

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

26.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.5 Методы формообразования изделий из порошковых материалов

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.04.01 Машиностроение

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Современные технологии машиностроительных
производств

Курс 2
Семестр 4

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	20	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	20	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	40	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	140	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	4	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.04.01 Машиностроение

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук и ученым званием "доцент"	МиМ	СОГЛАСОВАНО	Н.Г. Крашенинникова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)			
09.01.2025	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение
«Родина»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 28.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-2 Способен проводить анализ и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля параметров технологических процессов, элементов машиностроительных производств	ПК-2.1 Устанавливает по марке материала технологические свойства материалов.	знания: Знает свойства, маркировку, области применения порошковых материалов умения: Уметь устанавливать по марке порошкового материала его технологические и эксплуатационные свойства навыки: Имеет навыки выбора порошкового материала для заданных условий эксплуатации
	ПК-2.2 Выявляет причины дефектов на различных этапах изготовления заготовок, деталей.	знания: Знает влияние свойств исходных материалов и технологических параметров на свойства порошковых изделий умения: Умеет определять причины дефектов порошковых изделий и способы их предотвращения навыки: Имеет навыки расчета и оптимизации параметров технологического процесса производства изделий из металлических порошков

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Технологии перспективных материалов и технологии термической обработки (ПК-2), Композиционные и наноразмерные структуры в машиностроении (ПК-2), Проектирование изделий из композиционных материалов и наноразмерных систем (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, исследовательские, практические занятия, процедуры самообучения, тренинговые

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 1. Методы прессования заготовок из металлических порошков	112	ПК-2
Лекция. Классификация методов формования. Закономерности прессования. Технология прессования в жестких пресс-формах.	2	
Лекция. Методы изостатического прессования	2	
Лекция. Инжекционное прессование Шликерное литье.	2	
Лекция. Получение длинномерных заготовок: прокатка порошков, мундштучное прессование	2	
Лекция. Методы высокоскоростного прессования. Вибрационное прессование	2	
Лекция. Горячее прессование. Инфильтрация	2	
Практическое занятие. Технология прессования в жестких пресс-формах. Разработка схемы прессования	2	
Практическое занятие. Расчет оснастки для прессования и калибрования порошковых заготовок	2	
Практическое занятие. Расчет технологических параметров прессования в металлической пресс-форме	2	
Практическое занятие. Расчет параметров изостатического прессования	2	
Практическое занятие. Расчет параметров мундштучного прессования	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к практическим занятиям, тестам, написание реферата, выполнение тестов в электронном курсе.	90	
Раздел 2. Технология основных групп порошковых материалов	68	ПК-2
Лекция. Основные группы порошковых материалов.	4	
Лекция. Особенности термической и химико-термической обработки порошковых материалов	2	
Лекция. Особенности компактирования нанопорошков	2	
Практическое занятие. Особенности спекания изделий из металлических порошков	2	
Практическое занятие. Технология порошковых конструкционных материалов	2	
Практическое занятие. Технология порошковых антифрикционных материалов	2	
Практическое занятие. Разработка технологического процесса производства изделий из металлических порошков	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к практическим занятиям, тестам, написание реферата, выполнение тестов в электронном курсе.	50	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение тестов, подготовку докладов. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является балльно-рейтинговый контроль.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Крашенинникова, Надежда Геннадьевна. Основы технологии порошковой металлургии [Текст] : [учебное пособие по направлениям 22.03.01, 15.03.01, 15.04.05] / Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков, Г. П. Фетисов; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 286 с. ISBN 978-5-8158-1769-2. Экземпляры: всего 30.	30 / https://portal.volgatech.net/books/Krashenninnikova_osnovi_tehnologii_2016.pdf
2.	Крашенинникова, Надежда Геннадьевна. Основы технологии порошковой металлургии [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие для самостоятельной работы и практических занятий : [для технических направлений подготовки и специальностей по разделам дисциплин "Основы технологии порошковой металлургии", "Методы формообразования изделий из порошковых материалов"] / Н. Г. Крашенинникова, С. Я.	36 / https://portal.volgatech.net/books/Krashenninnikova_osnovi_tehnologii_poroshkovoi_metalurgii_2018.pdf

	Алибеков; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 155 с. ISBN 978-5-8158-1975-7. Экземпляры: всего 36.	
3.	Структура, свойства и технологии металлических и неметаллических материалов [Текст] : [лабораторный практикум для студентов направления 150100 и специальности 150601.65] / [Н. Г. Крашенинникова и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т", ФГБОУ ВПО "Моск. авиац. ин-т" (Нац. исслед. ун-т). Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 170 с. ISBN 978-5-8158-1234-5. Экземпляры: всего 19.	19 / https://portal.volgatech.net/books/Krashennnikova_struktura_svojstva.pdf
4.	Технология конструкционных материалов [Текст] : учебник : [для студентов вузов по машиностроительным направлениям] / [В. А. Кузнецов и др.]. Москва: Академия, 2013. - 333, [1] с. ISBN 978-5-7695-9153-2. Экземпляры: всего 9.	9

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	141a (I)	Весы лабораторные EL-600 (2), Весы лабораторные ВК-300 (1), Вискозиметр ВЗ-246 (1), Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплект кодотран материаловедени (1), Комплект кодотран основы метролог (1), Комплект кодотран. литейное произ (1), Компьютер AMDX2 4200/4Gb/250Gb/DVD-RW/FDD/Монитор 17"Samsung клв.мышь (1), МИКРОСКОП МЕТАМ РВ-22 (1), Ноутбук Lenovo (G500) 15,6" HD (1), Оверхед-проектор Medium портативный (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ ПМ-8 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ СНОЛ 8,2/1100 (2), Печь муфельная СНОЛ-6,7/1300 (1), Принтер лазерн. Xerox 3122 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Станок шлифовально-полировальный ШЛИФ-2М-V (1), СТИЛОСКОП СЛ-13 (1), Стол лабораторный СЛМ-1Н (1), Стол химический пристенный СХП -2Н (1), Термодат-11МЗ /4УВ/4Р	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

	регулятор температуры (1), Термодат-25У1-РМ /8У/8С/ВР регулятор температуры (1), Толщиномер Константа К-5 (1), Толщиномер покрытий ТТ100 (1), Универсальный измеритель-регулятор ТРМ138Р (1), Установка для индукционного нагрева металла i-Ductor (1), ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ (1), Щит управления (1714,4) (1), Экран настенный рулонный 200х200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	
--	--	--

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Тест 1. Методы получения, свойства и маркировка металлических порошков

для магистров, обучающихся по направлению подготовки

15.04.01 Машиностроение

Вариант 0

1. Физико-механическими методами получения металлических порошков являются ...

1) распыление воздухом 2) электролиз 3) метод межкристаллитной коррозии 4) размол

2. Методом восстановления получают порошки ____ формы.

1) осколочной 2) сферической 3) дендритной 4) каплевидной 5) губчатой

3. Порошок марки ПЖРВЗ.200.28 получен методом ...

1) распыления воздухом 2) восстановления 3) распыления водой 4) электролиза

4. График зависимости, построенный в координатах «плотность прессовки – давление прессования» характеризует ____ порошка.

5. Распыленный порошок по сравнению с восстановленным имеет ...

1) лучшую текучесть 2) меньшую насыпную плотность
3) худшую уплотняемость 4) лучшую формуемость

6. К технологическим свойствам порошка относится ...

1) гранулометрический состав 2) микротвердость

3) насыпная плотность 4) пирофорность

7. Ситовый анализ используется для определения ____ порошка.

1) удельной поверхности 2) размера частиц 3) текучести 4) формуемости

8. Число «28» в маркировке порошка ПЖВ 2.160.28 означает ...

1) текучесть (с/50г) 2) насыпную плотность $\cdot 10$ (г/см³)
3) средний размер частиц ($\cdot 10^{-1}$, мкм) 4) содержание углерода в сотых долях процента

9. В качестве восстановителя при получении при получении порошка титана используют ...

1) твердый углерод 2) эндогаз 3) натрий 4) углекислый газ

10. Легированные порошки можно получить методом ...

1) диссоциации карбониллов 2) электролиза 3) распыления 4) восстановления

11. «Р-10» – марка порошка ...

1) медного распыленного 2) фосфора 3) железного карбонильного 4) быстрорежущей стали

12. Порошок нержавеющей стали, содержащий около 18 % хрома и около 9 % никеля, с максимальной крупностью частиц 160 мкм и насыпной плотностью 2,4 г/см³, имеет марку ____.

13. Электролизом раствора электролита можно получить порошок ...

1) алюминия 2) тантала 3) магния 4) никеля

14. Частицы порошка марки ПНК имеют ____ форму.

1) каплевидную 2) осколочную 3) сферическую 4) дендритную

15. Из приведенных наиболее активным восстановителем, используемым при производстве железного порошка, является ...

1) водород 2) углекислый газ 3) эндогаз 4) аммиак

16. Насыпная плотность порошка марки ПХ30-280-23 составляет ____ г/см³.

Вариант 0

1. Элемент оснастки, оформляющий торец детали при прессовании металлических порошков в закрытой пресс-форме, называется ____.

2. Двусторонним прессованием в неразъемной металлической пресс-форме с одноосным приложением нагрузки нельзя получить порошковые заготовки с...

- 1) отверстием в направлении прессования 2) резьбой по отверстию
- 3) отношением высоты к диаметру больше 1 4) фаской по внешнему диаметру

3. Для уменьшения износа оснастки при прессовании деталей из металлических порошков обычно добавляют ...

- 1) графит 2) стеарат цинка 3) индустриальное масло 4) глицерин

4. Изменение размера прессовки по сравнению с размером в пресс-форме после снятия давления и выпрессовки заготовки называется ____.

5. При гидростатическом прессовании уплотнение порошка производят обычно в оболочках из ...

- 1) цветных сплавов 2) керамики 3) эластомеров 4) стали

6. Высокоплотные детали из металлических порошков можно получить ...

- 1) двусторонним прессованием 3) мундштучным прессованием
- 2) горячим прессованием 4) магнитоимпульсным прессованием

7. Для обеспечения требуемой точности размеров спеченные заготовки из порошковых сталей обычно подвергают ...

- 1) штамповке 2) доуплотнению 3) калиброванию 4) механической обработке

8. Для получения прессовок, имеющих переменное сечение по высоте, используют ...

- 1) плавление матрицы 2) пресс-формы с несколькими пуансонами
- 3) двустороннее прессование 4) двойное прессование с промежуточным спеканием

9. Процесс получения из металлических порошков заготовки требуемых формы, размеров,

плотности и механической плотности за счет приложения давления, превышающего предел текучести основного компонента порошковой смеси, называется ...

1) калибровкой 2) уплотнением 3) штамповкой 4) прессованием 5) формованием

10. В методе магнитоимпульсного прессования прессуемый порошок помещают в оболочку из ...

1) тонколистовой стали 2) меди 3) полиуретана 4) натурального каучука

11. Давление, необходимое для достижения заданной плотности прессовки при прессовании в неразъемной металлической пресс-форме с увеличением дисперсности порошка ...

1) увеличивается 2) уменьшается 3) практически не изменяется

12. Метод получения заготовок большой длины путем непрерывного продавливания смеси пластификатора с порошком через матрицу называется ...

13. При максимальном давлении прессования 500 МПа пресс усилием 150 т можно использовать для получения заготовок с площадью поперечного сечения до ____ см².

1) 10 2) 25 3) 40 4) 50

14. Наиболее прочными при одинаковой плотности являются прессовки из порошков, полученных методом ...

1) распыления водой 2) размола 3) восстановления 4) центробежного распыления

15. Перспективными методами изготовления изделий из нанопорошков являются ...

- 1) газостатическое прессование
- 2) ультразвуковое прессование
- 3) двустороннее прессование в металлических пресс-формах
- 4) магнитно-импульсное прессование

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к итоговому тесту

по дисциплине «Методы формообразования изделий из порошковых материалов»

1. Классификация методов получения порошков.
2. Получение порошков размолотом в мельницах разного типа. Получение порошков методом диспергирования расплава газовым потоком.
3. Получение порошков методом распыления расплава водой.
4. Получение порошков методом центробежного распыления.
5. Получение порошков восстановлением химических соединений.
6. Основные закономерности электролитического метода получения металлических порошков.
7. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов.
8. Получение металлических порошков термодиффузионным насыщением.
9. Химические свойства металлических порошков.
10. Физические свойства порошков и методы их исследования.
11. Технологические свойства порошков и методы их контроля.
12. Подготовка порошков к прессованию.
13. Принципиальная технологическая схема производства порошковых изделий.
14. Принципы отбора деталей для изготовления из металлических порошков.
15. Основные закономерности процесса формования металлических порошков.
16. Технология прессования в закрытых металлических пресс-формах.
17. Изостатическое прессование.
18. Мундштучное прессование.
19. Прокатка порошков.
20. Инжекционное прессование.
21. Взрывное прессование.
22. Магнитно-импульсное прессование.
23. Электрогидроимпульсное прессование.
24. Шликерное литье.
25. Основные закономерности процесса спекания.
26. Конструкционные порошковые материалы, маркировка, структура, свойства.
27. Термическая и химико-термическая обработка порошковых сталей.
28. Порошковые антифрикционные материалы.

Тест итоговый по дисциплине «Методы формообразования изделий из порошковых материалов»
для магистров, обучающихся по направлению подготовки

15.04.01 Машиностроение

Вариант 0

1. Гомогенные легированные порошки можно получить методом ...

- 1) диссоциации карбониллов 2) электролиза 3) распыления 4) восстановления

2. Порошок марки ПЖВ2.160.26 получен методом ...

- 1) распыления воздухом 2) восстановления 3) распыления водой 4) электролиза

3. Интервал плотности, при которой прессовка не имеет разрушений при извлечении из пресс-формы, характеризует ____ порошка.

4. Электролизом раствора можно получить порошки ...

- 1) никеля 2) алюминия 3) магния 4) железа

5. Изменение размера прессовки по сравнению с размером в пресс-форме после снятия давления и выпрессовки заготовки называется ____.

6. Элемент оснастки, оформляющий сквозное отверстие в детали при прессовании металлических порошков в закрытой пресс-форме, называется ...

- 1) матрицей 2) пуансоном 3) зенкером 4) стержнем

7. Для уменьшения износа оснастки при прессовании деталей в порошковую шихту обычно добавляют ...

- 1) графит 2) стеарат цинка 3) индустриальное масло 4) глицерин

8. В условиях серийного производства для спекания деталей из порошковых сталей используют обычно ____ печи.

- 1) муфельные 2) конвейерные 3) шахтные 4) вакуумные

9. Наиболее частой причиной обезуглероживания деталей при спекании является ...

- 1) завышенная температура спекания
2) низкий углеродный потенциал атмосферы
3) слишком медленное охлаждение

4) завышенная пористость прессовок

10. Порошковые материалы на основе железа спекают обычно при температурах ____ °С.

- 1) 900 – 1000 2) 1100 – 1200 3) 1300 – 1400 4) 800 – 900

11. Основной структурной составляющей сплава ПК80-64 после правильно проведенного спекания является ...

- 1) феррит 2) перлит 3) аустенит 4) цементит

12. Буквой «К» в марке порошковой стали ПК35Д2К-64 обозначается присутствие ...

- 1) кремния 2) кобальта 3) серы 4) карбидов

14. В качестве защитной атмосферы для спекания порошковых сталей можно использовать ...

- 1) эндогаз, H_2 2) азот, углекислый газ 3) воздух, аргон 4) природный газ, ацетилен

15. Причиной коробления порошковых заготовок при спекании может быть ...

- 1) неравномерная плотность прессовок и слишком быстрый подъем температуры при спекании
2) завышенная температура спекания и слишком большое содержание окислителей в защитной атмосфере
3) завышенная плотность прессовок и слишком большая продолжительность спекания
4) слишком большая пористость и недопекание заготовок

16. После спекания материал ПК10-64 должен иметь структуру ...

- 1) ферритную, допускаются участки перлита
2) перлитную, допускаются включения цементита
3) мартенситную, допускается остаточный аустенит
4) феррито-перлитную с включениями сульфидов

17. Пористость материала ПК10Д3-68 составляет около ____ %.

- 1) 14 2) 10 3) 18 4) 21

18. Закалку порошковой стали ПК40Д2К-74 целесообразно проводить с температуры ____ °С.

- 1) 840?860 2) 750?770 3) 690?710 4) 1120-1150

19. После цементации порошковых сталей ...

- 1) их подвергают закалке и низкому отпуску
- 2) проводят нормализацию
- 3) их подвергают диффузионному отжигу
- 4) дополнительной термической обработки не требуется

20. 12. ПА-ЖГр2ДЗ – это марка ...

- 1) порошкового конструкционного материала
- 2) легированного порошка на основе железа
- 3) твердого сплава
- 4) порошкового антифрикционного материала