

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Теоретические основы прочности твердых сплавов

Закреплена за подразделением

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 3

в том числе:

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Зайцев Александр Анатольевич*

Рабочая программа

**Теоретические основы прочности твердых сплавов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-4.plx Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий**

Протокол от 28.03.2022 г., №12

Руководитель подразделения Левашов Е.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины: научить основам комплексного научного подхода для формирования у студентов навыков в области теоретических основ спеченных твердых сплавов, специфики их строения и областей применения, обучить выбору составов сплава различного назначения, особенностям методов контроля свойств и структуры, управлять технологическими процессами изготовления изделий из твердых сплавов, умению эксплуатировать оборудование.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Научно-исследовательская практика	
2.1.2	Порошковые конструкционные материалы общемашиностроительного и специального назначения	
2.1.3	Теоретические основы прессования и спекания	
2.1.4	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.5	Получение металлических порошков	
2.1.6	Свойства порошков и методы их определения	
2.1.7	Методы аттестации наноструктурных поверхностей	
2.1.8	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31	основы материаловедения по спеченным твердым сплавам и существующие теории прочности твердых сплавов.
ПК-4-32	структуру, фазовые превращения в спеченных твердых сплавах и их связь с прочностными свойствами.
<b>ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-32	области применения основных марок твердых сплавов с учетом их структуры и механических свойств.
ПК-3-31	общую характеристику строения твердых сплавов с учетом марки.
<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У3	анализировать закономерности физико-механических свойств твердых сплавов.
ПК-4-У2	планировать и выполнять расчеты по теории прочности твердых сплавов.
ПК-4-У1	описывать и анализировать исследования по теоретическим основам твердых сплавов.
<b>ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У2	определять и описывать структуру спеченных твердых сплавов.
ПК-3-У1	проводить литературный и патентный поиск теории прочности твердых сплавов.

<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В2 методами решения инженерных задач по прочностным свойствам твердых сплавов.
ПК-4-В3 методами исследования, планирования и проведения необходимых экспериментов по прочности твердых сплавов.
<b>ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 навыками самостоятельной работы с литературой по твердым сплавам для поиска информации для решения теоретических задач прочности.
<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 навыками проведения измерений прочностных свойств твердых сплавов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Проблема карбидного скелета и прочность твердых сплавов</b>							
1.1	Проблема карбидного скелета и прочности твердых сплавов /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2			
1.2	Общая характеристика твердых сплавов: классификация, марки сплавов, свойства. Основные области применения твердых сплавов с учетом теоретических основ прочности. /Пр/	3	4	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2			Р1
1.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	6	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2			
	<b>Раздел 2. Теории прочности твердых сплавов, предложенные различными исследователями</b>							
2.1	Теории прочности твердых сплавов, предложенные Давилем, Амманом и Хиннибером, Герлендом, Ивенсеном. Теории прочности твердых сплавов, предложенные Чапоровой, Шпейтом, Креймером. Контрольная работа №1 "Классификация и механические свойства твердых сплавов". /Лек/	3	8	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2		КМ1	

2.2	Характер изменения свойств сплавов WC – Co, WC – TaC – Co от основных факторов, влияющих на свойства. Характер изменения свойств твердых сплавов WC – TiC – Co, WC – TiC – TaC – Co (2-х фазных и 3-х фазных) от основных факторов, влияющих на свойства. /Пр/	3	6	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2			P2,P3
2.3	Подготовка к практическим занятиям контрольной работе №1. /Ср/	3	20	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2			
	<b>Раздел 3. Качественная и количественная теория прочности твердых сплавов, предложенная Г.С. Креймером</b>							
3.1	Природа перегиба прочности сплавов WC – Co от содержания кобальта. Путь разрушающей трещины в сплавах WC – Co и WC – TiC – Co. Теория Гриффитса – Орована применительно к сплавам WC – Co. Качественная и количественная теория прочности твердых сплавов, предложенная Г.С.Креймером. Применение теории дисперсионного упрочнения для объяснения прочности твердых сплавов. Механизм разрушения твердых сплавов. Контрольная работа №2 "Теоретические основы прочности твердых сплавов /Лек/	3	13	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э1 Э2		КМ2	
3.2	Теории прочности твердых сплавов, предложенные разными исследователями. /Пр/	3	3	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э1 Э2			P4
3.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №2. /Ср/	3	16	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э1 Э2			

	<b>Раздел 4. Современные представления о прочности твердых сплавов. Ультрадисперсные и наноструктурные твердые сплавы</b>							
4.1	Современные представления о прочности твердых сплавов. Ультрадисперсные и наноструктурные твердые сплавы. Технология, свойства, структура, области применения особомелкозернистых твердых сплавов. Контрольная работа №3 "Составы, технология получения и свойства основных марок твердых сплавов" /Лек/	3	11	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2		КМЗ	
4.2	Тенденция развития современных спеченных твердых сплавов. Нано- и ультрадисперсные твердые сплавы. /Пр/	3	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			Р5
4.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №3 /Ср/	3	15	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1 "Классификация и механические свойства твердых сплавов"	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У2;ПК-4-32	<ol style="list-style-type: none"> <li>Опишите маркировку спеченных твердых сплавов по составу, а также по размеру зерна. Приведите примеры.</li> <li>Опишите маркировку спеченных твердых сплавов по ИСО 513.</li> <li>Приведите основные зависимости механических свойств (твердость, прочность на сжатие и изгиб. ударная вязкость) сплавов группы ВК от содержания Со, размера зерна, температуры, содержания η1 фазы и свободного углерода.</li> <li>Приведите основные зависимости механических свойств (твердость, прочность на сжатие и изгиб. ударная вязкость) сплавов группы WC-TiC-Co (двухфазные и трехфазные сплавы) от содержания Со, размера зерна, температуры, содержания TiC).</li> <li>Приведите основные зависимости механических свойств (твердость, прочность на сжатие и изгиб. ударная вязкость) сплавов группы WC-TaC-Co и WC-TiC-TaC-Co от содержания Со, размера зерна, температуры, содержания TaC)</li> </ol>

КМ2	Контрольная работа №2 "Теоретические основы прочности твердых сплавов"	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Специфическое строение твердых сплавов. Эксперимент Л. Давиля и его применимость к объяснению прочности при сжатии и изгибе твердых сплавов.</li> <li>2. Сущность теории В.А. Ивенсона и ее применимость для объяснения прочностных свойств твердых сплавов</li> <li>3. Термические напряжения и прочность сплавов WC-Co. Объяснение хода зависимостей прочности при сжатии и изгибе с учетом термических напряжений по В. Шпейту</li> <li>4. Применение теории Гриффитса-Орована к объяснению прочности твердых сплавов</li> <li>5. Применение теории дисперсионного упрочнения к объяснению прочности твердых сплавов</li> <li>6. Теория прочности двух- и трехфазных сплавов WC-TiC-Co. Объясните ход основных прочностных зависимостей этих сплавов.</li> <li>7. Теория прочности двух- и трехфазных сплавов WC-TiC-TaC-Co. Объясните ход основных прочностных зависимостей этих сплавов.</li> </ol>
КМ3	Контрольная работа №3 "Составы, технология получения и свойства основных марок твердых сплавов"	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составы, технология получения, области применения сплавов М, ОМ, ХОМ. (За счет чего достигаются повышенные свойства сплавов точки зрения структуры? Как достигается особо мелкое зерно?)</li> <li>2. Бесстружковая обработка металлов и применяемые для этих целей твердые сплавы.</li> <li>3. Ингибиторы роста зерна карбидной фазы: применяемые соединения и их эффективность, механизм ингибирования</li> <li>4. Составы, технология получения, свойства и области применения сплавов группы К, КС, С</li> <li>5. Опишите технологию получения сплава ТТ7К12. Где может применяться этот сплав?</li> <li>6. Опишите технологию получения сплава ТТ10К8-А и ТТ10К8-Б. Где могут применяться эти сплавы?</li> <li>7. Опишите технологию получения сплава Т5К12-В. Где может применяться этот сплав?</li> <li>8. Легирование и изменение состава связующей фазы твердых сплавов. Свойства, технология получения и области применения сплавов группы ВЖН.</li> <li>9. Опишите технологию получения сплава ТН20. Где может применяться этот сплав?</li> <li>10. Составы, технология получения, области применения сплавов марки СТИМ</li> <li>11. Многогранные неперетачиваемые пластины (МНП): преимущества и недостатки.</li> <li>12. Термодиффузионный метод нанесения покрытий (ДТ): термодинамика, технология процесса и свойства покрытий</li> <li>13. Метод осаждения покрытий из газовой фазы (ГТ): термодинамика, технология процесса и свойства покрытий</li> <li>14. Метод КВТК: термодинамика, технология процесса и свойства покрытий</li> <li>15. Опишите основные механизмы износа твердосплавных резцов при резании стали и чугуна</li> </ol>

КМ4	Зачет с оценкой по курсу "Теоретические основы твердых сплавов"	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация твердых сплавов ( доле ТС);</li> <li>2. Классификация ТС групп ВК, ТК, ТТК по составу-назначению. Области применения ТС;</li> <li>3. Зависимость свойств сплавов ВК от содержания кобальта, размера зерна карбидных фаз, температуры испытания, наличия прочих фазовых составляющих (графита, η1 - фазы);</li> <li>4. Зависимость свойств сплавов ТК, ТТК от содержания кобальта, размера зерна карбидных фаз, температуры испытания, содержания TiC (TaC);</li> <li>5. Специфическое строение твердых сплавов. Эксперимент Л. Давиля и его применимость к объяснению прочности при сжатии и изгибе твердых сплавов;</li> <li>6. Сущность теории В.А. Ивенсона и ее применимость для объяснения прочностных свойств твердых сплавов;</li> <li>7. Термические напряжения и прочность сплавов WC-Co. Объяснение хода зависимостей прочности при сжатии и изгибе с учетом термических напряжений по В. Шпейту;</li> <li>9. Применение теории Гриффиттса-Орована к объяснению прочности твердых сплавов;</li> <li>10. Применение теории дисперсионного упрочнения к объяснению прочности твердых сплавов;</li> <li>11. Теория прочности двух- и трехфазных сплавов WC-TiC-Co. Объясните ход основных прочностных зависимостей этих сплавов;</li> <li>12. Теория прочности двух- и трехфазных сплавов WC-TiC-TaC-Co. Объясните ход основных прочностных зависимостей этих сплавов;</li> <li>13. Составы, технология получения, области применения сплавов М, ОМ, ХОМ;</li> <li>14. Бесстружковая обработка металлов и применяемые для этих целей твердые сплавы;</li> <li>15. Ингибиторы роста зерна карбидной фазы: применяемые соединения и их эффективность, механизм ингибирования;</li> <li>16. Составы, технология получения, свойства и области применения сплавов группы К, КС, С;</li> <li>17. Технология получения и области применения сплава ТТ7К12;</li> <li>18. Технология получения и области применения сплавов ТТ10К8-А и ТТ10К8-Б;</li> <li>19. Технология получения и области применения сплава Т5К12-В;</li> <li>20. Легирование и изменение состава связующей фазы твердых сплавов. Свойства, технология получения и области применения сплавов группы ВЖН;</li> <li>21. Технология получения и области применения сплава ТН20;</li> <li>22. Составы, технология получения, области применения сплавов марки СТИМ;</li> <li>23. Многогранные неперетачиваемые пластины (МНП): преимущества и недостатки;</li> <li>24. Критерии выбора материала покрытия для режущего инструмента. Характеристика соединений, используемых в качестве износостойких покрытий для ТС;</li> <li>25. Нанесение покрытий методом ДТ: основные стадии, сущность метода;</li> <li>26. Нанесение покрытий методом ГТ: основные стадии, сущность метода;</li> <li>27. Нанесение покрытий методом КВТК: основные стадии, сущность метода;</li> <li>28. Многослойные покрытия на ТС: методы нанесения, составы, свойства.</li> <li>29. Особенности износа твердых сплавов при резании металлов и сплавов.</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Общая характеристика твердых сплавов: классификация, марки сплавов, свойства. Основные области применения твердых сплавов с учетом теоретических основ прочности.	ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Изучение свойств твердых сплавов и их классификации, а также наиболее важных областей применения.
P2	Характер изменения свойств сплавов WC – Co, WC – TaC – Co от основных факторов, влияющих на свойства.	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3	Изучение магнитных, физических и механических свойств твердых сплавов WC – Co, WC – TaC – Co от их состава и параметров структуры
P3	Характер изменения свойств твердых сплавов WC – TiC – Co, WC – TiC – TaC – Co (2-х фазных и 3-х фазных) от основных факторов, влияющих на свойства.	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3	Изучение магнитных, физических и механических свойств твердых сплавов WC – TiC – Co, WC – TiC – TaC – Co (2-х фазных и 3-х фазных) от их состава и параметров структуры
P4	Теории прочности твердых сплавов, предложенные разными исследователями.	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3	Изучение различных теорий прочности твердых сплавов применительно к сплавам WC-Co, WC-TiC-Co, WC-TiC-TaC-Co.
P5	Тенденция развития современных спеченных твердых сплавов. Нано- и ультрадисперсные твердые сплавы.	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-4-В2;ПК-4-В3	Изучение тенденций развития современных спеченных твердых сплавов, а также знакомство с технологиями получения нано- и ультрадисперсных твердых сплавов.

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Образец билета к зачету с оценкой по курсу "Теоретические основы прочности твердых сплавов"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Институт экотехнологий и инжиниринга

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки "Металлургия", 22.04.02

Теоретические основы прочности твердых сплавов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ**

1 Зависимость свойств сплавов ТК, ТТК от содержания кобальта, размера зерна карбидных фаз, температуры испытания, содержания TiC (TaC)

2 Применение теории Гриффитса-Орована к объяснению прочности твердых сплавов

3 Технология получения и области применения сплава ТТ7К12

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Методика оценки обучающегося на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, грамотно и непротиворечиво излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации, а также когда обучающийся способен применять полученные теоретические знания для решения практических расчетных задач.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, четко излагает материал без существенных противоречий в информации, а также способен с минимальными ошибками применять полученные теоретические знания для решения практических расчетных задач.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, исправляет допущенные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя, знает основные и дополнительные источники информации по программе дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос .

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Панов В. С., Чувилин А. М., Фальковский В. А.	Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них: учеб. пособие для вузов спец. 110800 - Порошк. металлургия, композиц. материалы, покрытия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2004
Л1.2	Панов В. С., Коняшин И. Ю., Левашов Е. А., Зайцев А. А.	Твердые сплавы: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2019

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Третьяков В. И.	Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1976

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Панов В. С.	Теоретические основы прочности спеченных твердых сплавов: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Научная электронная библиотека e-library.	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Э2	База данных научной литературы сайта <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> (изд. Elsevier)	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-107	Лаборатория прессования и формования:	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-107	Лаборатория прессования и формования:	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

При изучении данной дисциплины обучающемуся понадобятся знания, полученные при изучении дисциплин "Теоретические основы прессования и спекания", "Получение металлических порошков", "Свойства порошков и методы их определения". Также понадобятся знания по металловедению и механическим свойствам материалов.