

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

« 09 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Процессы и технологии получения порошковых материалов  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 288 (8)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Материаловедение и технологии материалов (общий профиль,  
СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: ознакомление с теоретическими положениями процессов получения металлических и керамических порошков, порошков тугоплавких соединений, свойствами порошков и методами их определения, методами процессов формования и спекания порошковых материалов, свойствами порошковых конструкционных и функциональных материалов и изделий, а также технологических процессах получения порошковых материалов и изделий из них.

Задачи: изучение теоретических положений процессов и технологии получения порошковых материалов,

формирование умения разрабатывать технологические процессы получения порошковых материалов,

формирование практических навыков работы на основном технологическом и исследовательском оборудовании, применяемом в порошковой металлургии.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

порошки металлов и неметаллов;

способы производства порошков;

свойства порошков;

методы определения свойств порошков и порошковых материалов;

методы прессования порошков;

характеристика процесса спекания;

технологические процессы получения порошковых материалов с заданными свойствами;

свойства порошков, порошковых материалов и изделий различного назначения.

### 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-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает физико-химические основы и методы получения металлических и керамических порошков, порошковых, материалов и способы обработки материалов и изделий из них.	Знает физико-химические основы и методы получения порошковых, композиционных и наноматериалов и способов высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет подбирать технологические параметры процессов производства порошковых материалов и обработки материалов и изделий из них.	Умеет подбирать технологические параметры процессов производства порошковых, композиционных материалов и наноматериалов и высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них	Курсовая работа
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет навыками определения характеристик и подбора регулируемых параметров технологического процесса; анализа полученных результатов и определение оптимальных параметров процесса производства.	Владеет навыками определения характеристик и подбора регулируемых параметров технологического процесса; анализа полученных результатов и определение оптимальных параметров процесса производства	Курсовая работа
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	Знает физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств определения свойств порошковых изделий; методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых порошковых материалов и изделий из них; требования к качеству изготавливаемых в организации изделий; методики статистической обработки результатов измерений и контроля.	Знает физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний; методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов и изделий из них; требования к качеству изготавливаемых в организации изделий; методики статистической обработки результатов измерений и контроля	Экзамен
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	Умеет использовать методики измерений, контроля и испытаний изготавливаемых порошковых материалов; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний; выполнять	Умеет использовать методики измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний; выполнять статистическую обработку	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		статистическую обработку результатов измерений и контроля; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений.	результатов измерений и контроля; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений	
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	Владеет навыками контроля параметров и испытаний изготавливаемых порошковых изделий; обработки данных, полученных при испытаниях; оформления документации по результатам контроля и испытаний.	Владеет навыками контроля параметров и испытаний изготавливаемых изделий; обработки данных, полученных при испытаниях; оформления документации по результатам контроля и испытаний	Защита лабораторной работы
ПК-2.7	ИД-1ПК-2.7	Знает основные технологические документы для проектирования технологического процесса изготовления порошковых материалов требования к комплектности технологической и конструкторской документации	Знает основные технологические документы для проектирования технологического процесса изготовления материалов и покрытий; требования к комплектности технологической и конструкторской документации	Зачет
ПК-2.7	ИД-2ПК-2.7	Умеет анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию; определять соответствие характеристик изготавливаемых порошковых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документа	Умеет анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию; определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документа	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.7	ИД-3ПК-2.7	Владеет навыками разработки и оформления типовой технологической документации на изготовление порошковых материалов при производстве деталей и сборочных единиц	Владеет навыками разработки и оформления типовой технологической документации на изготовление материалов и покрытий при производстве деталей и сборочных единиц	Курсовая работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	63	45
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	43	27	16
- лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	25	16	9
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	144	81	63
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144

### 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
5-й семестр				
Введение.	1	0	0	0
Предмет задачи курса. Список рекомендуемой литературы для изучения курса. История развития порошковой металлургии. Основные направления в развитии порошковой металлургии на современном этапе.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 1. Физико-механические способы производства порошков.	2	0	0	7
Классификация методов производства порошков. Получение порошков резанием твердого материала. Измельчение дроблением, размолотом, истиранием. Оборудование для измельчения. Получение порошков диспергированием расплавов металлов. Механизм распада жидкой струи металла при распылении расплавов. Распыление расплавов потоком воды. Распыление расплавов газовым потоком. Центробежное распыление. Высокоскоростное затвердевание расплавов. Спиннингование расплавов. Распыление в валках. Электрогидродинамическое распыление. Метод электровзрыва проводников. Метод напыления капель на подложку. Распыление ультразвуком. Лазерная обработка. Ионно-плазменное распыление.				
Тема 2. Физико-химические способы производства порошков.	2	0	0	7
Физико-химические основы восстановления. Типы восстановителей. Восстановление оксидов и галогенидов. Получение порошков водородным восстановлением соединений. Получение порошков восстановлением твердым восстановителем. Получение порошков комбинированным восстановлением. Физико-химические основы электролиза водных растворов. Производство металлических порошков электролизом расплавов. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов. Получение порошков межкристаллитной коррозией, цементацией, испарением-конденсацией.				
Тема 3. Химико-металлургические способы производства порошков.	2	0	0	7
Физико-химические основы металлотермического восстановления. Получение порошков термодиффузионным насыщением. Получение металлических порошков автоклавным осаждением, хлоридным методом.				
Тема 4. Свойства металлических порошков.	2	0	2	7
Физические, химические, технологические свойства порошков. Методы определения свойств порошков. Связь между конечными свойствами изделий и исходных порошков. Экологические проблемы производства порошков. Техника безопасности при производстве порошков.				
Тема 5. Закономерности процесса прессования.	2	4	2	8

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Схема прессования в закрытой пресс-форме. Расчет навески. Боковое давление. Распределение давления в пресс-форме. Давление выталкивания. Упругое последствие.</p> <p>Распределение плотности и твердости в прессовке. Приемы, применяемые для достижения равномерной плотности в прессовке. Смазки. Двустороннее прессование. Прессование с использованием сил трения. Давление выталкивания. Потери давления на трение. Упругое последствие. Влияние характеристик порошка на величину упругого последствия и давления прессования.</p> <p>Подготовка порошков к формованию. Способы приготовления шихт. Влияние технологических, химических и физических характеристик порошка на уплотняемость. Брак при прессовании. Техника безопасности при прессовании.</p>				
Тема 6. Способы формования.	2	4	2	7
<p>Формование в пресс-форме. Изостатическое формование. Вибрационное формование.</p> <p>Импульсное формование. Мундштучное формование.</p> <p>Прокатка порошков. Шликерное формование.</p> <p>Инжекционное формование.</p>				
Тема 7. Сущность спекания.	2	4	2	8
<p>Физико-химические процессы, происходящие при спекании. Усадка. Стадии процесса спекания.</p> <p>Двухчастичная модель спекания. Назначение параметров спекания. Защитные среды и засыпки.</p> <p>Брак при спекании.</p>				
Тема 8. Техничко-экономическое обоснование технологического процесса порошковой металлургии.	3	0	2	7
<p>Типовая схема техпроцесса изготовления изделий методом порошковой металлургии. Свойства однородных и композиционных порошковых материалов. Основные и вспомогательные операции.</p> <p>Методика проектирования техпроцесса. Основная нормативная документация при проектировании техпроцесса.</p>				
Тема 9. Конструкционные порошковые материалы.	3	2	2	8
<p>Классификация порошковых материалов по служебным характеристикам. Спеченное железо и углеродистые стали. Легированные стали.</p> <p>Порошковые мартенситностареющие стали.</p> <p>Применение конструкционных порошковых сталей.</p> <p>Титан и его сплавы. Сплавы алюминия и меди.</p>				
Тема 10. Антифрикционные материалы.	3	2	2	7

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Порошковые антифрикционные материалы на основе железа. Железографитовые материалы. Материалы с твердыми смазками. Антифрикционные материалы на основе меди.				
Тема 11. Пористые материалы.	3	0	2	8
Классификация пористых материалов. Свойства пористых материалов и методы их определения. Изготовление пористых материалов из порошков и волокон. Изготовление пористых материалов с порофором. Метод копирования матрицы. Применение пористых порошковых материалов.				
ИТОГО по 5-му семестру	27	16	16	81
6-й семестр				
Тема 12. Фрикционные материалы.	2	2	2	10
Особенности условий работы фрикционных материалов. Технология изготовления фрикционных материалов. Фрикционные материалы на основе железа, никеля и меди, их применение.				
Тема 13. Электротехнические материалы.	3	3	2	11
Электрические контакты. Магнитно-мягкие материалы. Ферриты. Магнитно-твердые материалы. Магнитодиэлектрики. Применение порошковых магнитных материалов.				
Тема 14. Порошковые инструментальные и износостойкие материалы.	2	2	2	10
Методы получения порошковых инструментальных сталей. Порошковые быстрорежущие стали и композиции на их основе. Свойства порошковых инструментальных сталей. Композиционные инструментальные материалы.				
Тема 15. Тугоплавкие металлы.	3	2	0	11
Роль тугоплавких металлов в современной технике. Свойства, условия и области применения. Порошковые изделия из вольфрама и его сплавов. Порошковые изделия из молибдена и его сплавов.				
Тема 16. Твердые сплавы.	3	3	3	10
Общая характеристика твердых сплавов и их классификация. Области применения. Технология изготовления порошковых твердых сплавов. Существующие марки твердых сплавов и пути их улучшения.				
Тема 17. Дисперсноупрочненные материалы.	2	3	0	11
Жаропрочные и жаростойкие порошковые материалы. Применение жаропрочных материалов. Механизм упрочнения металлов дисперсными частицами. Дисперсноупрочненные материалы на основе меди, никеля, алюминия.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Заключение.	1	1	0	0
Проблемы и пути их решения при создании новых порошковых материалов.				
ИТОГО по 6-му семестру	16	16	9	63
ИТОГО по дисциплине	43	32	25	144

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Принципы маркировки порошков металлов и порошковых материалов
2	Расчет эффективных условий измельчения порошков в шаровых мельницах
3	Расчет оптимальных режимов диспергирования расплавов металлов
4	Расчет термодинамических характеристик химических реакций
5	Химико-металлургические способы производства порошков (семинар)
6	Решение задач по теме «Свойства порошков»
7	Решение задач по теме «Формование»
8	Решение задач по теме «Определение плотности и пористости порошковых материалов»
9	Решение задач по теме «Спекание»

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение технологических свойств порошков
2	Построение диаграммы прессования металлических порошков
3	Определение давления выталкивания
4	Установление зависимости прочности от плотности порошковых материалов
5	Влияние технологии получения на структуру и механические свойства порошковых сталей
6	Влияние легирования на свойства стали.
7	Исследование влияния пористости на коэффициент трения со смазкой порошковых материалов
8	Исследование структуры и свойств пористых материалов

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	«Разработка технологического процесса производства детали "Кулачок" методом порошковой металлургии»
2	«Разработка технологического процесса производства детали "Втулка фигурная" методом порошковой металлургии»
3	«Разработка технологического процесса производства детали "Рычаг" методом порошковой металлургии»
4	«Разработка технологического процесса производства детали "Гайка" методом порошковой металлургии»
5	«Разработка технологического процесса производства детали "Вилка" методом порошковой металлургии»
6	«Разработка технологического процесса производства детали "Планка" методом порошковой металлургии»
7	«Разработка технологического процесса производства детали "Вкаладыш" методом порошковой металлургии»
8	«Разработка технологического процесса производства детали "Гайка упорная" методом порошковой металлургии»
9	«Разработка технологического процесса производства детали "Ротор" методом порошковой металлургии»

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Анциферов В. Н. Перспективные порошковые материалы : учебное пособие / В. Н. Анциферов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2	Анциферов В. Н. Порошковое материаловедение : монография / В. Н. Анциферов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2012.	4
3	Вакутин А. П. Оборудование и оснастка для формования металлических порошков : учебное пособие / А. П. Вакутин, М. Н. Каченюк. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	24
4	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / С. А. Оглезнева [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5
5	Ч. 2. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2011. - (Порошковое материаловедение : учебное пособие для вузов; Ч. 2).	20
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Металлические порошки и порошковые материалы : справочник / Б. Н. Бабич [и др.]. - М.: ЭКОМЕТ, 2005.	15
2	Производство металлических порошков. - Москва: , Изд-во МИСиС, 2001. - (Процессы порошковой металлургии : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 1).	18
3	Формование и спекание. - Москва: , Изд-во МИСиС, 2002. - (Процессы порошковой металлургии : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 2)	26
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	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)
Основная литература	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: учеб. пособие / с. а. Оглезнева. – Пермь: изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 307 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4399">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4399</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Оборудование и оснастка для формования металлических порошков: учебное пособие/А. П. Вакутин, М.Н. Каченюк; Пермский государственный технический университет.— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010.— 107 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=250">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=250</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Перспективные порошковые материалы : учебное пособие / В. Н. Анциферов; Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Научный центр порошкового материаловедения.— Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 .— 116 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2766">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2766</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Порошковое материаловедение : учебное пособие для вузов / В. Н. Анциферов ; Пермский государственный технический университет; Научный центр порошкового материаловедения.— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. Ч. 2 .— 2011 .— 441 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=88">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=88</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Порошковое материаловедение: учебное пособие для вузов / В. Н. Анциферов; Пермский государственный технический университет; Научный центр порошкового материаловедения.— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. Ч. 1: Основы теоретического материаловедения .— 2010 .— 14	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2339">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2339</a>	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен.

### 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	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Комплекс "Фемтоскан"	1
Лабораторная работа	Печь вакуумная СШВ-1.3.1	1
Лабораторная работа	Пресс П-125	1
Лекция	Мультимедийный проектор, ноутбук	1
Практическое занятие	Комплекс "Фемтоскан"	1

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Процессы и технологии получения порошковых материалов»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Направленность (профиль) образовательной программы:** Материаловедение и технологии авиационно-космических материалов

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Механика композиционных материалов и конструкций

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3, 4

**Семестр:** 6, 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 8 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 288 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 5 семестр

Экзамен: 6 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.

### **Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (5, 6-го семестров учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные 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, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУБы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 Знает физико-химические основы и методы получения металлических и керамических порошковых, композиционных и наноматериалов и способов высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них		ТО1		КР2		ТВ
3.2 Знает физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний; методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов и изделий из них; требования к качеству изготавливаемых в организации изделий; методики статистической обработки результатов измерений и контроля	С1	ТО2		КР1		ТВ
3.3. Знает основные технологические документы для проектирования технологического процесса изготовления материалов и покрытий; требования к комплектности технологической и конструкторской документации		ТО3		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 Умеет подбирать технологические параметры процессов производства порошковых, композиционных материалов и наноматериалов и высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них			ОЛР1	КР2		ПЗ

<b>У.2</b> Умеет использовать методики измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний; выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений			ОЛР2 ОЛР3	КР1		ПЗ
<b>У.3.</b> Умеет анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию; определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документа			ОЛР4 ОЛР5	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками определения характеристик и подбора регулируемых параметров технологического процесса; анализа полученных результатов и определение оптимальных параметров процесса производства			ОЛР6			КЗ
<b>В.2</b> Владеет навыками контроля параметров и испытаний изготавливаемых изделий; обработки данных, полученных при испытаниях; оформления документации по результатам контроля и испытаний			ОЛР7			КЗ
<b>В.3</b> Владеет навыками разработки и оформления типовой технологической документации на изготовление материалов и покрытий при производстве деталей и сборочных единиц			ОЛР8 ОЛР9			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.*

Промежуточной оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачёта, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

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

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы технологии получения порошков», вторая КР – по модулю 2 «Основы технологии получения порошковых материалов».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Классификация физико-механических методов получения металлических порошков.

2. Теоретические основы и технологические особенности получения порошков меди электролизом..

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Теоретические основы уплотнения порошково формовки при прессовании.

2. Особенности получения твёрдых сплавов.

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

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для 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. Подготовка порошков к прессованию и способы приготовления шихт из порошков.
2. Способы производства порошков и их свойства в зависимости от способа.
3. Влияние свойств порошков на свойства спеченных изделий.
4. Формование в пресс-форме. Процессы, происходящие при прессовании порошков.
5. Сущность и виды спекания. Процессы, происходящие при спекании порошков.
6. Свойства порошковых прессовок, методы их определения. Брак при прессовании.
7. Классификация порошковых материалов.
8. Методы определения технологических свойств порошков.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Выбрать способ получения порошка заданного металла.
2. Выбрать технологическую схему изготовления детали методом порошковой металлургии.
3. Выбрать состав порошкового материала заданного назначения.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Выбрать технологию изготовления детали конструкционного назначения методом порошковой металлургии.
2. Выбрать технологию изготовления детали антифрикционного назначения методом порошковой металлургии.
3. Выбрать технологию изготовления твердосплавной детали методом порошковой металлургии.

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 при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **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.

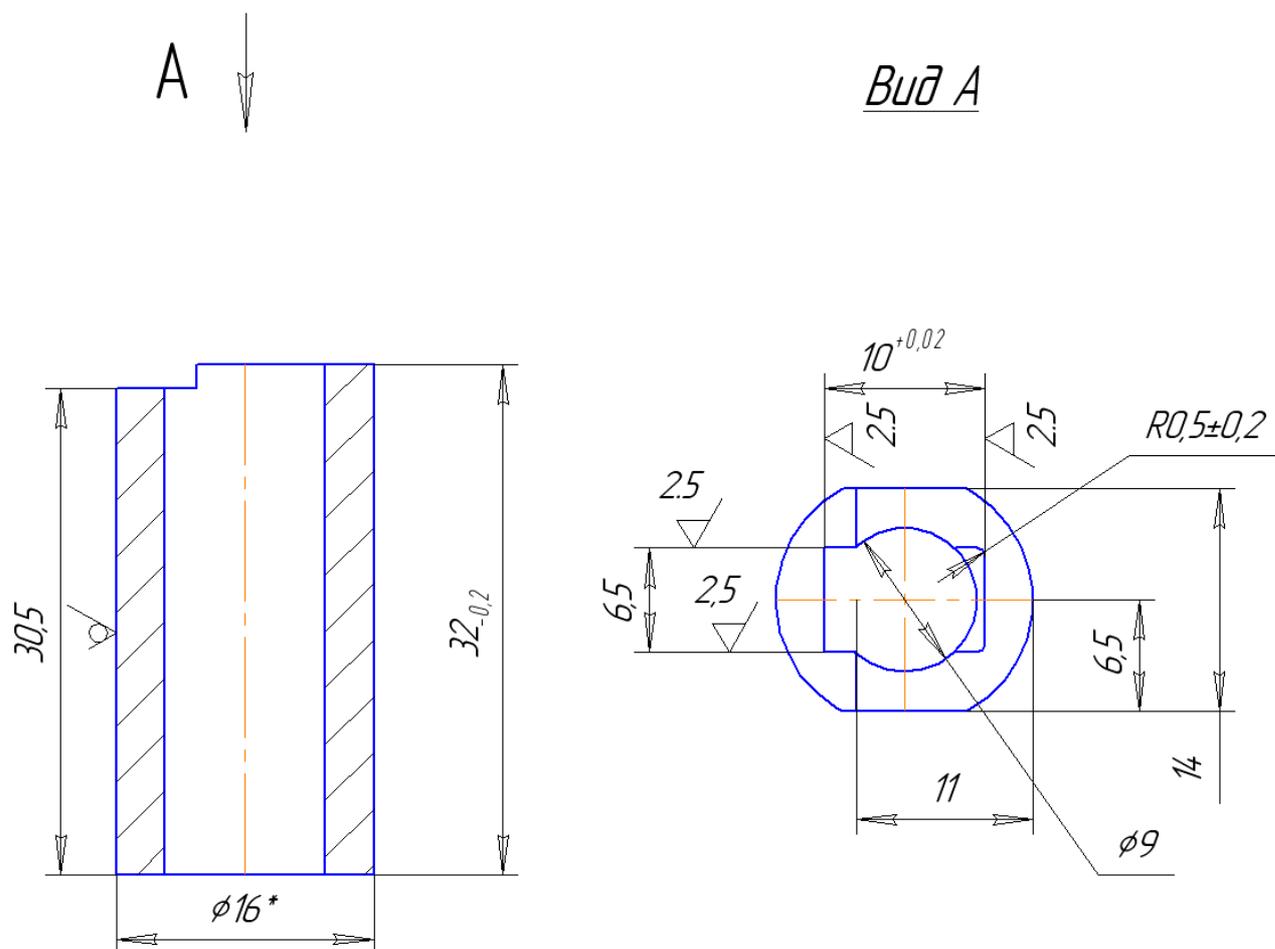
**Приложение 1.**  
**Типовые задания для проверки знаний, умений и владений**

**Задание № 1.**

Рассчитать частоту вращения для различных режимов, массу загрузки шаров и порошка алюминия, измельчаемого в шаровой мельнице. Диаметр барабана 1,25 м, отношение длины барабана к диаметру 2.

**Задание № 2.**

Рассчитать массу порошковых компонентов, необходимых для изготовления детали ПК40Н2М-2, изображённую на чертеже.



**Задание 3.**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Получение порошков резанием твердого материала. Типы стружек. Влияние режима резания на тип стружки.
2. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов.

***Задание 4.***

Описать характерные стадии уплотнения порошковой формовки при холодном прессовании в закрытой пресс-форме.