

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Перспективные материалы и технологии порошковой
металлургии
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Цифровые технологии в машиностроительном производстве
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для применения перспективных порошков и порошковых материалов в технологиях машиностроения

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Структура и свойства перспективных металлических порошков и порошковых материалов
- Современные и перспективные технологии производства порошковых материалов

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.7	ИД-1ПК-3.7	Знает свойства применяемых в конструкции порошковых материалов, отечественные и зарубежные достижения в области технологического проектирования в условиях цифрового машиностроительного производства.	Знает свойства применяемых в конструкции материалов, отечественные и зарубежные достижения в области технологического проектирования в условиях цифрового производства.	Зачет
ПК-3.7	ИД-2ПК-3.7	Умеет проводить анализ технико-экономических показателей, проектируемых по профилю подразделения технологических процессов порошковой металлургии	Умеет проводить анализ технико-экономических показателей, проектируемых по профилю подразделения технологических процессов	Курсовая работа
ПК-3.7	ИД-3ПК-3.7	Владеет навыками создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов порошковой металлургии	Владеет навыками создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	27	45
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	9	18
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	41	16	25
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	45	63
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Методы получения порошков металлов	9	0	16	45
Тема 1. Свойства металлических порошков Физические, химические, технологические свойства порошков. Методы определения свойств порошков. Связь между конечными свойствами изделий и исходных порошков. Тема 2. Методы получения порошков металлов Классификация методов производства порошков. Получение порошков резанием твердого материала, дроблением, размолом, истиранием. Получение порошков диспергированием расплавов металлов. Получение порошков восстановлением углеродом и водородом, металлотермическое восстановление, термодиффузионное насыщение. Химико-металлургические методы получения порошков металлов и сплавов				
ИТОГО по 1-му семестру	9	0	16	45
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы формирования и спекания металлических порошков	9	0	12	33
Тема 3. Закономерности процесса прессования Схема прессования в закрытой пресс-форме. Расчет навески. Распределение навески. Распределение давления в пресс-форме. Распределение плотности и твердости в прессовке. Смазки. Потери давления на трение. Упругое последствие. Подготовка порошков к формованию. Способы приготовления шихты. Влияние технологических, химических и физических характеристик порошка на уплотняемость. Брак при прессовании. Изостатическое, вибрационное, мундштучное, импульсное, шликерное, инъекционное формования. Прокатка порошков. Тема 4. Сущность спекания. Физико-химические процессы, проходящие при спекании. Усадка. Стадии процесса спекания. Жидкофазное спекание. Лазерное спекание и аддитивные технологии. Защитные среды и засыпки. Брак при спекании.				
Технологии получения порошковых материалов	9	0	13	30
Тема 5. Технико-экономическое обоснование технологического процесса порошковой металлургии. Типовая схема технологического процесса изготовления изделий методом порошковой металлургии. Основные и вспомогательные операции. Методика проектирования технологического процесса. Основные направления в развитии порошковой металлургии. Тема 6. Классификация и свойства современных и перспективных порошковых материалов. Области применения. Конструкционные, антифрикционные, фрикционные, пористые, электротехнические, жаропрочные, инструментальные порошковые материалы, твердые сплавы. Свойства однородных и композиционных порошковых материалов.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	25	63
ИТОГО по дисциплине	27	0	41	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение технологических свойств порошков

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Определение плотности и пористости порошковых материалов
3	Исследование структуры порошков
4	Принципы маркировки порошков
5	Экологические проблемы производства порошков
6	Техника безопасности при производстве порошков
7	Формование порошков
8	Построение диаграммы прессования металлических порошков
9	Аддитивные технологии
10	Спекание
11	Выбор порошкового материала для данных условий эксплуатации
12	Маркировка порошков
13	Графитовые материалы

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Разработка технологического процесса получения порошкового материала
2	Разработка технологического процесса получения изделия из порошкового материала

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Курганова Ю. А. Конструкционные металломатричные композиционные материалы : учебное пособие для вузов / Ю. А. Курганова, А. Г. Колмаков. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015.	5
2	Оглезнева С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие для вузов / С. А. Оглезнева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Герман Р. М. Порошковая металлургия от А до Я : пер.с англ. / Р. М. Герман. - Долгопрудный: Интеллект, 2009.	7
2	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / С. А. Оглезнева [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5
2.2. Периодические издания		
1	Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия : журнал / Московский государственный институт стали и сплавов; Калвис. - Москва: Калвис, 2007 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Герман Р. М. Порошковая металлургия от А до Я : пер.с англ	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks134264	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Либенсон Г. А. Процессы порошковой металлургии : учебник для вузов : в 2 т.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks117768	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Курганова Ю. А. Конструкционные металломатричные композиционные материалы : учебное пособие для вузов	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks177171	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональный компьютер	10
Лекция	Маркерная доска	1
Практическое занятие	Маркерная доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и образования и Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Перспективные материалы и технологии порошковой металлургии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки	15.04.01 – «Машиностроение»
Направленность(профиль) программы магистратуры	«Цифровые технологии в машиностроительном производстве»
Квалификация выпускника:	<u>Магистр</u>
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций
Форма обучения:	<u>Очная</u>
Курс: <u>1</u>	Семестр(-ы): <u>1</u>
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>3</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>108</u> ч
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен - 1 семестр, зачет – 2 семестр	

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (1-го и 2-го семестров учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ПЗ	РК	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1 Знает свойства применяемых в конструкции порошковых материалов, отечественные и зарубежные достижения в области технологического проектирования в условиях <i>цифрового производства</i>	С1,2	ТО1,2		Т/КР 1,2,3	ТВ
Освоенные умения					
У.1. Умеет проводить анализ технико-экономических показателей, проектируемых <i>порошковых материалов с заданными свойствами</i>			ПЗ 1,2,3,4	Т/КР 1,2,3	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 Владеет навыками создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов из металлических порошковых материалов с заданными свойствами			ПЗ 1,2,3,4		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена в 1-ом семестре, зачета во 2-м семестре, проводимые с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 13 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Защита лабораторных работ

Не запланированы.

2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР по разделу «Перспективные методы получения порошков и нанопорошков металлов», вторая КР – по разделу «Современные методы консолидации порошков металлов» и третья по разделу «Структура и свойства перспективных порошковых материалов, применение материалов». КР могут проводиться в виде тестов.

Типовые вопросы первой КР:

1. Получение порошков металлов и сплавов для аддитивных технологий, требования к свойствам порошков.
2. Технологические свойства порошков и методы их определения.
3. Физические и химические свойства порошков металлов.

Типовые вопросы второй КР:

1. Закономерности процесса прессования. Уравнения уплотнения.
2. Сущность спекания. Механизмы переноса вещества при формировании контактов.
3. Селективное лазерное спекание и наплавка.

Типовые вопросы третьей КР:

1. Технология получения порошковых высокопористых материалов методом копирования матрицы.
2. Технология получения порошковых высокопористых материалов методом вспенивания с порофором.
3. Связь между конечными свойствами изделий и свойствами исходных порошков.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты рубежных контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3 Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине письменно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, и комплексные задания (КЗ) для проверки усвоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные направления в развитии порошковой металлургии на современном этапе.
2. Получение порошков металлов и сплавов методом распыления расплавов.
3. Получение порошков металлов и сплавов для аддитивных технологий, требования к свойствам порошков.

4. Технологические свойства порошков и методы их определения.
5. Физические и химические свойства порошков металлов.
6. Закономерности процесса прессования. Уравнения уплотнения.
7. Сущность спекания. Механизмы переноса вещества при формировании контактов.
8. Связь между конечными свойствами изделий и свойствами исходных порошков.
9. Селективное лазерное спекание и наплавка.
10. Технология получения порошковых высокопористых материалов методом копирования матрицы.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

Типовые вопросы и практические задания для контроля приобретенных владений:

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

3.1. Оценочный лист

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент*

проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений

Задание № __. (анализ кейс-стади)

Проверяемые результаты обучения: у1; в1

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

Критерии оценки ситуационных заданий

Оценка «пять» «ставится», если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

Оценка «три» « ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.

1. Найти величину контактной поверхности порошкового стержня из меди длиной 10 мм и площадью сечения 5 мм^2 , если электросопротивление ее равно $0,039 \text{ Ом}$, электросопротивление беспористого металла равно $0,035 \text{ Ом}$.
3. Во сколько раз изменится площадь контактного сечения порошковой проволоки, если ее пористость уменьшится с 20 до 10 %.
4. Какова пористость прессовки диаметром 20 мм и высотой 10 мм из шихты для материала ПА-ЖГрДЗ при массе 20 г?
5. Какова относительная плотность режущей пластины с размерами $5 \times 5 \times 4 \text{ мм}$ и массой 1,7 г, если она выполнена из порошка твердого сплава ВК-8?
6. Какая марка твердого сплава рекомендуется для резки листового стекла?
7. Предложите материал для детали «Подшипник» для условий работы: $P=3 \text{ МПа}$, $V=3-5 \text{ м/с}$ $T_{\text{рабоч.}}=180^\circ\text{C}$, ограниченная подача смазки.
8. Внимательно рассмотрите изображения частиц порошков на рис. 1 и 2, назовите дефекты, произведите необходимые измерения частиц и дайте оценку пригодности порошков для селективного лазерного спекания.

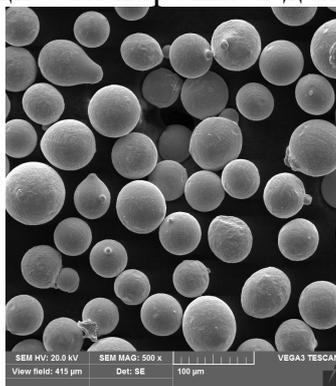


Рисунок 1 – Порошок ХН60М

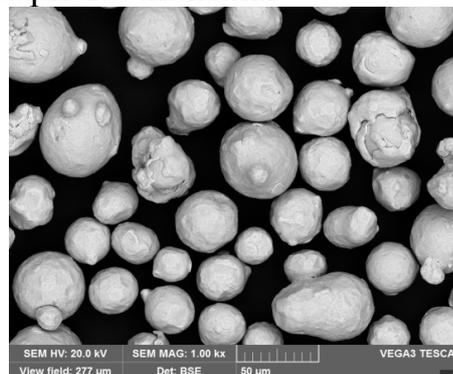


Рисунок 2 – Порошок Инконель 625