штамповки.</b>		
Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объемной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1, 3) Е. Г. Белков, Г. В. Бунатян, А. Л. Воронцов. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объемная штамповка. Штамповка металлических порошков: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) М. Г. Амиров, Е. Г. Белков, К. Н. Богоявленский. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объемная штамповка: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (1)	12
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Заготовки для холодной объемной штамповки.</b>		
Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объемной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1, 3)	12
Итого по разделу 2		12
<b>Раздел 3. Осадка.</b>		
Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (ЛР №4)	12
Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к защите к лабораторной работе.	Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объемной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4)	15
Итого по разделу 3		27
<b>Раздел 4. Высадка.</b>		
Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объемной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4) М. Г. Амиров, Е. Г. Белков, К. Н. Богоявленский. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объемная штамповка: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (1...3)	8
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Редуцирование.</b>		
Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объемной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4, 5) Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, Ю. И. Гуменюк. . Справочник по технологии патронного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (15) Л. Л. Григорьев, К. М. Иванов, Э. Е. Юргенсон. . Холодная штамповка: СПб.: Политехника, 2009 (9) М. Г. Амиров, Е. Г. Белков, К. Н. Богоявленский. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объемная штамповка: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (6)	8
Итого по разделу 5		8
<b>Раздел 6. Процессы выдавливания.</b>		

Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	<p>Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объёмной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4, 5)</p> <p>К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)</p> <p>Е. Г. Белков, Г. В. Бунатян, А. Л. Воронцов. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объёмная штамповка. Штамповка металлических порошков: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1, 7)</p> <p>Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, Ю. И. Гуменюк. . Справочник по технологии патронного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (12)</p>	16
Итого по разделу 6		16
<b>Раздел 7. Образование выдавливанием полостей матриц пресс-форм и штампов.</b>		
Изучение рекомендованной литературы после проведения лекции.	<p>Н. И. Нестеров, В. Г. Трошин, О. Л. Киреев. . Технология холодной объёмной штамповки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6)</p> <p>М. Г. Амиров, Е. Г. Белков, К. Н. Богоявленский. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объёмная штамповка: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (5, 6)</p> <p>Д. П. Кузнецов, А. В. Лясников, В. А. Кудрявцев. . Технология формообразования выдавливанием полостей деталей пресс-форм и штампов: СПб.: Политехника, 1995 (Все)</p> <p>К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3)</p> <p>Е. Г. Белков, Г. В. Бунатян, А. Л. Воронцов. Ковка и штамповка. Т. 3 Холодная объёмная штамповка. Штамповка металлических порошков: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4)</p>	10
Итого по разделу 7		10

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Тест

Тест состоит из 30 вопросов по материалам семестра.

Критерий оценивания:

28 – 30 баллов – отлично (зачтено-отлично);

от 24 до 28 баллов – хорошо (зачтено-хорошо);

от 20 до 24 баллов – удовлетворительно (зачтено-удовлетворительно);

менее 20 баллов – неудовлетворительно.

Вопросы для тестирования

1. Применение холодной объемной штамповки позволяет (способствует)?
2. Холодной объемной штамповкой получают:
3. Операции холодной объемной штамповки могут быть ...
4. К каким группам классификации процессов обработки металлов давлением Г.А. Смирнова-Аляева можно отнести операции холодной объемной штамповки, кроме отрезки и ломки?
5. Какая комбинированная операция приведена на схеме?
6. Где изображены разделительные операции холодной объемной штамповки?
7. Как называют операцию, изображенную на схеме?
8. Штамповка заготовки вытеснением металла исходной заготовки в полость и(или) отверстия ручья штампа – это ..
9. Уменьшение площади поперечного сечения заготовки при проталкивании ее через калибрующую матрицу силой, направленной вдоль оси заготовки – это ..
10. Образование на поверхности заготовки рельефных изображений за счет перераспределения металла – это ..
11. Укажите способы отделения заготовок от исходного материала.
12. В процессе отрезки в штампе нарушается форма цилиндрической заготовки. Искажение формы заготовки зависит от ...
13. Калибровку заготовок проводят для ...
14. На каком рисунке изображена калибровка осадкой?
15. На каком рисунке изображена калибровка высадкой?
16. На каком рисунке изображена калибровка обжатием (редуцированием)?
17. На каком рисунке изображена калибровка поперечным выдавливанием?
18. Термическая обработка заготовок в технологических процессах холодной штамповки может быть ...
19. Целью проведения предварительной термической обработки заготовки в технологических процессах холодной штамповки является ...
20. Целью проведения промежуточной термической обработки заготовки в технологических процессах холодной штамповки является ...
21. Целью проведения окончательной термической обработки заготовки в технологических процессах холодной штамповки является ...
22. Подготовка поверхности заготовки к деформированию в общем случае состоит из основных этапов:
23. К механическим методам подготовки поверхности заготовки относятся:
24. К химическим методам подготовки поверхности заготовки относятся:
25. Зона I осаживаемой заготовки является:
26. Зона III осаживаемой заготовки является:
27. Что является основной причиной неравномерности деформации по объему осаживаемой заготовки?
28. По результатам экспериментальных исследований установлено, что на контактной поверхности осаживаемой заготовки в общем случае можно выделить следующие зоны:
29. При решении задачи определения силы при осаживании заготовки какой принят закон трения в зоне торможения на контактной поверхности?
30. При решении задачи определения силы при осаживании заготовки какой принят закон трения в зоне скольжения на контактной поверхности?
31. Какие допущения приняты для решения задачи определения силы при осаживании цилиндрической заготовки?
32. Укажите области применения свободной (открытой) осадки.
33. Укажите области применения закрытой осадки.

34. Где изображена открытая высадка?
35. Где изображена закрытая высадка?
36. Количество переходов при высадке стержневых крепежных деталей: заклепки, винты, шурупы с полукруглой, потайной и полупотайной головками?
37. Количество переходов при высадке стержневых крепежных деталей: заготовки болтов, заклепки, винты, имеющие цилиндрические головки, головки с усом или квадратным подголовком?
38. Количество переходов при высадке стержневых крепежных деталей: винты с крестообразным шлицем, болты с наружным и внутренним шестигранниками?
39. Редуцирование применяют ...
40. Редуцирование проводят в каких матрицах?
41. Максимальная длина исходных заготовок при редуцировании без направления по образующей определяется ...
42. Приведенный на схеме способ изготовления полости матрицы пресс-формы называют
43. Для снижения силы деформирования применяют так называемые облегчающие камеры. Как называют приведенную на рисунке?
44. В основе классификации процессов выдавливания, предложенной Д.П. Кузнецовым и Ю.И. Гуменюком, лежат несколько независимых признаков. Укажите их.
45. На каких рисунках изображена схема прямого выдавливания?
46. На каком рисунке изображена схема обратного выдавливания?
47. На каких рисунках изображена схема продольного выдавливания?
48. Как при таком характере изменения при продольном выдавливании силы деформирования называют заготовку?
49. При обратном выдавливании образуются поперечные мелкие трещины на наружной боковой поверхности детали. Укажите причины.
50. При обратном выдавливании образуются продольные царапины на боковой поверхности детали. Укажите причины.
51. При обратном выдавливании образуются поперечные мелкие трещины на внутренней боковой поверхности детали. Укажите причины.
52. При обратном выдавливании образуется глубокая кольцевая трещина в углу дна. Укажите причины.
53. При прямом выдавливании образуется кольцевой скол в углу фланца. Укажите причину.
54. При прямом выдавливании образуется осевая утяжка в зоне фланца. Укажите причины.

#### **Вопросы к дифференцированному зачету**

1. Общие положения и состояние ХОШ. Классификация операций ХОШ.
2. Комбинированная объёмная и объёмно-листовая штамповка.
3. Характеристика операций ХОШ.
4. Этапы проектирования технологических процессов ХОШ.
5. Технологичность конструкции заготовок и деталей.
6. Изготовление и подготовка исходного материала.
7. Типовые заготовки для ХОШ и их особенности.
8. Способы разделения исходного проката.
9. Подготовка заготовок к деформированию. Калибровка.
10. Подготовка заготовок к деформированию. Термическая обработка.
11. Подготовка заготовок к деформированию. Подготовка поверхности. Нанесение смазок.
12. Осадка. Общая характеристика операции.
13. Способы осадки.
14. Определение силы осадки.
15. Высадка. Общая характеристика операции.
16. Способы высадки.
17. Редуцирование. Общая характеристика операции. Способы редуцирования.
18. Редуцирование в жёстких матрицах.
19. Редуцирование. Формообразование шлицев.
20. Классификация способов выдавливания деталей по методу Д.П. Кузнецова и Ю.И. Гуменюка.
21. Исходные данные и последовательность расчётов технологического процесса выдавливания. Анализ чертежа на технологичность.
22. Составление чертежа детали для ТП выдавливания. Контроль точности и качества штампуемых деталей.
23. Продольное выдавливание. Общая характеристика операции и её основные схемы.
24. НДС заготовки при продольном выдавливании с истечением металла от периферии к центру заготовки.
25. НДС заготовки при продольном выдавливании с истечением металла от центра к периферии заготовки.
26. Характерные этапы процесса продольного выдавливания относительно высоких заготовок.
27. Особенности процесса продольного выдавливания при деформировании относительно низких заготовок.
28. Определение силы на операции продольного выдавливания. Основные влияющие факторы.
29. НДС заготовки при поперечном выдавливании.
30. Расчёт технологической силы при поперечном выдавливании.
31. Способы образования полостей выдавливанием. Технологические возможности.
32. Способ открытого выдавливания.
33. Способ полузакрытого выдавливания
34. Способ закрытого выдавливания.
35. Способы снижения усилия при образовании полостей выдавливанием.
36. Виды облегчающих камер и суть их применения.
37. Основные технологические параметры процесса образования полостей выдавливанием.
38. Выдавливание радиальным обжатием.
39. Характеристика операции вытяжка-выдавливание.

#### **Лабораторная работа**



Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или рукописном виде. Защита отчетов проходит в форме ответов на поставленные преподавателем вопросы при текущем контроле или промежуточной аттестации. В случае если оформление отчета и ответы студента на поставленные во время защиты вопросы соответствуют указанным требованиям, студент получает наибольшее число баллов – 100 баллов.

Лабораторная работа принимается при наличии 75 баллов.

Критерии оценивания:

- правильность ответов на вопросы – 50 баллов;
- правильность оформления отчета (структурная упорядоченность, ссылки на литературу, таблицы, рисунки) – 20 баллов;
- актуальность – 10 баллов;
- логичность и последовательность изложения материала – 5 баллов;
- высокое качество графического материала – 10 баллов.

Отчет по лабораторной работе не может быть принят и подлежит доработке к случаю:

- отсутствия необходимых разделов;
- небрежного и безграмотного оформления.

Перечень вопросов для защиты отчета по лабораторной работе

1. К какой группе процессов обработки металлов давлением по классификации Г.А.Смирнова-Аляева отнесена свободная осадка плоскопараллельными плитами? Что характерно для процессов этой группы?
2. Чем вызвано искривление в процессе осадки боковой поверхности заготовки?
3. Какие допущения приняты при разработке методики расчета усилия осадки?
4. Какие факторы определяют величину силы деформирования?
5. Объясните характер изменения силы деформирования в процессе осадки.
6. Какие факторы определяют общий характер деформации заготовки? Укажите зоны максимальной и минимальной деформации.
7. Назовите факторы, определяющие неравномерность деформации по объему осаживаемой заготовки и ее контактной поверхности.
8. Каков результат оценки достоверности формулы для расчета силы осадки?
9. Охарактеризуйте закономерности изменения нормальных и касательных напряжений на контактной поверхности заготовки, осаживаемой плоскопараллельными плитами.

### Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4. Письменный опрос.

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

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %											НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1	ОПК-11	ОПК-12	ПСК-1.02	ПСК-1.03	ПСК-1.05	ПСК-1.06	ПСК-1.08	ПСК-1.09	ПСК-1.10	ПСК-1.11	
4	7	Раздел 1. Классификация операций холодной объемной штамповки.	18	6	6	0	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	7	Раздел 2. Заготовки для холодной объемной штамповки.	18	6	6	0	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	7	Раздел 3. Осадка.	48	21	4	17	27	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест, Лабораторная работа
4	7	Раздел 4. Высадка.	10	2	2	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	7	Раздел 5. Редуцирование.	10	2	2	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	7	Раздел 6. Процессы выдавливания.	26	10	10	0	16	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	7	Раздел 7. Образование выдавливанием полостей матриц пресс-форм и штампов.	14	4	4	0	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	