Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.10.2023 10:53:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
_____ /Е.В. Сафонов/

«16» февраля 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексные технологии обработки металлов давлением

Направление подготовки/специальность
15.03.01 Машиностроение

Профиль/специализация
Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Заочная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Проф., к.т.н. /Н. Ф. Шпунькин/

Проф., д.т.н. /Ю.Г. Калпин/

Доцент, к.т.н. / Е.В. Крутина/

Проф., д.т.н. /Ю.К. Филиппов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «ОМДиАТ»,
к.т.н., доцент /Д.А. Гневашев/

Заведующий кафедрой «ТиОМ»,
к.т.н., доцент /А.Н. Васильев/

Содержание

..... 3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целями освоения дисциплины «Комплексные технологии ОМД» является:
– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной. характеристикой бакалавра по направлению, формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению;
– изучение теоретических и практических основ процессов листовой штамповки, позволяющих выполнить рациональное построение технологий с использованием необходимых видов оборудования и оснастки;
– освоение основных методик расчета деформационных и силовых показателей операций прокатки с использованием современных программных средств моделирования;
– формирование умения практического применения теории обработки металлов давлением к реальным процессам прокатки, листовой штамповки и горячей объемной штамповки;
– освоение методик расчета деформационных и энергосиловых характеристик операций объемной штамповки;
– изучение основ проектирования технологических процессов и штампов.

Изучение курса «Комплексные технологии ОМД» способствует расширению научного кругозора и решает задачу получения того минимума фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать навыками применения полученных знаний для решения практических задач.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	ИПК 1.1 Выбор метода изготовления исходных заготовок для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК 1.2 Выбор средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК 1.3 Выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК 1.4 Основные критерии качественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий серийного (массового) производства

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Комплексные технологии ОМД» логически и содержательно взаимосвязана со следующими дисциплинами ОП:

– Теоретическая механика;
– Сопротивление материалов;
– Основы математического моделирования в машиностроении;

– Материаловедение;
– Основы технологии машиностроения;
В дисциплинах по выбору:
– Технологический инжиниринг с применением CAE-систем;
– Компьютерный инжиниринг ОМД.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(е) единиц(ы) (288 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения – не предусмотрена

3.1.2. Очно-заочная форма обучения – не предусмотрена

3.1.3. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры					
			5	6	7	8	9	10
1	**Аудиторные занятия**	**58**	8	8	10	10	12	10
	В том числе:							
1.1	Лекции	24	4	2	4	4	6	4
1.2	Семинарские/практические занятия							
1.3	Лабораторные занятия	34	4	6	6	6	6	6
2	**Самостоятельная работа**	**230**	28	28	26	62	60	26
	В том числе:							
2.1	Самостоятельная работа студента	230	28	28	26	62	60	26
3	**Промежуточная аттестация**							
	Зачет/диф.зачет/экзамен		з	з	э	з	э	э
	Итого	**288**	36	36	36	72	72	36

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения не предусмотрена
3.2.2. Очно-заочная форма обучения не предусмотрена
3.2.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел «Теория обработки материалов давлением»	8	4		4		28
2	Раздел «Основы процессов ОМД»	8	2		6		28

3	Раздел «Технология ковки»	10	4		6		26
4	Раздел «Технология листовой штамповки»	10	4		6		62
5	Раздел «Штамповая оснастка»	12	6		6		60
6	Раздел «Технологические машины и оборудование для изготовления деталей ОМД»	10	4		6		26
Итого		**58**	**24**		**34**		**230**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел «Теория обработки материалов давлением»

1. Физические основы пластической деформации. Строение металлов. Тела кристаллические и аморфные. Типы кристаллических решеток. Монокристалл и поликристалл. Взаимодействие дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. Механизмы размножения дислокаций. Упрочнение. Явления, возврат, рекристаллизация, собирательная рекристаллизация. Диаграмма рекристаллизации.

2. Динамическая рекристаллизация и сопротивление деформации металлов при повышенной температуре. Влияние горячей деформации на свойства металла. Напряжения. Напряжение на площадке. Напряженное состояние в точке. Главные напряжения.

3. Деформации. Деформации линейные, угловые и объемные. Деформации в точке. Тензор деформаций. Главные деформации. Условие постоянства объема. Связь между перемещениями и деформациями (малые деформации). Скорости деформации. Плоское деформированное состояние. Условие пластичности и связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации. Условие пластичности по Сен-Венану и Мизесу. Анизотропия. Гипотеза единой кривой. Кривые упрочнения.

4. Пластичность при холодной деформации. Зависимость пластичности от показателей напряженного состояния. Диаграмма пластичности. Методы построения диаграммы пластичности. Критерии разрушения: силовые, деформационные, энергетические, комбинированные. Пластичность при горячей деформации. Пластичность при неоднородной деформации. Экспериментальные методы исследования пластической деформации.

Раздел «Основы процессов ОМД»

1. Физико-химические процессы, происходящие с металлом при нагреве и охлаждении. Теплопроводность. Виды нагрева. Нагрев в пламенных печах. Электрические виды нагрева.

2. Сортамент продукции. Технологичность ковки и штампуемость металла. Технологии производства блюмов и сортового проката.

3. Технологии и оборудование для прокатки полос и листов. Тонколистовая и толстолистовая сталь. Особенности оборудования. Производство труб.

4. Технологии волочения. Подготовка заготовок. Станы однократного и многократного волочения. Технологии прессования. Прямое и обратное прессование

Раздел «Технология ковки»

1. Анализ технологических процессов горячей объемной штамповки. Виды технологических операций. Выбор штамповочных и заготовительных операций для поковок: с удлиненной осью; круглых и близких к ним в плане. Ковка крупных слитков. Объемная штамповка осесимметричных поковок. Штамповка открытых и закрытых штампах.

2. Конструирование поковок. Назначение припусков, допусков, кузнечных напусков, радиусов закруглений. Составление чертежа поковки.

Раздел «Технология листовой штамповки»

1. Классификация операций листовой штамповки. Материалы для листовой штамповки. Виды потери устойчивости листовых материалов при штамповке. Разделительные

операции. Отрезка листового металла на ножницах с параллельными и наклонными ножами, вырубка, пробивка. Оптимизация раскроя.

2. Формоизменяющие операции. Гибка. Типовые формы деталей при гибке. Последовательность процессов одноугловой, двухугловой и многоугловой гибки и напряженно-деформированное состояние. Определение размеров заготовки при гибке. Определение силы гибки с учетом правки. Пружинение при гибке и способы его устранения. Особенности гибки труб и профилей

3. Вытяжка. Анализ напряженно-деформированного состояния при первой операции вытяжки – свёртке плоской заготовки. Коэффициент вытяжки и его зависимость от различных параметров. Определение силы вытяжки и силы прижима. Геометрия рабочих частей штампа. Методы расчета заготовок при вытяжке. Вытяжка с утонением и без. Вытяжка ступенчатых деталей. Отбортовка. Штамповка в многопозиционных штампах.

Раздел «Штамповая оснастка»

1. Классификация штампов. Материалы, используемые для инструментальной оснастки в прокатном производстве. Штампы для разделительных операций.

2. Штампы для горячей объемной и холодной штамповки. ГОСТы. Применяемые материалы. Особенности расчета. Износостойкость. Переналадка.

3. Штампы для листовой и кузовной штамповки. Штампы простого, последовательного и совмещенного действия ГОСТы. Основные узлы и принципы расчетов.

Раздел «Технологические машины и оборудование для изготовления деталей ОМД»

1. Классификация оборудования. Станы. Раскатные машины. Кривошипные прессы. Гидравлические прессы. Молоты. ГКМ. Прессы с сервоприводом. Прессы-автоматы.

2. Оборудование для горячей объемной штамповки и холодной объемной штамповки.

3. Универсальные прессы для листовой штамповки. Многопозиционные прессы.

3.4 Тематика семинарских/практическихи лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия не предусмотрены

3.4.2. Лабораторные занятия

Раздел «Теория обработки металлов давлением»

Построение кривой упрочнения растяжением стандартного цилиндрического образца.

Построение кривой упрочнения сжатием стандартного цилиндрического образца.

Раздел «Основы процессов ОМД»

Очаг деформации и коэффициенты деформации при продольной прокатке.

Уширение металла при прокатке.

Влияние технологической смазки на энергосиловые и деформационные показатели при прокатке.

Раздел «Листовая штамповка»

Изучение пружинения листовых деталей при одноугловой гибке.

Изучение операций вытяжки.

Раздел «Технология ковки и объемной штамповки»

Исследование процесса формоизменения металла в подкладных кольцах. Исследование процесса высадки поковок.

Раздел «Штамповая оснастка»

Изучение конструкции штампа для пробивки.

Изучение конструкции штампа для листовой штамповки.

Изучение конструкции штампа для горячей объемной штамповки.

Раздел «Технологические машины и оборудование для ОМД»

Волочение проволоки и труб на волочильном агрегате цепного типа

Расчет конструктивных параметров технологической машины

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Разработка процесса горячей объемной штамповки детали «Болт специальный».
2. Процесс молотовой открытой штамповки детали «Вал»
3. Разработка процесса штамповки на горизонтально-ковочной машине детали «Клапан».
4. Разработка процесса горячей объемной штамповки детали «Поршень» с применением гидравлического пресса.
5. Разработка процесса горячей объемной штамповки детали «Звено» с применением КГШП.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. Т.4. Листовая штамповка. / А.Ю. Аверкиев, С.И. Вдовин, Н.Ф. Шпунькин и др. Под ред. С.С. Яковлева – М.: Машиностроение, 2010.
2. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. Т.3. Холодная объемная штамповка. / И. К. Букин-Батырев, Ю.К. Филиппов и др. Под ред. Е.И. Семенова – М.: Машиностроение, 2010.
3. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
4. Шпунькин Н.Ф., Типалин С.А. Основы расчета параметров штамповки листовых деталей и оценка их технологичности. Учебное пособие. – М.: Университет машиностроения, 2016.
5. Калпин Ю.Г., Крутина Е.В. Теория обработки металлов давлением. Учебное пособие. – М.: Издательство Московского Политеха, 2019.
6. Петров А.Н., Петров П.А., Петров М.А. Штампы, износ и смазочные материалы. Учебное пособие. – Москва: Московский Политех, 2017.
7. Шаталов Р.Л. Алгоритмы расчета и проектирования оборудования прокатных производств Учебное пособие. – Москва: Московский Политех, 2019.
8. Шаталов Р.Л. Проектирование параметров процессов листовой прокатки. Учебное пособие. – Москва: Московский Политех, 2018.
9. Семенов Е.И. Технология и оборудование ковки и горячей штамповки. – М.: Машиностроение, 1999. – 384 с.
10. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. Т.1: Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка. / Аверкиев А.Ю., Бережковский Д.И., Богданов Э.Ф. и др.; под ред. Е.Н. Семенова - М.: Машиностроение, 2010
11. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. Т.2: Горячая объемная штамповка. / Атрошенко А.П., Белокуров О.А., Гарибов Г.С. и др.; под ред. Е.Н. Семенова - М.: Машиностроение, 2010

12. Расчет и проектирование технологических процессов объемной штамповки на прессах: учеб. пособие для вузов. / Субич В.Н., Шестаков Н.А., Демин В.А. и др. - М.: МГИУ, 2003

4.3 Дополнительная литература

1. Шпунькин Н.Ф., Крутина Е.В., Соболев Я.А. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу “Технология листовой штамповки” - М.:Университет машиностроения, 2013.

2. Ковалев В.Г., Ковалев В.С.. Технология листовой штамповки. Технологическое обеспечение точности и стойкости. Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2013.

3. Шпунькин Н.Ф., Типалин С.А. и др. Типовая пояснительная записка к курсовому проекту по технологии листовой штамповки. М., МГТУ «МАМИ», 2008.

4. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е издание. Л.: Машиностроение, 1979.

5. Шпунькин Н.Ф., Типалин С.А.. Технологичность штампованных листовых деталей. Учебное пособие. – М.: Университет машиностроения, 2015.

6. Шпунькин Н. Ф. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология листовой штамповки» для студентов направления 15.03.01 – «Машиностроение». – М.: Издательство Московского Политеха, 2017.

7. Молотников, В.Я. Теория упругости и пластичности. [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 532 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/94741 — Загл. с экрана.

8. Теория и технология прокатки: лабораторный практикум в 2 частях. Часть 1: Продольная прокатка полос/ сост.: Шаталов Р.Л., Фролов А.А. – Москва: Московский Политех, 2022.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=11205

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «Библиотека. Электронные ресурсы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

2. «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs

5. Материально-техническое обеспечение

Специализированные аудитории кафедры «ОМДиАТ» (ав2509, ав2508) и межкафедральная лаборатория «САПР-ТП» оснащены компьютерным и проекционным оборудованием, современным специализированным программным обеспечением. Лаборатории кафедры «ОМДиАТ» (А-ОМД, ав2102) оснащены штамповочным, заготовительным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, стендами и наглядными пособиями. Их

применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить практические занятия, а также заниматься с участием студентов исследованиями технологических свойств (штампуемость, сопротивление деформации) металлов, исследованием методов обработки давлением, опытно-конструкторскими работами, прививая обучающимся навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности и профессиональной деятельности.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

При подготовке дисциплины «Проектирование машиностроительных производств» преподаватели должны пользоваться материалами, приведенными в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» данной рабочей программы. Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения: учебники, информационные ресурсы Интернета; справочные материалы и нормативно-техническая документация; методические указания для выполнения практических работ.

На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД). Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД;
- рекомендует студентам учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины – основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней;
- доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента: развитие навыков самостоятельной учебной работы; освоение содержания дисциплины; углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины; использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы: самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; подготовка к лекционным и практическим занятиям; подготовка к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

6.2.4. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки преподавание дисциплины проводится в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля: контроль текущей успеваемости (текущий контроль); промежуточная аттестация.

Результаты обучения (успеваемости) контролируются и оцениваются с помощью тематических заданий (практические работы), контрольных работ, итоговой аттестации (зачет, экзамен).

Перечень оценочных средств по дисциплине «Комплексные технологии в ОМД»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (З-зачет Э -экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень контрольных вопросов к зачету и экзамену
2	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения	Перечень лабораторных

		анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	работ и их оснащение
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
4	Реферат (Р)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде реферата или презентации	Темы рефератов
5	Курсовой проект	Освоение теоретических навыков расчета построения поковки машиностроительной (метизной) детали методом горячей объемной штамповки на молоте (защита курсового проекта осуществляется индивидуально с каждым студентом на основе предоставленного расчета)	Задание на курсовой проект.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Требования к зачетам и экзаменам определены в соответствии с положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Для допуска к промежуточной аттестации необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по лабораторным работам и реферат на 7 семестре. Качество выполненных заданий оценивается рейтинговыми баллами, которые учитываются при выставлении итоговой оценки. При промежуточной аттестации применяются следующие шкалы оценивания результатов.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится в 5, 6 и 8 семестрах по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Комплексные технологии ОМД» проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине «Комплексные технологии ОМД» методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки,

	неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится в 7, 9 и 10 семестрах по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетворительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Критерии оценки курсового проекта

Студентами составляется отчет по расчетно-графической работе, в котором должны быть отражены:

1. Титульный лист
2. Цели и задачи работы
3. Технология часть КП
4. Вывод работы

КП выполняется после изучения основного теоретического курса и включает в себя разработку технологического процесса изготовления конкретной поковки, выбор штамповочного оборудования. Объем расчетно-пояснительной записка 10-12 страниц печатного текста А4 и 1-2 листа с чертежами формата А1.

Каждый студент выполняет индивидуальное расчетно-графическое задание по разработке технологического процесса ковки детали с заданными размерами. Данное расчетно-графическое задание выполняется на основании изучения дисциплины.

Цель задания более углубленная проработка разделов лекционного курса, освоение методики проектирования технологического процесса ковки.

Порядок выполнения задания:

а) Составить чертеж поковки;
б) Определить массу и размеры заготовки;
в) Выбрать заготовку и рассчитать баланс металла;
г) Определить величину оптимального укова;
д) Подобрать необходимое кузнечное оборудование;
е) Назначить температурный интервал ковки и режимы нагрева слитка;
ж) Выбрать технологические операции и установить их последовательность;
з) Уточнить баланс металла;
и) Определить коэффициент точности заготовки и коэффициент расхода металла.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования, предусмотренные учебной программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все требования, предусмотренные учебной программой. Студент демонстрирует неполное, правильное

	соответствие знаний, умений, навыков, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все требования, предусмотренные учебной программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность знаний.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более требования, предусмотренные учебной программой. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по разделу «Теория обработки металлов давлением»

1. Тензор напряжений. Главные напряжения.
2. Инварианты тензора напряжений. Физический смысл инвариантов напряжений.
3. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
4. Инварианты девиатора напряжений, их физический смысл.
5. Интенсивность напряжений. Векторное представление процесса нагружения в точке деформируемого тела. Понятие о простом и сложном нагружении.
6. Частные случаи напряженного состояния. Осесимметричное напряженное состояние.
7. Компоненты перемещений и деформаций в теории малых деформаций. Шаровой тензор и девиатор деформаций.
8. Инварианты девиатора деформаций. Их физический смысл и геометрическое отображение
9. Вектор деформаций. Векторное представление процесса деформирования.
10. Тензорная система обозначений в теории деформаций и скоростей деформаций
11. Уравнения связи между напряженным и деформированным состоянием для упругой среды.
12. Физические уравнения связи. Гипотеза "единой" кривой. Критерий перехода материала из упругого состояния в пластическое - условия пластичности (текучести).
13. Условие пластичности Мизеса.
14. Частные случаи выражения условий пластичности. Линеаризация условия пластичности Мизеса.
15. Условие пластичности Мизеса и его линеаризация.
16. Условия пластичности Сен-Венана-Треска. Геометрическая интерпретация условий пластичности Мизеса и Треска-Сен-Венана.
17. Работа и мощность деформации для разрывных полей перемещений частиц металла в очаге деформации. Уравнение баланса работ. Влияние температуры и скорости деформации на свойства металлов. Кривые упрочнения.

18. Понятие о холодной, неполной холодной, неполной горячей, горячей, а также их практических аналогов: "теплой", "полугорячей" деформациях в зависимости от термомеханических режимов обработки.

19. Реологические модели и аппроксимация кривых упрочнения.

20. Способы интенсификации процессов листовой штамповки (совмещение операций; дополнительное силовое воздействие на заготовку; создание неоднородного температурного поля в очаге пластической деформации и в зоне передачи силы, схемы операций.

21. Теория малых упруго-пластических деформаций. Ее сущность и области применения.

22. Формоизменяющие операции листовой штамповки: отбортовка, обжим, раздача, рельефная формовка.

23. Определение; схемы процессов; напряженно - деформированное состояние заготовки в очаге пластической деформации; причины и виды потери устойчивости заготовки.

24. Существо инженерного метода решения задач ОМД. Уравнение баланса работ для очагов деформации с непрерывным и разрывным полями перемещений.

25. Определение работ активных (деформирующих) сил, работы внутренних сил, работы сил трения, работы сил среза.

26. Законы трения, используемые при решении задач ОМД.

27. Интенсивность напряжений: напряжение текучести; изменение его при холодной и горячей пластической деформации (кривые упрочнения). Условие пластичности; определение напряжения текучести.

28. Напряженное состояние в точке и в объеме заготовки: описание его с помощью тензора. Уравнения равновесия, условия на контуре. Инвариантные характеристики, количественно описывающие величину и вид напряженного состояния в точке.

29. Физические уравнения связи между напряжениями и деформациями для различных реологических сред (идеально-упругой; идеально пластической, жесткопластической с упрочнением.

30. Статическая и кинематическая теоремы теории пластичности. Их использование для нижних и верхних оценок усилий деформирования при ОМД.

31. Схемы основных операций листовой штамповки: вытяжка первый переход, вытяжка второй и последующий переходы, гибка моментом, гибка в штампах, раздача, отбортовка, формовка, обжим. Показать очаг пластической деформации, записать условие пластичности и уравнение равновесия для операций вытяжки и отбортовки.

33. Форма очага деформации, уравнения равновесия и условия пластичности для операций формовки, обжима. Существо методов решения задач при "интегральном" подходе: верхних оценок, метода баланса работ.

35. Виды потери устойчивости листовых заготовок при штамповке и способы их предотвращения. Граничные условия в теории ОМД: в перемещениях ("кинематические"), в напряжениях ("статические") и смешанные. Примеры формулировок.

36.Диаграммы пластичности металлов и методика экспериментальных исследований пластических свойств.

37. Аппроксимация диаграмм пластичности.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации к разделу «Основы процессов ОМД. Физико-химические процессы при нагреве. Прокатка»

1. Температурный интервал ковки и штамповки.

2. Явления, происходящие в металле при нагреве и охлаждении поковок. Расчет продолжительности нагрева заготовок.
3. Классификация способов нагрева.
4. Физические основы индукционного нагрева. Устройство индукционной установки. Виды индукторов.
5. Нагрев металла в электрических печах.
6. Сущность процесса горения. Теплопередача в печах. Обслуживание и ремонт печей.
7. Основное уравнение кинетической теории газов.
8. Гипотеза Больцмана о распределении средней энергии по степеням свободы.
9. Уравнение состояния идеального газа. Явления на границах Ван-дер-Ваальса
10. Термодинамическое равновесие по Максвеллу
11. Закон Больцмана. Переход из неравновесного состояния в равновесное. Формула Больцмана.
12. Термодинамический потенциал. Внутренняя энергии. Внешняя энергия (свободная).
13. Свободные электроны в металле. Теплоемкость твердых тел
14. Колебательная энергия кристаллической решетки. Фазовые переходы. Метастабильные состояния
15. Роль обжимных станов (блюмингов и слябингов) в современном прокатном цехе. Их сортамент и исходные материалы.
16. Какие виды дефектов получаются при прокатке полупродукта? Методы их устранения и предупреждения.
17. Приведите сравнение процесса производства, свойств и качества непрерывнолитого и катаного полупродукта.
18. Рассмотрите технологический процесс производства на заготовочных станах.
19. Охарактеризуйте основные технологические операции, методы испытания и контроль качества при прокатке рельсов и балок.
20. Какие профили относятся к среднесортным, а какие к мелкосортным,
21. Рассмотрите технологический процесс прокатки сортовой стали.
22. Приведите описание дефектов сортового проката, меры их предупреждения и устранения.
23. Какие исходные материалы используют при производстве листовой стали?
24. Что такое толстолистовая и тонколистовая сталь? Какие операции входят в технологический процесс производства толстолистовой стали?
25. Какие операции входят в технологический процесс производства горячекатаной листовой стали ?
26. Каким образом на станах можно изменить температуру конца прокатки и равномерность распределения температур по длине полосы?.
27. Какие операции входят в технологический процесс производства холоднокатаной листовой стали?
28. Принципы построения режимов обжатий на станах для горячей и холодной прокатки листовой стали.
29. Какие технологические операции реализуются в совмещенных литейно-прокатных агрегатах при производстве горячекатаных полос?
30. Какую роль играет натяжение при горячей и холодной прокатке листовой стали? Какое соотношение между натяжением и пределом текучести материала?
31. Роль технологической смазки при горячей и холодной прокатке.
32. Какие модели применяют при расчете показателей горячей и холодной прокатке листовой стали и цветных металлов и сплавов?
33. Какие виды дефектов встречаются при производстве листовой стали?

34. Какие технологические параметры прокатки влияют на точность, форму и качество поверхности листового проката?
35. Проанализируйте сортамент труб. Основные операции и технологического процесса и состав оборудования производства бесшовных труб.
36. Основные операции технологического процесса производства холоднодеформированных труб.
37. Особенности технологии качества готовых бесшовных труб на агрегатах различного типа.
38. Как разрабатывается и какой состав таблицы прокатки?
39. Преимущества и недостатки применения различных видов сварки при производстве труб.
40. Технологические факторы, влияющие на характеристики сварного шва и околошовной зоны.
41. Операции подготовки к холодному деформированию трубных заготовок.
42. Взаимосвязь технологических параметров, свойств материалов и качества при холодной прокатке труб.
43. Особенности деформирующего инструмента для прокатки труб.
44. Какие операции входят в общую структуру технологического процесса волочения?
45. Какие методы используют при расчетах напряжений и сил волочения на волочильных станах однократного и многократного волочения?
46. Особенности построения маршрутов волочения при волочении полых и фасонных профилей.
47. Какие мероприятия используют для снижения усилий волочения?
48. Что такое коэффициент запаса и от каких факторов он зависит?
49. Какие дефекты могут возникнуть на изделиях, прошедших операции волочения при неоптимальных условиях?
50. В сочетании с какими технологическими процессами используют волочение на машиностроительных заводах?

Темы рефератов к разделу «Технология ковки и объемной штамповки»

1. Способы уменьшения деформирующей силы в разделительных операциях.
2. Определение оптимального раскроя исходного материала.
3. Напряженно-деформированное состояние в операциях выдавливания.
4. Напряженно-деформированное состояние в операциях волочения.
5. Штамповка на горячештамповочных автоматах.
6. Вытяжка сплошных цилиндрических деталей.
7. Вытяжка полых деталей.
8. Элементарная расчетная заготовка.
9. Сложная расчетная заготовка.
10. Раскатка поковок.
11. Раздача, обжим.
12. Продольная вальцовка исходных заготовок.
13. Поперечно-клиновая вальцовка исходных заготовок.
14. Изготовление шестерен с зубьями.
15. Правка и калибровка.
16. Штамповка поковок клапанов.
17. Изотермическая штамповка.
18. Штампы последовательного и совмещенного действия.
19. Штампы с малогабаритным рабочим инструментом.

Контрольные вопросы для промежуточной и итоговой аттестации к разделу «Технология ковки и объемной штамповки»

1. Стали для объемной штамповки.
2. Цветные металлы и сплавы для объемной штамповки.
3. Механические испытания исходных металлов. Отличие технологических испытаний от механических.
4. Оценка качества исходных заготовок под штамповку.
5. Разделительные операции. Резка труб и профилей. Пробивка отверстий, удаление облоя, прошивка отверстий
6. Формообразующие операции ХОШ осадка, высадка, выдавливание
7. Особенности штамповки поковок в открытых и закрытых штампах.
8. Основные показатели, характеризующие сортамент сортового проката.
9. Понятие коэффициента использования металла.
10. Показатели, определяемые при испытании цилиндрических образцов на одноосное растяжение.
11. Построение кривой упрочнения по результатам испытания цилиндрического образца на одноосное растяжение.
12. Определение операции отрезки.
13. Назначение величины припусков при проектировании поковок.
14. Назначение величины допусков при проектировании поковок.
15. Назначение величины штамповочных уклонов при проектировании поковок.
16. Назначение величины напусков при проектировании поковок.
17. Назначение величины радиусов при проектировании поковок.
18. Назначение величины перемычек под пробивку при проектировании поковок.
19. Основные и дополнительные припуски при проектировании поковок.
20. Особенности штамповки поковок на молоте.
21. Особенности штамповки поковок на горячештамповочном прессе (КГШП).
22. Особенности штамповки поковок на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).
23. Особенности штамповки поковок на горячештамповочном автомате.
24. Выбор операций штамповки для поковок с удлиненной осью на молоте.
25. Выбор операций штамповки для поковок с удлиненной осью на прессе.
26. Выбор операций штамповки для поковок типа крестовин.
27. Выбор операций штамповки для поковок типа тройников.
28. Выбор операций штамповки для поковок круглых в плане.
29. Расчет величины облоя.
30. Облойные канавки и их особенности.
31. Расчетная заготовка.
32. Эпюра сечений.
33. Коэффициент подкатки.
34. Вальцовка исходных заготовок.
35. Виды брака, которые могут возникать при штамповке.
36. Назначение операции калибровки.
37. Сущность операции правки.
38. Стали, используемые для изготовления рабочих частей (пуансонов и матриц) штампов для формоизменяющих операций.
39. Штамповка деталей в штампах совмещенного действия.
40. Штамповка деталей в штампах последовательного действия.

Контрольные вопросы для промежуточной и итоговой аттестации к разделу «Технология листовой штамповки»

1. Основные показатели, характеризующие сортамент листового металла.

2. Понятие коэффициента использования металла.
3. Отличие технологических испытаний от механических.
4. Сущность испытания листового металла по методу Эриксена.
5. Показатели, определяемые при испытании листового образца на одноосное растяжение.
6. Операции листовой штамповки, при которых происходит разделение материала.
7. Операции листовой штамповки, при которых происходит изменение формы заготовки.
8. Параметры, входящие в обозначение низкоуглеродистой листовой стали.
9. Построение кривой упрочнения по результатам испытания листового образца на одноосное растяжение.
10. Параметры, влияющие на величину зазора между пуансоном и матрицей при вырубке.
11. Определение операции отрезки.
12. Способы снижения технологической силы при проведении разделительных операций.
13. Определение операции вырубки.
14. Параметры, от которых зависит сила вырубки.
15. Определение операции пробивки.
16. Причины образования заусенцев на вырубаемой детали.
17. Стадии разделения листового металла при отрезке.
18. Схема операции и оборудование, применяемое при продольной резке рулонного материала.
19. Сущность процесса чистовой вырубки.
20. Характеристика типов раскроя листового материала.
21. Определение операции зачистки.
22. Операции, применяемые для разделения неметаллических листовых материалов.
23. Стали, используемые для изготовления рабочих частей (пуансонов и матриц) штампов для разделительных операций.
24. Основные стадии гибки листового материала.
25. Нейтральный слой при гибке.
26. Последовательность определения длины заготовки при гибке.
27. Причины появления упругих деформаций (пружинения) при гибке.
28. Способы уменьшения пружинения.
29. Причины возникновения складок при вытяжке.
30. Последовательность определения размеров заготовки для вытяжки осесимметричной детали.
31. Причины возникновения фестонов при вытяжке.
32. Изменение толщины листового металла при вытяжке осесимметричной детали.
33. Определение количества переходов при вытяжке цилиндрических деталей.
34. Влияние анизотропии листового металла на качество деталей, получаемых вытяжкой.
35. Назначение прижима при вытяжке.
36. Особенности многопереходной вытяжки деталей в ленте.
37. Особенности вытяжки конических деталей.
38. Особенности вытяжки полусферических деталей.
39. Последовательность определения размеров заготовки для получения деталей вытяжкой с утонением.

40. Назначение операции обрезки в технологическом процессе листовой штамповки.
41. Виды брака, которые могут возникать при раздаче.
42. Назначение операции калибровки.
43. Виды брака, которые могут возникать при обжиме.
44. Предельная высота борта, которую можно получить при отбортовке.
45. Сущность операции правки.
46. Стали, используемые для изготовления рабочих частей (пуансонов и матриц) штампов для формоизменяющих операций.
47. Преимущества и недостатки штамповки эластичной средой.
48. Штамповка листовых деталей в штампах совмещенного действия.
49. Штамповка листовых деталей в штампах последовательного действия.
50. Определение центра давления штампа.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации к разделу «Технологические машины и оборудование»

1. Прессы. Классификация по принципу действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с молотами и статами.
2. Молоты. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с прессами и импульсными установками.
3. Классификация кузнечно-прессовых машин по принципу действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения.
4. Общие понятия о кривошипных прессах. Основные и вспомогательные устройства (частные и общие). Ведущие и ведомые массы.
5. Листоштамповочные прессы для глубокой вытяжки простого и двойного действия. Классификация. Конструкция. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Графики движения ползунов и номинальные силы ГИМ и ДИМ. Области применения.
6. Автоматы для штамповки в ленте. Классификация. Конструкция.
7. Многопозиционные листоштамповочные автоматы. Преимущества и недостатки по сравнению с автоматами для штамповки в ленте. Области применения.
8. Статы. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с прессами и импульсными установками.
9. Импульсные установки. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с молотами и статами.
10. Кривошипные прессы и автоматы для горячей объемной штамповки. Классификация. Конструкция. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Графики движения ползунов и номинальные силы главных исполнительных механизмов и дополнительных исполнительных механизмов.
11. Универсальные КГШП простого действия. Диапазон номинальных усилий. Область применения. Технологические особенности по сравнению с паровоздушными штамповочными молотами двойного действия. Конструктивные особенности по сравнению с универсальными листоштамповочными закрытыми однокривошипными вертикальными прессами.
12. Конструкции универсальных и сверх тяжелых КГШП простого действия. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Область применения.
13. Классификация КГШП. Конструктивные особенности и области применения многопозиционных КГШП, КГШП для холодного выдавливания, КГШП двойного действия. Графики движения ползунов и номинальные силы КГШП двойного действия.
14. Конструктивные разновидности и области применения автоматов для горячей объемной штамповки.

15. Машины для штамповки с кручением: общий принцип действия, схемы, преимущества и недостатки.

16. Кривошипные штамповочные машины двойного действия. Структурные схемы. Конструктивные и технологические особенности. Назначение (области применения). Графики движения и номинальные силы ползунов ГИМ и ДИМ. Набор и особенности конструкций ЧВУ прессов двойного действия различного назначения.

17. Классификация кривошипных прессов и автоматов для ХОШ. Структурные схемы, устройство и области применения чеканочных прессов и прессов для холодного выдавливания.

18. Классификация, устройство и области применения кривошипных прессов и автоматов для гибки. Понятие о гибочных автоматах с шестерней.

19. Теорема связи кинематических и силовых параметров идеальных ИМ. Ее следствия.

20. Кузнечно-прессовые машины непрерывного и квазинепрерывного действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения.