



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
 Могильная Е.П.
« 18 » 04 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки «Информационные технологии обработки металлов
давлением» .

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Порошковая металлургия» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – __ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Порошковая металлургия» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель Бажаева Г.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки
«11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  А.А. Стоянов

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № __

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики
«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики

 С.Н. Ясуник

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины «Порошковая металлургия» является изучение методов и способов производства металлических порошков и изготовления из них деталей общетехнического и специального назначения. Ознакомление с машинами, оборудованием и материалами, которые используются в порошковой металлургии.

Задачами изучения дисциплины «Порошковая металлургия» являются получение знаний о методах расчета технологических процессов и конструирования инструмента для изготовления деталей методами порошковой металлургии; о последних научных достижениях и разработках в порошковой металлургии.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Порошковая металлургия» относится к модулю профессиональных дисциплин, части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Основывается на базе дисциплин: «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Основы технологии машиностроения», «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения», «Теория обработки металлов давлением».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Кузнечно-штамповочное оборудование», «Проектирование и расчеты кузнечно-штамповочных машин», «Автоматизированное проектирование и изготовление штамповой оснастки», «Автоматизация КШП».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Порошковая металлургия», должны знать: правила проекционного черчения и оформления конструкторской документации;

основы патентных исследований; порядок нахождения прототипов;

технико-экономические характеристики технологического процесса изготовления изделий; характеристики технологических методов изготовления изделий; основы стандартизации в области технологической подготовки производства;

уметь: выполнять графические работы в соответствии с нормами ЕСКД с использованием компьютерных технологий; представлять научные результаты;

анализировать современную техническую литературу; проводить патентный поиск;

анализировать существующие и проектировать новые технологические процессы изготовления деталей; проводить технологические размерные расчеты;

владеть: методами проецирования, преобразованием проекций и изображений, методами решения инженерных задач средствами компьютерной графики; способами представления результатов деятельности;

умением оценивать целесообразность применения того или иного технического решения для заданных конкретных условий;

навыками технологического анализа детали; навыками выбора и адаптации типового технологического процесса изготовления детали.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующей компетенции (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП):

профессиональной:

способен проводить разработку высокоэффективных технологических операцийковки и штамповки (ПК-2).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5,0 зач. ед)	180 (5,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	10
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	34	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	112	170
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 4

Тема 1. Вводная лекция. Цели и задачи курса.

Сущность порошковой металлургии. История возникновения и развития порошковой металлургии. Технические и экономические преимущества и ограничения порошковой металлургии. Современное состояние порошковой металлургии.

Тема 2. Механические методы получения металлических порошков.

Обзор механических методов получения металлических порошков. Получение порошков измельчением твердых материалов. Диспергирование расплавов.

Тема 3. Физико-химические методы получения металлических порошков.

Получение металлических порошков восстановлением химических соединений. Получение металлических порошков электролизом. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов. Получение металлических порошков термодиффузионным насыщением. Получение металлических порошков методом испарения-конденсации.

Тема 4. Формование металлических порошков.

Общая характеристика и классификация методов формования металлических порошков. Основные технологические операции подготовки металлических порошков к формованию.

Тема 5. Уплотнение металлических порошков в пресс-форме.

Характеристика явлений, наблюдаемых при уплотнении металлических порошков в пресс-форме. Зависимость плотности получаемого изделия от давления прессования. Прочность прессовок. Использование смазок при прессовании металлических порошков. Практика прессования. Брак при прессовании и факторы, способствующие его появлению.

Тема 6. Конструирование пресс-форм и деформирующего инструмента для формования порошков.

Классификация и основные требования к пресс-формам. Классификация порошковых изделий по сложности конфигурации. Общие принципы конструирования пресс-форм. Конструирование пресс-форм для производства изделий типа втулок.

Тема 7. Спекание изделий из металлических порошков.

Характеристика явлений, наблюдаемых при спекании. Защитные атмосферы, используемые при спекании порошковых материалов. Основные параметры процесса спекания порошковых материалов. Практика спекания. Брак при спекании и факторы, способствующие его появлению.

Тема 8. Структура и свойства порошковых сталей общего назначения.

Углеродистые пористые порошковые стали Легированные порошковые стали Порошковые стали, полученные горячей штамповкой пористых заготовок.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводная лекция. Цели и задачи курса. Сущность порошковой металлургии	4	-
2	Механические методы получения металлических порошков	4	1
3	Физико-химические методы получения металлических порошков	4	1
4	Формование металлических порошков.	4	1
5	Уплотнение металлических порошков в пресс-форме	4	1
6	Конструирование пресс-форм и деформирующего инструмента	6	1

	для формования порошков.		
7	Спекание изделий из металлических порошков.	4	1
8	Структура и свойства порошковых сталей общего назначения	4	-
Итого:		34	6

4.4. Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Исследование физических свойств металлических порошков	4	0,5
2	Исследование технологических свойств металлических порошков	4	0,5
3	Исследование технологического процесса прессования металлических порошков	6	0,5
4	Определение плотности и пористости порошковых изделий	4	0,5
5	Исследование уплотняемости металлических порошков	6	0,5
6	Определение прочности прессовок из металлических порошков	6	1
7	Изучение процесса спекания металлических порошков	4	0,5
Итого:		34	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4	5
1	Вводная лекция Цели и задачи курса. Сущность порошковой металлургии	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к зачету.	14	20
2	Механические методы получения металлических порошков		14	22
3	Физико-химические методы получения металлических порошков		14	22
4	Формование металлических порошков.		14	20
5	Уплотнение металлических порошков в пресс-форме		14	22
6	Конструирование пресс-форм и деформирующего инструмента для формования порошков		14	22
7	Спекание изделий из металлических порошков		14	22
8	Структура и свойства порошковых сталей общего назначения		14	20
Итого:			112	170

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом выполнение курсового проекта не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) при подготовке к лекциям, практическим занятиям;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Никифоров В.М., Технология металлов и других конструкционных материалов: учебник для техникумов/ В.М. Никифоров. – 10-е изд., стер. – СПб.: Политехника, 2015. – 382 с. – SBN 978-5-7325-0959-5 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509595.html>
2. Солнцев Ю.П., Специальные материалы в машиностроении: Учебник для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Пирайнен В.Ю. – изд. 3-е, стереотип. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. – 640 с. – ISBN 978-5-93808-297-7 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082977.html>
3. Производство порошковых изделий: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2019 – 237с.: табл. 11, ил.137, библиогр.119 назв.

б) дополнительная литература:

1. Цыркин, А.Т. Технология изготовления порошковых изделий: Учеб. пос. / А.Т. Цыркин, А.А. Стоянов. – Луганск: Изд. ВНУ им. В.Даля, 2011. – 238 с.
<http://91.201.108.138/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
2. Либенсон Г.А. Оборудование цехов порошковой металлургии / Г.А. Либенсон, В.С. Панов. – М.: Металлургия, 1983. – 264 с.
3. Металлические порошки и порошковые материалы: справочник / Б.Н. Бабич, Е.В. Вершинина, В.А. Глебов и др.; под ред. Ю.В. Левинского. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 520 с.

4. Процессы порошковой металлургии. В 2-х т. Т.1. Производство металлических порошков: Учебник для вузов / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарницкий. – М.: МИСИС, 2002. – 320 с.
5. Анциферов В.Н. Порошковая металлургия и напылённые покрытия: Учебник для вузов / В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л.К. Дружинин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
6. Пресс-формы для порошковой металлургии. Расчет и конструирование / И.Д. Радомысельский, Б.Л. Печентковский, Г.Г. Сердюк. – М.: Техника, 1970. – 172 с.
7. Федорченко И.М. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: Справочник / И.М. Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысельский и др. – Киев: Наукова думка, 1985. – 624 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Порошковая металлургия» (для студ. специальности 7.090206 «Оборудование для обработки металлов давлением») / Сост.: А.А. Стоянов, В.В. Гладушин, Г.Л. Шенкман. – Луганск: изд-во ВНУ им. В.Даля, 2003. – 35 с.

в) интернет-ресурсы

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

- 11 Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Порошковая металлургия» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются раздаточный материал, наглядные пособия, плакаты, экспериментальная установка для объемной штамповки, штампы реставрированные, штамп ШМКП.00сб, молот 4129, пресс гидравлический П-50, пресс гидравлический ДО-436, электрическая печь сопротивления «СНОЛ-1,6», печь электрическая «СНО-2/3», печь сопротивления камерная электрическая лабораторная, весы технические (до 1кг), установка для испытания порошковых материалов с использованием сдвиговых схем НДС.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Антивирус	Avast	http://www.avast.com/ru-ru/index
Браузер	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Распознавание текста	CuneiForm	http://cognitiveforms.ru/products/cuneiform/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Видеоплеер	MediaPlayerClassic	http://mpc.darkhost.ru/
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Порошковая металлургия»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	Способен проводить разработку высокоэффективных технологических операций ковки и штамповки	ПК-2.1. Знает основные технологические процессы ковки и штамповки	Тема 1. Вводная лекция. Цели и задачи курса. Сущность порошковой металлургии	4
				Тема 2. Механические методы получения металлических порошков.	4
				Тема 3. Физико-химические методы получения металлических порошков.	4
				Тема 4. Формование металлических порошков.	4
				Тема 5. Уплотнение металлических порошков в пресс-форме.	4
				Тема 6. Конструирование пресс-форм и деформирующего инструмента для формования порошков.	4
				Тема 7. Спекание изделий из металлических порошков.	4
				Тема 8. Структура и свойства порошковых сталей общего назначения.	4
			ПК-2.2. Умеет проводить расчеты технологии ковки и штамповки и поиск оптимальных режимов работы кузнечно-штамповочного оборудования	Тема 1. Вводная лекция. Цели и задачи курса. Сущность порошковой металлургии	4
				Тема 2. Механические методы получения металлических порошков.	4
				Тема 3. Физико-химические методы получения металлических порошков.	4
				Тема 4. Формование металлических порошков.	4
				Тема 5. Уплотнение металлических порошков в пресс-форме.	4
				Тема 6. Конструирование пресс-форм и деформирующего инструмента для формования порошков.	4
		Тема 7. Спекание изделий из металлических порошков.		4	
		Тема 8. Структура и свойства порошковых сталей общего назначения.		4	
		ПК-2.3. Владеет навыками разработки	Тема 1. Вводная лекция. Цели и задачи курса. Сущность порошковой металлургии	4	
			Тема 2. Механические методы получения металлических порошков.	4	

			штамповой оснастки и приспособлений для операций ковки и штамповки	Тема 3. Физико-химические методы получения металлических порошков.	4
				Тема 4. Формование металлических порошков.	4
				Тема 5. Уплотнение металлических порошков в пресс-форме.	4
				Тема 6. Конструирование пресс-форм и деформирующего инструмента для формования порошков.	4
				Тема 7. Спекание изделий из металлических порошков.	4
				Тема 8. Структура и свойства порошковых сталей общего назначения.	4

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-2	ПК-2.1. Знает основные технологические процессы ковки и штамповки	<i>знать:</i> методы производства, формования, области применения металлических порошков, основные технологические процессы обработки металлических порошков; <i>уметь:</i> проводить расчеты технологических процессов обработки металлических порошков и поиск оптимальных режимов работы оборудования; <i>владеть:</i> навыками разработки штамповой оснастки и приспособлений для технологических процессов обработки металлических порошков	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабораторным работам, темы рефератов, вопросы к промежуточной аттестации «зачет»
		ПК-2.2. Умеет проводить расчеты технологии ковки и штамповки и поиск оптимальных режимов работы кузнечно-штамповочного оборудования	<i>знать:</i> основные процессы, происходящие при прессовании металлических порошков; <i>уметь:</i> разрабатывать технологию различных способов формования металлических порошков; <i>владеть:</i> навыками внедрения и отладки технологий различных способов формования металлических порошков	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабораторным работам, темы рефератов, вопросы к промежуточной аттестации «зачет»
		ПК-2.3.	<i>знать:</i> основные способы и	Тема 1,	Вопросы для

	Владеет навыками разработки штамповой оснастки и приспособлений для операций ковки и штамповки	режимы спекания порошковых материалов; <i>уметь</i> : проводить расчеты технологических операций спекания металлических порошков; <i>владеть</i> : навыками организации технологических процессов спекания в условиях реального производства	Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8	комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабораторным работам, темы рефератов, вопросы к промежуточной аттестации «зачет»
--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Порошковая металлургия»

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

1. Методы производства металлических порошков.
2. Методы формования металлических порошков.
3. Область применения порошковых изделий.
4. Классификация и основные свойства порошковых изделий.
5. Методы измельчения твердых материалов. Сущность физических процессов.
6. Оборудование для измельчения твердых материалов.
7. Технология измельчения твердых материалов диспергированием расплавов.
8. Технология получения металлических порошков восстановлением химических соединений.
9. Восстановление порошка железа оксидом углерода.
10. Восстановление порошка железа твердым углеродом.
11. Комбинированное восстановление порошка железа.
12. Восстановление порошков вольфрама и молибдена.
13. Технология получения порошка титана.
14. Технология получения порошка тантала.
15. Технология получения порошка ниобия.
16. Технология получения порошка меди.
17. Технология получения порошка никеля.
18. Технология получения порошка кобальта.
19. Электролиз водных растворов для получения металлических порошков.
20. Электролиз расплава для получения порошка титана.
21. Метод испарения при получении металлических порошков.
22. Метод конденсации при получении металлических порошков.
23. Термообработка при подготовке металлических порошков к формованию.
24. Процессы, происходящие при прессовании металлических порошков.
25. Влияние давления прессования на плотность брикета.
26. Упругое последствие при прессовании порошков.

27. Способы формования металлических порошков.
28. Технология мундштучного формования.
29. Технология прокатки металлических порошков.
30. Технология шликерного формования
31. Технология вибрационного формования.
32. Технология импульсного формования.
33. Факторы, влияющие на процесс спекания и свойства спеченных изделий.
34. Свойства порошковых материалов и пути их улучшения.
35. Свойства порошкового материала на основе меди и пути их улучшения.
36. Свойства порошкового материала на основе алюминия и пути их улучшения.
37. Свойства порошкового материала на основе титана и пути их улучшения.
38. Свойства порошкового материала на основе никеля и пути их улучшения.
39. Методы получения плотных порошковых материалов из пористых заготовок.
40. Метод двукратного прессования и спекания.
41. Метод многократного прессования и спекания.
42. Метод пропитки спеченных порошковых формовок.
43. Метод холодной штамповки спеченных заготовок.
44. Метод горячей штамповки пористых заготовок.
45. Метод экструзии спеченных заготовок.
46. Зависимость плотности образцов после прессования и спекания от давления прессования.
47. Зависимость пористости прессовок от температуры спекания.
48. Влияние температуры спекания на механические свойства образцов с различной пористостью.
49. Зависимость потери массы при спекании порошковых изделий от плотности прессовок.
50. Режимы спекания материалов на основе цветных металлов.
51. Физико-механические свойства материалов, полученных прессованием и спеканием в вакууме.
52. Спекание с помощью электрического разряда.
53. Применение порошковых материалов на основе цветных металлов и сплавов в машиностроении.
54. Применение порошковых материалов на основе цветных металлов и сплавов в химической промышленности.
55. Применение порошковых материалов на основе цветных металлов и сплавов в нефтехимической промышленности.
56. Применение порошковых материалов на основе цветных металлов и сплавов в пищевой промышленности.
57. Применение порошковых материалов на основе цветных металлов и сплавов в приборо-и электромашиностроении.
58. Область применения металлокерамических твердых сплавов.
59. Область применения алмазных порошков и способ использования.
60. Обработка порошковых изделий.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по лабораторным работам:

1. Определить гранулометрический состав и формы частиц металлических порошков
2. Определить насыпную плотность и текучесть металлических порошков.
3. Изучить основные операции технологического процесса прессования пористых деталей из металлических порошков и установить зависимость плотности порошкового материала от давления прессования.
4. Определить плотность и пористость изделий из порошковых материалов.
5. Определить уплотняемость металлических порошков.
6. Определить прочность прессовок из металлических порошков.
7. Изучить процесс спекания металлических порошков. Определить прочность прессовок из железного порошка до спекания и после спекания.

Вопросы к защите лабораторных работ:

1. Какими свойствами характеризуются металлические порошки?
2. Назовите физические и технологические свойства порошков.
3. Что называется фракционным и гранулометрическим составом порошка?
4. Как определяют гранулометрический состав порошка?
5. От чего зависит форма частиц порошка и какими способами определяют форму частиц порошка?
6. Какие факторы определяют и характеризуют форму частиц порошка?
7. Что характеризует насыпная плотность и как ее определяют?
8. В каких случаях для определения насыпной плотности используют волюмометр?

9. Какие факторы влияют на величину насыпной плотности и в каких расчетах учитывается насыпная плотность?
10. Что характеризует текучесть и как ее определяют?
11. Какие факторы влияют на величину текучесть и в каких расчетах учитывается текучесть?
12. Из каких основных операций состоит технологический процесс получения деталей из металлических порошков?
13. Из каких элементов состоит пресс-форма для прессования порошковых деталей?
14. Как определить пористость порошковой детали?
15. Как влияет давление прессования на пористость порошковых деталей?
16. Как определить навеску порошка для прессования порошковых деталей?
17. Зачем проводят калибровку деталей?
18. Чем отличается двухстороннее прессование от одностороннего?
19. Какие типы пресс-форм применяют для прессования порошков?
20. Какие существуют основные виды измерения плотности и пористости?
21. В каких случаях применяется гидростатический метод определения плотности и пористости?
22. В чем заключается сущность определения плотности и пористости расчетным методом?
23. В чем заключается сущность определения плотности и пористости гидростатическим методом?
24. Что такое относительная плотность?
25. Для чего изделия пропитывают парафином или лаком при гидростатическом методе определения плотности и пористости?
26. Почему при гидростатическом методе при взвешивании в воде не допускается на изделии появление пузырьков воздуха?
27. Что характеризует уплотняемость порошкового материала?
28. Как определяют уплотняемость и в каких расчетах она учитывается?
29. Какие факторы влияют на величину уплотняемости?
30. Из каких элементов состоит пресс-форма для определения уплотняемости порошков?
31. Как влияет давление прессования на плотность и пористость порошковых деталей?
32. Как вычисляется масса навески для определения уплотняемости порошков?
33. Чем отличается двухстороннее прессование от одностороннего?
34. В чем состоит метод определения прочности прессовок?
35. Для чего необходимо определять прочность прессовок?
36. Из каких соображений выбирают плотность образцов или давление прессования для определения прочности прессовок?
37. Как вычисляется масса навески порошка для определения прочности прессовок?

38. Из каких элементов состоит пресс-форма для прессования опытных прессовок?
39. Назовите последовательность операций прессования опытных прессовок для определения прочности.
40. В чем различия прессования образцов «по массе» и «при заданном давлении»?
41. Как вносится смазка в рабочее пространство пресс-формы?
42. Опишите работу устройства для испытания прессовок на изгиб.
43. Из каких материалов изготавливают рабочие детали пресс-формы и устройства для испытания прессовок на изгиб?
44. Приведите формулу для вычисления предела прочности прессовок на изгиб.
45. Что такое спекание?
46. Какие печи используются для спекания порошковых материалов?
47. Какие защитные атмосферы используются для спекания порошковых материалов?
48. Перечислите и дайте характеристику основным параметрам процесса спекания порошковых материалов.
49. Как осуществляется выбор температуры спекания?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

1. Производство и свойства металлических порошков.
2. Изделия порошковой металлургии и их свойства.
3. Возможности применения пористых материалов в промышленности.
4. Перспектива развития порошковой металлургии.
5. Экономическая эффективность применения порошковых конструкционных материалов.
6. Электрохимические методы получения металлических порошков.

7. Сущность и основные закономерности процесса спекания. Атмосферы спекания и защитные засыпки.
8. Основные технологические процессы формования порошковых изделий.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – реферат

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к промежуточной аттестации «зачету»:

1. Сущность порошковой металлургии.
2. Краткие исторические сведения развития порошковой металлургии. Роль русских и советских ученых в развитии порошковой металлургии.
3. Технические и экономические преимущества порошковой металлургии. Современное состояние порошковой металлургии.
4. Механические методы получения металлических порошков.
5. Измельчение твердых материалов в шаровых вращающихся мельницах. Сущность физических процессов.
6. Измельчение твердых материалов в шаровых вибрационных мельницах.
7. Измельчение твердых материалов диспергированием расплавов.
8. Технология получения распыленных порошков железа, меди, алюминия, магния, титана, жаропрочных и нержавеющей сталей.
9. Получение металлических порошков восстановлением химических соединений.
10. Технология восстановления порошков железа углеродом и водородом.
11. Технология восстановления порошка железа в стационарном слое.
12. Технология восстановления порошков железа оксидом углерода и твердым углеродом.
13. Технология комбинированного восстановления порошка железа.

14. Технология восстановления порошков вольфрама и молибдена.
15. Способы получения порошка титана.
16. Получение порошков тантала и ниобия.
17. Получение порошков меди, никеля, кобальта.
18. Технология получения порошков в кипящем слое, в плазме.
19. Электрохимические методы получения металлических порошков.
20. Производство металлических порошков электролизом водных растворов.
21. Производство металлических порошков электролизом расплавов.
22. Производство порошка титана методом электролиза расплавов.
23. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов.
24. Получение металлических порошков термодиффузионным насыщением.
25. Получение металлических порошков методом испарения, конденсации.
26. Получение порошков металлоподобных соединений.
27. Формование порошков. Сущность физических процессов, происходящих при формовании.
28. Подготовка металлических порошков к формованию. Отжиг и классификация порошков.
29. Сущность процессов, происходящих при прессовании металлических порошков.
30. Зависимость плотности брикета от давления прессования.
31. Трение. Давление выталкивания, упругое последствие при прессовании порошков.
32. Прочность прессовок. Браки при прессовании и факторы, способствующие его появлению.
33. Варианты формования металлических порошков. Изостатическое формование.
34. Мундштучное формование.
35. Прокатка металлических порошков.
36. Шликерное формование.
37. Вибрационное формование.
38. Импульсное формование.
39. Сущность и основные закономерности процесса спекания.
40. Твердофазное спекание, спекание однокомпонентных систем.
41. Стадии процесса спекания.
42. Уплотнение при спекании.
43. Влияние технологических факторов на процесс спекания и свойства спеченных тел.
44. Жидкофазное спекание.
45. Процессы, протекающие при жидкофазном спекании.
46. Атмосферы спекания и защитные засыпки.
47. Основные реакции в газовых защитных средах при спекании порошковых деталей.
48. Спекание без применения газовых защитных сред.
49. Очистка и осушка защитных газовых сред при спекании.

50. Охрана труда и техника безопасности при спекании порошковых деталей.
51. Технология изготовления порошковых конструктивных деталей.
52. Технология приготовления шихты для прессования изделий из металлических порошков. Виды смешивания.
53. Основные технологические процессы формования порошковых изделий. Прерывистое холодное формование с постепенно возрастающим давлением; с мгновенно возрастающим давлением; без приложения давления.
54. Прерывистое горячее формование с постепенно возрастающим давлением; с мгновенно возрастающим давлением; без приложения давления.
55. Непрерывное холодное и горячее формование с постепенно возрастающим давлением; с мгновенно возрастающим давлением.
56. Общие принципы конструирования закрытых пресс-форм для холодного прессования.
57. Расчет пресс-форм. Последовательность расчета общей высоты матрицы.
58. Расчет пресс-форм. Последовательность расчета размеров рабочей полости матрицы и общих размеров матрицы.
59. Расчет пресс-форм. Последовательность расчета размеров пуансонов и стержней.
60. Выбор пресса для холодного прессования в закрытых пресс-формах.
61. Принципы конструирования пресс-форм для допрессовки и калибровки изделий.
62. Материалы для изготовления деталей пресс-форм, предназначенных для холодного формования порошков и допрессовки спеченных изделий.
63. Химическая и химико-термическая обработка изделий из порошковых материалов.
64. Точность изделий, получаемых методами порошковой металлургии.
65. Определение уплотняемости и формуемости металлических порошков.
66. Определение плотности и пористости порошковых изделий.
67. Определение насыпной плотности металлического порошка.
68. Расчет навески шихты при прессовании порошковых деталей из смеси разнородных порошков.
69. Определение механических свойств порошковых конструктивных материалов.
70. Экономическая эффективность применения порошковых конструктивных материалов.
71. Применение порошковых конструктивных материалов.
72. Определение прочности сырой прессовки из металлических порошков.
73. Определение гранулометрического состава порошков.
74. Охрана труда и техника безопасности при прессовании порошковых изделий.
75. Подготовка металлических порошков к формованию. Приготовление смесей.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания	Шкала оценивания зачета
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)