

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 87,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чепурин М.В.
	Идентификатор	Rc0e5b216-ChepurinMV-c722fea7

(подпись)

М.В. Чепурин

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Овечников С.А.
	Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe

(подпись)

С.А. Овечников

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

(подпись)

В.К. Драгунов

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение процессов обработки металлов давлением для получения заготовок и готовых изделий, выбор оптимальной схемы и режимов процессов, для дальнейшего применения этих знаний при проектировании и использовании объектов энергомашиностроения в профессиональной деятельности, с использованием современных тенденций цифровизации в обрабатывающей промышленности и совершенствования методов ОМД.

### Задачи дисциплины

- познакомить обучающихся с теоретическими и практическими основами обработки металлов давлением.;
- дать информацию об особенностях методов обработки металлов и сплавов применяемых при проектировании оборудования энергомашиностроения.;
- научить проводить расчеты, выбирать оптимальные схемы процесса в соответствие с ГОСТами и ТУ.;
- показать современные тенденции в развитии и оптимизации методов ОМД, с рассмотрением цифровых двойников материала заготовок и используемого оборудования, математического моделирования процессов, роботизации производства, системы сбора и анализа данных от централизованной системы датчиков на всей линии обработки заготовки..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает обоснованные технические решения при разработке технологии производства и ремонта объектов профессиональной деятельности	знать: - основные методы тенденции в современной промышленности по использованию при ОМД цифровых двойников материала заготовок и используемого оборудования, математического моделирования процессов, роботизации производства, системы сбора и анализа данных от централизованной системы датчиков на всей линии обработки заготовки. ; - ГОСТы и ТУ, применяемые при изготовлении конструкций и деталей машин в энергомашиностроении. ; - основные расчеты для выбора оптимальных режимов. ; - основные методы обработки металлов давлением применяемые при получении производственного оборудования..  уметь: - использовать и применять в технологических расчетах, программы математического моделирования. ; - выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.;</li> <li>- целенаправленно применять базовые знания в области математических, естественных наук в профессиональной деятельности..</li> </ul>
<p>ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения</p>	<p>ИД-3ПК-1 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологию изготовления различных видов конструкций и узлов.;</li> <li>- физические процессы, протекающие в конструкционных материалах при различных видах обработки..</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.;</li> <li>- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию.;</li> <li>- применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать законы физики и химии в рамках школьного курса, и общих курсов (физика твердого тела, основные виды веществ и химических соединений).
- знать общие закономерности формирования структуры и свойств металлических материалов в процессе их обработки и эксплуатации (материаловедение)
- знать основные группы металлических материалов, применяемых в машиностроении (материаловедение).
- знать закономерности влияния на свойства материалов различных видов технологических операций и эксплуатационных факторов (материаловедение).

- знать особенности выбора металлического материала для изготовления элементов машин и конструкций при проектировании технологии их изготовления.
- знать основные методики расчета свойств и характеристик материалов и конструкций (математика, материаловедение, сопротивление материалов).
- уметь анализировать и сопоставлять полученную информацию (математика).
- уметь навыками использования равновесной диаграммы состояний железо – цементит (материаловедение).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Элементы теории обработки металлов давлением.	30	6	7	-	7	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> №4. Условие пластичности. Частные случаи условия пластичности. Численное определение условий упругого и пластического состояния.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Скорости деформирования и деформации.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Коэффициенты деформации при прошивке заготовок и раскатке (волочении) труб.</p> <p>Коэффициенты вытяжки для особых случаев ОМД.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Закон сохранения массы и условия постоянства объема при ОМД. Коэффициенты деформации (обжатие, уширение, вытяжка).</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 4-28</p>	
1.1	Значение обработки металлов давлением (ОМД) в развитии энергомашиностроения. Задачи ОМД в условиях рыночной экономики.	4		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Различные способы образования формы тела и их связь с изменением массы в процессе формообразования.	4		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Процессы ОМД – технические системы. Классификация стационарных процессов по признакам затрат энергии на формообразование.	5		1	-	1	-	-	-	-	-	-	3		-
1.4	Закон постоянства массы и условия постоянства объема при пластической	5		1	-	1	-	-	-	-	-	-	3		-

	деформации. Коэффициенты, характеризующие изменения размеров деформируемой заготовки (высоты-толщины, ширины и длины). Смещенный объем, удельный смещенный объем, удельный секундный смещенный объем. Скорости деформации и деформирования.												
1.5	Виды деформации в зависимости от температуры. Влияние термомеханических условий на пластичность и сопротивление деформаций. Температурные условия формоизменения. Феноменологическая теория деформируемости без разрушения. Внешнее трение при ОМД. Влияние внешнего трения и формы инструмента на показатели процесса. Природа и виды пониженной пластичности и пути осуществления деформации	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	

	материалов с пониженной пластичностью. Совместное влияние различных видов пониженной пластичности. Влияние среднего напряжения.													
1.6	Силовое взаимодействие рабочего инструмента и деформируемого тела. Напряженно-деформированное состояние. Условие пластичности и его анализ.	5	1	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
2	Технология и оборудование различных процессов ОМД.	34.0	7.0	-	7.0	-	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Методика расчета режима обжатий при прокатке. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Давление металла на валки, крутящий момент и работа прокатки.
2.1	Технология и оборудование различных процессов ОМД. Прокатка металлов. Очаг деформации и его параметры. Условия захвата и установившегося процесса. Давление металла на валки, крутящий момент и работа прокатки. Продольная, поперечная и винтовая прокатка.	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Условия захвата и установившегося процесса при прокатке. Очаг деформации и его параметры. Соотношение между углом захвата, диаметром валков и обжатием. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
2.2	Прокатные профили и	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2	-	[1], 18-38 [5], 33-39



	<p>сортамент проката. Понятия о калибровке и профилировке валков. Основное оборудование прокатных цехов. Общие технологические схемы производства. Методика расчета режима обжата при прокатке в прокатных цехах.</p>													
2.3	<p>Производство горячекатаных листов: удаление окалины; формирование заданной ширины; распределение обжатов по клетям. Особенности получения холоднокатаных листов.</p>	2.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	1	-		
2.4	<p>Производство горячедеформированных труб: получение полой гильзы, формирование толщины стенки и диаметра.</p>	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-		
2.5	<p>Производство холоднодеформированных труб для энергомашиностроения . Волочение и прессование: характеристика</p>	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-		

	процессов и сортамент изделий; основное оборудование и технологические операции. Получение труб с использованием волочения.												
2.6	Свободнаяковка: основное оборудование; исходные материалы, применяемый инструмент; построение технологического процесса.	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.7	Проектированиепоковок: припуски и допуски; масса и размеры исходных заготовок; количество промежуточных подогревов и требуемая мощность оборудования.	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.8	Листоваяштамповка: основные операции и оборудование; построение технологического процесса.	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
2.9	Проектированиештамповок: расчет припусков и допусков; определение размеров плоской заготовки и	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	

	выбор оборудования для ее получения.												
2.10	Специальные виды ОМД. Раскатка колец, гибка труб, получение биметаллических изделий, вальцовка.	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
3	Изготовление отдельных видов заготовок и изделий для энергомашиностроения оборудования АЭС.	31	7	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Проектирование технологического процесса листовой штамповки. Определение размеров плоской заготовки для изготовления днищ с использованием ГОСТа 6533-78.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Проектирование технологического процесса при свободной ковке. Составление чертежа поковки с использованием ГОСТа 7062-79.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 4-17</p>
3.1	Исходные заготовки и форма изделий. Режимы нагрева крупных слитков. Пути интенсификации нагрева крупных слитков, уменьшение угара и снижения скорости охлаждения деформируемых заготовок.	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Получение обечаек для корпусов реакторов и парогенераторов. Проектирование поковки и расчет припусков и допусков. Определение массы и размеров исходных слитков. Расчет количества промежуточных подогревов и требуемой мощности оборудования.	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

	Особенности изготовления обечаек патрубковой зоны.												
3.3	Изготовление днищ и крышек. Получение крупногабаритных заготовок для изготовления цельноштампованных днищ. Проектирования штамповок и расчет припусков и допусков. Определение размеров плоской заготовки и выбор оборудования для ее получения. Расчет массы и размеров исходной заготовки. Особенности изготовления поковок типа валов и дисков турбин АЭС. Трубчатые заготовки и изделия из них. Получение изделий для активной зоны реактора.	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3.4	Техника безопасности и охрана труда в прокатных и кузнечнопрессовых цехах: снижение уровня шума; особенности высокотемпературной технологии; транспортные и	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

	монтажные операции.													
4	Пути совершенствования существующих технологий и оборудования с применением современных тенденций цифровизации.	31	7	-	6	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Создание цифрового двойника для условий производства обечайки теплового реактора методом горячейковки.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчет и моделирование деформации заготовки при горячейковки, пресование и штамповке в программе S-Form. Расчет и моделирование деформации заготовки при холодном волочении и в программе Deform.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 20-27</p>
4.1	Применение вычислительной техники для оптимизации технологии и экономии металла. Использование полых, удлиненных, лепестковых и высоконусных укороченных слитков для изготовления обечайек, днищ, валов и дисков. Повышение технологической пластичности.	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-		
4.2	Новые гидравлические прессы и прокатные станы для получения крупногабаритных заготовок. Российские и зарубежные изобретения для повышения эффективности технологических процессов ОМД.	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-		
4.3	Опыт применения и	13	3	-	2	-	-	-	-	-	8	-		

использования средств цифровизации в современной обрабатывающей промышленности при проектировании приборов и устройств для целей энергомашиностроения, с использованием математических моделей, сбора и анализа информации с распределенной системы датчиков на всей линии производства заготовки													
Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28.0</b>	-	<b>28.0</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>70</b>	<b>17.7</b>	
<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28.0</b>	-	<b>28.0</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>87.7</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Элементы теории обработки металлов давлением.

1.1. Значение обработки металлов давлением (ОМД) в развитии энергомашиностроения. Задачи ОМД в условиях рыночной экономики.

1.2. Различные способы образования формы тела и их связь с изменением массы в процессе формообразования.

1.3. Процессы ОМД – технические системы. Классификация стационарных процессов по признакам затрат энергии на формообразование.

1.4. Закон постоянства массы и условия постоянства объема при пластической деформации. Коэффициенты, характеризующие изменения размеров деформируемой заготовки (высоты-толщины, ширины и длины). Смещенный объем, удельный смещенный объем, удельный секундный смещенный объем. Скорости деформации и деформирования.

1.5. Виды деформации в зависимости от температуры. Влияние термомеханических условий на пластичность и сопротивление деформаций. Температурные условия формоизменения. Феноменологическая теория деформируемости без разрушения. Внешнее трение при ОМД. Влияние внешнего трения и формы инструмента на показатели процесса. Природа и виды пониженной пластичности и пути осуществления деформации материалов с пониженной пластичностью. Совместное влияние различных видов пониженной пластичности. Влияние среднего напряжения.

1.6. Силовое взаимодействие рабочего инструмента и деформируемого тела. Напряженно-деформированное состояние. Условие пластичности и его анализ.

### 2. Технология и оборудование различных процессов ОМД.

2.1. Технология и оборудование различных процессов ОМД. Прокатка металлов. Очаг деформации и его параметры. Условия захвата и установившегося процесса. Давление металла на валки, крутящий момент и работа прокатки. Продольная, поперечная и винтовая прокатка.

2.2. Прокатные профили и сортамент проката. Понятия о калибровке и профилировке валков. Основное оборудование прокатных цехов. Общие технологические схемы производства. Методика расчета режима обжатия при прокатке в прокатных цехах.

2.3. Производство горячекатаных листов: удаление окалины; формирование заданной ширины; распределение обжатий по клетям. Особенности получения холоднокатаных листов.

2.4. Производство горячедеформированных труб: получение полой гильзы, формирование толщины стенки и диаметра.

2.5. Производство холоднодеформированных труб для энергомашиностроения. Волочение и прессование: характеристика процессов и сортамент изделий; основное оборудование и технологические операции. Получение труб с использованием волочения.

2.6. Свободная ковка: основное оборудование; исходные материалы, применяемый инструмент; построение технологического процесса.

2.7. Проектирование поковок: припуски и допуски; масса и размеры исходных заготовок; количество промежуточных подогревов и требуемая мощность оборудования.

2.8. Листовая штамповка: основные операции и оборудование; построение технологического процесса.

2.9. Проектирование штамповок: расчет припусков и допусков; определение размеров плоской заготовки и выбор оборудования для ее получения.

2.10. Специальные виды ОМД. Раскатка колец, гибка труб, получение биметаллических изделий, вальцовка.

### 3. Изготовление отдельных видов заготовок и изделий для энергомашиностроения оборудования АЭС.

3.1. Исходные заготовки и форма изделий. Режимы нагрева крупных слитков. Пути интенсификации нагрева крупных слитков, уменьшение угара и снижения скорости охлаждения деформируемых заготовок.

3.2. Получение обечаек для корпусов реакторов и парогенераторов. Проектирование поковки и расчет припусков и допусков. Определение массы и размеров исходных слитков. Расчет количества промежуточных подогревов и требуемой мощности оборудования. Особенности изготовления обечаек патрубковой зоны.

3.3. Изготовление днищ и крышек. Получение крупногабаритных заготовок для изготовления цельноштампованных днищ. Проектирования штамповок и расчет припусков и допусков. Определение размеров плоской заготовки и выбор оборудования для ее получения. Расчет массы и размеров исходной заготовки. Особенности изготовления поковок типа валов



и дисков турбин АЭС. Трубчатые заготовки и изделия из них. Получение изделий для активной зоны реактора.

3.4. Техника безопасности и охрана труда в прокатных и кузнечнопрессовых цехах: снижение уровня шума; особенности высокотемпературной технологии; транспортные и монтажные операции.

#### 4. Пути совершенствования существующих технологий и оборудования с применением современных тенденций цифровизации.

4.1. Применение вычислительной техники для оптимизации технологии и экономии металла. Использование полых, удлиненных, лепестковых и высоконусных укороченных слитков для изготовления обечаек, днищ, валов и дисков. Повышение технологической пластичности.

4.2. Новые гидравлические прессы и прокатные станы для получения крупногабаритных заготовок. Российские и зарубежные изобретения для повышения эффективности технологических процессов ОМД.

4.3. Опыт применения и использования средств цифровизации в современной обрабатывающей промышленности при проектировании приборов и устройств для целей энергомашиностроения, с использованием математических моделей, сбора и анализа информации с распределенной системы датчиков на всей линии производства заготовки

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Закон сохранения массы и условия постоянства объема при ОМД. Коэффициенты деформации (обжатие, уширение, вытяжка).;
2. Коэффициенты деформации при прошивке заготовок и раскатке (волочении) труб. Коэффициенты вытяжки для особых случаев ОМД.;
3. Скорости деформирования и деформации.;
4. Условие пластичности. Частные случаи условия пластичности. Численное определение условий упругого и пластического состояния.;
5. Условия захвата и установившегося процесса при прокатке. Очаг деформации и его параметры. Соотношение между углом захвата, диаметром валков и обжатием.;
6. Давление металла на валки, крутящий момент и работа прокатки.;
7. Методика расчета режима обжатий при прокатке.;
8. Проектирование технологического процесса при свободной ковке. Составление чертежа поковки с использованием ГОСТа 7062-79.;
9. Проектирование технологического процесса листовой штамповки. Определение размеров плоской заготовки для изготовления днищ с использованием ГОСТа 6533-78.;
10. Расчет и моделирование деформации заготовки при горячей ковке, пресование и штамповке в программе S-Form.  
Расчет и моделирование деформации заготовки при холодном волочении и в программе Deform.;
11. Создание цифрового двойника для условий производства обечайки теплового

реактора методом горячейковки..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Объяснение первых четырех задач.
2. Объяснение задач 5, 6 и 7.
3. Объяснение задач 8 и 9
4. Объяснение задач 10 и 11

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основные методы обработки металлов давлением применяемые при получении производственного оборудования.	ИД-2ПК-1		+			Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 6
основные расчеты для выбора оптимальных режимов.	ИД-2ПК-1	+				Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 2 Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 3 Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 4 Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 1
ГОСТы и ТУ, применяемые при изготовлении конструкций и деталей машин в энергомашиностроении.	ИД-2ПК-1			+		Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 7
основные методы тенденции в современной промышленности по использованию при ОМД цифровых двойников материала заготовок и используемого оборудования, математического моделирования процессов, роботизации производства, системы сбора и анализа данных от централизованной системы датчиков на всей линии обработки заготовки.	ИД-2ПК-1				+	Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 8 Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 9

физические процессы, протекающие в конструкционных материалах при различных видах обработки.	ИД-3ПК-1	+				Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 5
технологии изготовления различных видов конструкций и узлов.	ИД-3ПК-1		+	+		Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 8
<b>Уметь:</b>						
целенаправленно применять базовые знания в области математических, естественных наук в профессиональной деятельности.	ИД-2ПК-1	+				Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 3 Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 4
обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.	ИД-2ПК-1		+	+		Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 7
выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	ИД-2ПК-1				+	Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 9
использовать и применять в технологических расчетах, программы математического моделирования.	ИД-2ПК-1				+	Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 8
применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ИД-3ПК-1		+			Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 5
осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию.	ИД-3ПК-1				+	Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 6
способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	ИД-3ПК-1	+	+			Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания 2

						Расчетно-графическая работа/Проверка расчётного задания 1
--	--	--	--	--	--	---

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **6 семестр**

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. Проверка расчётного задания 1 (Расчетно-графическая работа)
2. Проверка расчетного задания 2 (Расчетно-графическая работа)
3. Проверка расчетного задания 3 (Расчетно-графическая работа)
4. Проверка расчетного задания 4 (Расчетно-графическая работа)
5. Проверка расчетного задания 5 (Расчетно-графическая работа)
6. Проверка расчетного задания 6 (Расчетно-графическая работа)
7. Проверка расчетного задания 7 (Расчетно-графическая работа)
8. Проверка расчетного задания 8 (Расчетно-графическая работа)
9. Проверка расчетного задания 9 (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Оценка выставляется по рекомендациям системы БАРС, путем суммирования оценки за контрольные мероприятия в семестре, и затем учет оценки полученной студентом на зачете.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Голубчик, Р. М. Учебное пособие по курсу "Литье и обработка давлением" : Технологические расчеты в обработке металлов давлением / Р. М. Голубчик ; Ред. Н. А. Ольшанский . – М. : Изд-во МЭИ, 1984 . – 79 с. : 0.15 .;
2. Голубчик, Р. М. Учебное пособие по курсу "Обработка металлов давлением": Ч.1. Элементы теории обработки металлов давлением / Р. М. Голубчик ; Ред. Н. А. Ольшанский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1979 . – 62 с.;
3. Голубчик, Р. М. Обработка металлов давлением : методическое пособие по курсу "Технологические процессы в машиностроении" по направлению "Технологические машины и оборудование" / Р. М. Голубчик, Д. В. Меркулов, М. В. Чепурин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 48 с.;
4. Шестаков, Н. А. Моделирование процессов обработки металлов давлением в программном комплексе Forming : учебное пособие для вузов по направлению 150200 "Машиностроительные технологии и оборудование", специальности 150201 "Машины и технология обработки металлов давлением" / Н. А. Шестаков, А. В. Власов, Моск. гос. индустр. ун-т (МГИУ) . – 2-е изд., стереотип . – М. : Изд-во МГИУ, 2008 . – 104 с. - ISBN 978-5-2760-1451-7 .;
5. И. Л. Константинов, С. Б. Сидельников- "Основы технологических процессов обработки металлов давлением", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)",

Красноярск, 2015 - (488 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435694>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
9. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
10. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
11. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
	Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный,

		принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Х-202б, Кабинет сотрудников кафедры "Технологии металлов"	стол, шкаф, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Обработка металлов давлением

(название дисциплины)

#### 6 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Проверка расчётного задания 1 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Проверка расчетного задания 2 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Проверка расчетного задания 3 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Проверка расчетного задания 4 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Проверка расчетного задания 5 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Проверка расчетного задания 6 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Проверка расчетного задания 7 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-8 Проверка расчетного задания 8 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-9 Проверка расчетного задания 9 (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации** – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9
		Неделя КМ:	3	5	7	9	10	11	12	13	15
1	Элементы теории обработки металлов давлением.										
1.1	Значение обработки металлов давлением (ОМД) в развитии энергомашиностроения. Задачи ОМД в условиях рыночной экономики.		+	+							
1.2	Различные способы образования формы тела и их связь с изменением массы в процессе формообразования.		+	+	+	+					
1.3	Процессы ОМД – технические системы. Классификация стационарных процессов по признакам затрат энергии на формообразование.		+	+							
1.4	Закон постоянства массы и условия постоянства объема при пластической деформации. Коэффициенты, характеризующие				+	+					

	изменения размеров деформируемой заготовки (высоты-толщины, ширины и длины). Смещенный объем, удельный смещенный объем, удельный секундный смещенный объем. Скорости деформации и деформирования.									
1.5	Виды деформации в зависимости от температуры. Влияние термомеханических условий на пластичность и сопротивление деформаций. Температурные условия формоизменения. Феноменологическая теория деформируемости без разрушения. Внешнее трение при ОМД. Влияние внешнего трения и формы инструмента на показатели процесса. Природа и виды пониженной пластичности и пути осуществления деформации материалов с пониженной пластичностью. Совместное влияние различных видов пониженной пластичности. Влияние среднего напряжения.			+	+					
1.6	Силовое взаимодействие рабочего инструмента и деформируемого тела. Напряженно-деформированное состояние. Условие пластичности и его анализ.					+				
2	Технология и оборудование различных процессов ОМД.									
2.1	Технология и оборудование различных процессов ОМД. Прокатка металлов. Очаг деформации и его параметры. Условия захвата и установившегося процесса. Давление металла на валки, крутящий момент						+			

	и работа прокатки. Продольная, поперечная и винтовая прокатка.									
2.2	Прокатные профили и сортамент проката. Понятия о калибровке и профилировке валков. Основное оборудование прокатных цехов. Общие технологические схемы производства. Методика расчета режима обжатия при прокатке в прокатных цехах.	+	+							
2.3	Производство горячекатаных листов: удаление окалины; формирование заданной ширины; распределение обжатий по клетям. Особенности получения холоднокатаных листов.								+	
2.4	Производство горячедеформированных труб: получение полых гильз, формирование толщины стенки и диаметра.							+		
2.5	Производство холоднодеформированных труб для энергомашинотроения. Волочение и прессование: характеристика процессов и сортамент изделий; основное оборудование и технологические операции. Получение труб с использованием волочения.							+		
2.6	Свободная ковка: основное оборудование; исходные материалы, применяемый инструмент; построение технологического процесса.					+				
2.7	Проектирование поковок: припуски и допуски; масса и размеры исходных заготовок; количество промежуточных подогревов и требуемая мощность оборудования.					+				

2.8	Листовая штамповка: основные операции и оборудование; построение технологического процесса.						+				
2.9	Проектирование штамповок: расчет припусков и допусков; определение размеров плоской заготовки и выбор оборудования для ее получения.						+				
2.10	Специальные виды ОМД. Раскатка колец, гибка труб, получение биметаллических изделий, вальцовка.									+	
3	Изготовление отдельных видов заготовок и изделий для энергомашиностроения оборудования АЭС.										
3.1	Исходные заготовки и форма изделий. Режимы нагрева крупных слитков. Пути интенсификации нагрева крупных слитков, уменьшение угара и снижения скорости охлаждения деформируемых заготовок.									+	
3.2	Получение обечаек для корпусов реакторов и парогенераторов. Проектирование поковки и расчет припусков и допусков. Определение массы и размеров исходных слитков. Расчет количества промежуточных подогревов и требуемой мощности оборудования. Особенности изготовления обечаек патрубковой зоны.								+	+	
3.3	Изготовление днищ и крышек. Получение крупногабаритных заготовок для изготовления цельноштампованных днищ. Проектирования штамповок и расчет припусков и допусков. Определение размеров плоской заготовки и выбор								+		

	оборудования для ее получения. Расчет массы и размеров исходной заготовки. Особенности изготовления поковок типа валов и дисков турбин АЭС. Трубчатые заготовки и изделия из них. Получение изделий для активной зоны реактора.									
3.4	Техника безопасности и охрана труда в прокатных и кузнечнопрессовых цехах: снижение уровня шума; особенности высокотемпературной технологии; транспортные и монтажные операции.							+		
4	Пути совершенствования существующих технологий и оборудования с применением современных тенденций цифровизации.									
4.1	Применение вычислительной техники для оптимизации технологии и экономии металла. Использование полых, удлиненных, лепестковых и высоконусных укороченных слитков для изготовления обечаек, днищ, валов и дисков. Повышение технологической пластичности.								+	+
4.2	Новые гидравлические прессы и прокатные станы для получения крупногабаритных заготовок. Российские и зарубежные изобретения для повышения эффективности технологических процессов ОМД.							+		
4.3	Опыт применения и использования средств цифровизации в современной обрабатывающей								+	+

	промышленности при проектировании приборов и устройств для целей энергомашиностроения, с использованием математических моделей, сбора и анализа информации с распределенной системы датчиков на всей линии производства заготовки									
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	15	15	10