

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт Технологий и инженерной механики
Кафедра Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

Института технологий и инженерной
механики

 Могильная Е.П. Могильная Е.П.

«18» ^(подпись) 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СПЕЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ»

По направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль: «Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Структура и свойства спеченных материалов» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 17 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Структуры и свойства спеченных материалов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 09 2023 г., протокол № 2

Заведующая кафедрой материаловедения  Рябичева Л.А.

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

© Рябичева Л.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины - Изучение условий формирования структурных состояний материалов и влияние структурных факторов на механические свойства.

Задачи:

- изучить закономерности формирования структуры в процессе спекания материалов;
- изучить влияние структурных факторов на механические свойства спеченных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Структура и свойства спеченных материалов» относится к дисциплинам по выбору 1. Условиями для освоения дисциплины являются знания, полученные при изучении дисциплин «Общее материаловедение и технологии материалов», «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов» и служит основой для освоения дисциплин «Теория и технология нанесения покрытий», «Теория и технология получения порошковых материалов и изделий».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует поставленную задачу и осуществляет поиск информации для ее решения УК-1.2. Применяет методы критического анализа и синтеза при работе с информацией УК-1.3. Рассматривает и предлагает системные варианты решения поставленной задачи	знать: задачи и поиск информации для ее решения уметь: применять методы критического анализа и синтеза при работе с информацией проектирования владеет: навыками выбора системных вариантов решения поставленной задачи
ОПК-2. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-2.1. Демонстрирует знания математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности ОПК-2.2. Использует типовые методы	знать: математический анализ, естественнонаучные и общеинженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности уметь: использовать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач владеть: навыками выбора оптимальных методов

	и способы выполнения профессиональных задач ОПК-2.3. Владеет навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин	решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин
ПК-3. Способен обеспечивать контроль качества изделий после несложных и сложных процессов	ПК-3.2. Осуществляет разработку методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства ПК-3.3. Выявляет причины брака после несложных и сложных процессов термического производства	знать: методики контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства уметь: осуществлять разработку методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства владеть: методиками контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная контактная работа в том числе: (всего)	51	11
Лекции	34	7
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	93	133
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Вводная лекция

Общие сведения. Основные термины. Спекание и структура спеченных материалов.

Тема 2. Основные механизмы образования структуры в процессе спекания

Прессование и ранняя стадия спекания. Средние и поздние стадии спекания.

Тема 3. Спекание реальных материалов

Феноменологические закономерности спекания. Активированное спекание. Некоторые особенности формирования структуры и свойств при спекании.

Тема 4. Влияние структурных факторов на механические свойства

Влияние пористости, влияние температуры на механические свойства спеченных материалов. Прочностные характеристики. Пластичность. Вязкость разрушения. Упругие свойства.

Тема 5. Упрочнение и разрушение

Деформационное упрочнение. Твердость. Текстура и анизотропия свойств. Микромеханизмы разрушения. Хладноломкость спеченных материалов

Тема 6. Пористость и фазовые превращения

Влияние пористости на условия протекания фазовых превращений в сталях. Превращение перлита в аустенит, протекающее при нагреве выше точки A_1 . Распад аустенита при охлаждении. Мартенситное превращение. Превращение при отпуске стали. Эффект памяти формы в пористых материалах.

Тема 7. Сегрегационные явления в спеченных материалах

Адсорбция примесей на поверхность. Удельная поверхность порошков. Межчастичные контакты. Сегрегационные явления в порах. Самопроизвольное уплотнение твердого тела в процессе спекания.

Тема 8. Структура и механические свойства двухфазных систем

Дисперсноупрочненные материалы. Двухфазные металлические сплавы с низкой взаимной растворимостью. Двухкомпонентные металлические системы с образованием интерметаллидов. Материалы из двух и более хрупких фаз.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводная лекция. Общие сведения. Основные термины.	2	0,5

	Спекание и структура спеченных материалов.		
2	Основные механизмы образования структуры в процессе спекания	2	1
3	Спекание реальных материалов	4	0,5
4	Влияние структурных факторов на механические свойства	6	1
5	Упрочнение и разрушение	4	1
6	Пористость и фазовые превращения	6	1
7	Сегрегационные явления в спеченных материалах	4	0,5
8	Структура и механические свойства двухфазных систем	6	1
Итого:		34	7

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Изучение структурообразования при спекании однокомпонентных систем	2	
2	Феноменологические закономерности спекания	2	
3	Влияние пористости на прочность и пластичность	2	
4	Влияние температуры на прочность и пластичность пористого тела	2	2
5	Изучение механизмов разрушения и структуры пористого тела	2	2
6	Превращение перлита в аустенит, протекающее при нагреве пористого тела выше точки A_1 .	4	
7	Распад аустенита при охлаждении пористого тела	3	
Итого:		17	4

4.5. Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Практические занятия №1-7	Подготовка к практическим занятиям, оформление отчетов	28	42
2	Вводная лекция. Общие сведения. Основные термины. Спекание и структура спеченных материалов.	Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации	6	10
3	Основные механизмы образования структуры в процессе спекания		6	10
4	Спекание реальных материалов		8	10
5	Влияние структурных факторов на механические свойства		8	10
6	Упрочнение и разрушение		8	10
7	Пористость и фазовые превращения		6	10

8	Сегрегационные явления в спеченных материалах		8	10
9	Структура и механические свойства двухфазных систем		8	10
10	Подготовка к экзамену		7	11
Итого:			93	133

4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ристич М.М. Структура и механические свойства спеченных материалов / М.М. Ристич, В. И. Трефилов, Ю.В. Мильман и др. // БелградЮ 1992. – 264 с.
2. Нарва В.К., Технология порошковых материалов и изделий : курс лекций / В.К. Нарва - М. : МИСиС, 2012. - 171 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235596.html>
3. Панов В.С., Технология получения и свойства спеченных материалов и изделий из них / Панов В.С. - М. : МИСиС, 2015. - 138 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/MIS071.html>
4. Шестаков Н.А., Уплотнение, консолидация и разрушение пористых материалов / Шестаков Н.А., Субич В.Н., Демин В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 264 с. ,
5. Рябичева Л.А. Технология изготовления медных изделий из волоконного материала методами порошковой металлургии / Л.А. Рябичева, А.П. Складар. – Луганск : Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2012. – 156 с.
6. Рябичева Л.А., Цыркин А.Т. Технология изготовления материалов из отходов промышленности / Луганськ. Вид-во Суду им. В. Даля, 2005. – 168 с.

б) дополнительная литература:

1. Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка. В 2 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс] / П.А. Витязь (гл. ред.) [и др.] - Минск : Белорус. наука, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850815484.html>

2. Теоретические основы спекания порошков : механизмы припекания сферических тел : курс лекций [Электронный ресурс] / Аникин В.Н., Блинков И.В., Челноков В.С., Пьянов А.А., Волхонский А.О. - М. : МИСиС, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236982.html>

3. Технология и свойства спеченных твердых сплавов [Электронный ресурс] / Панов, В.С. - М. : МИСиС, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237002.html>

4. Керамические материалы на основе диоксида циркония [Электронный ресурс] / Жигачев А.О., Головин Ю.И., Умрихин А.В., Коренков В.В., Тюрин А.И., Родаев В.В., Дьячек Т.А. - М.: Техносфера, 2018. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365299.html>

5. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] / Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Пирайнен В. Ю. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082984.html>

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Структура и свойства спеченных материалов» для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов /Сост: Ю. Н. Никитин. - Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2018. - 82 с.

г) интернет-ресурсы:

– Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

– ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

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

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

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

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Структура и свойства спеченных материалов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет; микроскопы металлографические МИМ-7; печи нагревательные лабораторные СНОЛ-6,7/9 и др.; образцы, микрошлифы и оборудование для их подготовки; твердомер Бринелля, твердомер Роквелла; разрывная машина Р 0,5; копер маятниковый; весы лабораторные технические с комплектом разновесов; набор сит; прибор для определения утряски порошков; прибор для определения твердости; прибор для определения газопроницаемости; гидравлический пресс, винтовой пресс; пресс-формы; молотковая мельница; шаровая мельница; газогенераторная установка; перечень наглядных пособий и технических средств обучения; комплект плакатов по металловедению и термической обработке, строению и свойствам металлических и неметаллических материалов; альбомы микроструктур металлов и металлических сплавов; лабораторные стенды образцов и наглядных пособий кафедры; стандартные шкалы изображений микроструктур по ГОСТ 5639.

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
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	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
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Структура и свойства спеченных материалов»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует поставленную задачу и осуществляет поиск информации для ее решения УК-1.2. Применяет методы критического анализа и синтеза при работе с информацией УК-1.3. Рассматривает и предлагает системные варианты решения поставленной задачи	Тема 1. Спекание и структура спеченных материалов. Тема 2. Основные механизмы образования структуры в процессе спекания Тема 3. Спекание реальных материалов	6
2	ОПК-2	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания	ОПК-2.1. Демонстрирует знания математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания для успешного выполнения профессиональной деятельности ОПК-2.2. Использует типовые	Тема 4. Влияние структурных факторов на механические свойства Тема 5. Упрочнение и разрушение	6

			методы и способы выполнения профессиональных задач ОПК-2.3. Владеет навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин		
3	ПК-3	ПК-3. Способен обеспечивать контроль качества изделий после несложных и сложных процессов	ПК-3.2. Осуществляет разработку методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства ПК-3.3. Выявляет причины брака после несложных и сложных процессов термического производства	Тема 6. Пористость и фазовые превращения Тема 7. Сегрегационные явления в спеченных материалах Тема 8. Структура и механические свойства двухфазных систем	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1	УК-1.1. Анализирует поставленную задачу и осуществляет поиск информации для ее решения УК-1.2. Применяет методы критического анализа и синтеза при работе с информацией	знать: задачи и поиск информации для ее решения уметь: применять методы критического анализа и синтеза при работе с информацией проектирования владеет: навыками выбора системных вариантов	Тема 1. Спекание и структура спеченных материалов. Тема 2. Основные механизмы образования структуры в процессе спекания Тема 3. Спекание реальных материалов	Задания к практическим занятиям; вопросы к экзамену

		УК-1.3. Рассматривает и предлагает системные варианты решения поставленной задачи	решения поставленной задачи		
2	ОПК-2	ОПК-2.1. Демонстрирует знания математического анализа, естественнонаучные и инженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности ОПК-2.2. Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач ОПК-2.3. Владет навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин	знать: математический анализ, естественнонаучные и инженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности уметь: использовать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач владеть: навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин	Тема 4. Влияние структурных факторов на механические свойства Тема 5. Упрочнение и разрушение	Задания к практическим занятиям; вопросы к экзамену
3	ПК-3	ПК-3.2. Осуществляет разработку методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства ПК-3.3. Выявляет причины	знать: методики контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства уметь: осуществлять разработку методик контроля изделий, изготовленных в несложных и	Тема 6. Пористость и фазовые превращения Тема 7. Сегрегационные явления в спеченных материалах Тема 8. Структура и механические свойства двухфазных систем	Задания к практическим занятиям; вопросы к экзамену

		брака после не- сложных и слож- ных процессов термического про- изводства	сложных процессах термического произ- водства владеть: методи- ками контроля изде- лий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического произ- водства		
--	--	---	--	--	--

Задания для практических занятий:

Занятие 1. Изучение структурообразования при спекании однокомпонентных систем

Задание 1. Рассмотреть основные механизмы образования структуры в процессе спекания

Контрольные вопросы:

1. Что такое однофазная система?
2. Как определяется режим для однокомпонентной системы?
3. Какие основные механизмы структурообразования?
4. Что такое твердофазные реакции?
5. Что такое упрочнение межчастичных контактов?
6. За счет чего происходит уменьшение дефектности кристаллической решетки?

Занятие 2. Феноменологические закономерности спекания

Задание. Изучить феноменологические закономерности спекания

Контрольные вопросы:

1. В чем физическая сущность энергии активации?
2. Опишите общее кинетическое уравнение спекания.
3. Что такое дисперсная система?
4. Как задаются функции времени в кинетическом уравнении?
5. Что такое инкубационный период спекания?
6. Опишите общее феноменологическое уравнение спекания.

Занятие 3. Влияние пористости на прочность и пластичность

Задание. Определить физико-механические свойства при различной пористости спеченного материала

Контрольные вопросы:

1. Что такое прочность материала?
2. Что такое пластичность материала?
3. Назовите показатели прочности и пластичности порошкового тела.
4. Как изменяется прочность и пластичность в зависимости от пористости спеченного материала?

Занятие 4. Влияние температуры на прочность и пластичность пористого тела

Задание. Определить физико-механические свойства при различной температуре спеченного материала

Контрольные вопросы:

1. Что такое прочность материала?
2. Что такое пластичность материала?
3. Назовите показатели прочности и пластичности порошкового тела.

4. Как изменяется прочность и пластичность в зависимости от температуры при спекании?

Занятие 5. Изучение механизмов разрушения и структуры пористого тела

Задание. Изучить структуру и механизмы разрушения спеченного материала

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается структура пористого тела после спекания?
2. Что такое частица и что такое зерно?
3. Охарактеризуйте межконтактные границы.
4. От каких факторов зависит механизм разрушения?
5. Охарактеризуйте фото изломов спеченного материала.

Занятие 6. Превращение перлита в аустенит, протекающее при нагреве пористого тела выше точки A_1 .

Задание. Изучить перлитное превращение при нагреве спеченного материала

Контрольные вопросы:

1. Что такое перлит и аустенит?
2. Отличаются ли перлит и аустенит компактного и пористого материала?
3. Как влияет пористость на температуру фазового превращения?
4. От каких факторов зависит температура спекания многокомпонентной системы?

Занятие 7. Распад аустенита при охлаждении пористого тела

Задание. Изучить структуру и свойства при охлаждении спеченного материала

Контрольные вопросы:

1. Как изучается структура после спекания?
2. Как охарактеризовать структуру после спекания?
3. Какие свойства определяются после спекания?
4. Как свойства зависят от температуры спекания?
5. От каких факторов зависят свойства после спекания?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое занятие»

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.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену:

1. Основы теории спекания металлических прессовок.
2. Основные процессы, происходящие при спекании.
3. Поверхностная и объемная диффузия атомов.
4. Усадка при спекании. Усадка в продольном и поперечном направлении. Стадии усадки.
5. Плотность порошкового тела и скорость уплотнения.
6. Диффузия при спекании. Движущие силы диффузии. Изменение свободной энергии.
7. Процессы, характерные для усадки. Линейная усадка.
8. Диаграммы состояния для выбора режима спекания. Влияние вида диаграммы на процесс спекания.
9. Рекристаллизация при спекании. Размер зерна спеченных прессовок.
10. Явления, связанные с процессом испарения вещества с поверхности одних частиц и его конденсации на поверхности других частиц.
11. Межчастичный контакт.
12. Влияние явления переноса вещества через газовую фазу на достигаемые при спекании физические и механические свойства порошковых тел.
13. Влияние технологических факторов на процесс спекания и свойства порошковых тел
14. Активированное спекание. Сущность активированного спекания.
15. Изменение свойств при активированном спекании.
16. Изменение состава восстановления атмосферы спекания путем добавления к ней различных соединений, например, фтористых или хлористых соединений водорода. Изменение свободной энергии.
17. Процессы при жидкофазном спекании.
18. Прочность спеченных тел. Силы сцепления между частицами.
19. Изменение скорости диффузии в присутствии жидкой фазы. Влияние на пористость.
20. Степень уплотнения при жидкофазном спекании в сравнении с твердофазным.
21. Инфильтрация при спекании. Варианты инфильтрации.
22. Защитные среды при спекании.
23. Защитные засыпки. Виды, составы, свойства, применение.
24. Виды брака при спекании и методы их устранения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме 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.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская не-

	значительные 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

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)