

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 27.05.2024 10:00

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/Е.В. Сафонов/

«15» февраля 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология получения продукции из разнородных металлов и порошков

Направление подготовки

**22.03.02. «Металлургия»**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Инновации в металлургии»**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очно-заочная, заочная**

Москва, 2024 г.

**Разработчик:**

Доцент кафедры металлургии



Шульгин А.В.

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой металлургии



Шульгин А.В.

## Содержание

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....            | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре образовательной программы.....                  | 5  |
| 3.   | Структура и содержание дисциплины.....                                       | 5  |
| 3.1. | Виды учебной работы и трудоемкость.....                                      | 5  |
| 3.2. | Тематический план изучения дисциплины.....                                   | 6  |
| 3.3. | Содержание дисциплины.....   | 10 |
| 3.4. | Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий.....                | 15 |
| 3.5. | Тематика курсовых проектов (курсовых работ).....                             | 15 |
| 4.   | Учебно-методическое и информационное обеспечение.....                        | 15 |
| 4.1. | Нормативные документы и ГОСТы.....   | 15 |
| 4.2. | Основная литература.....   | 15 |
| 4.3. | Дополнительная литература.....   | 17 |
| 4.4. | Электронные образовательные ресурсы.....                                     | 17 |
| 4.5. | Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение.....        | 17 |
| 4.6. | Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы | 18 |
| 5.   | Материально-техническое обеспечение.....                                     | 18 |
| 6.   | Методические рекомендации.....   | 18 |
| 6.1. | Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения.....     | 18 |
| 6.2. | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....            | 19 |
| 7.   | Фонд оценочных средств.....  | 19 |
| 7.1. | Методы контроля и оценивания результатов обучения.....                       | 19 |
| 7.2. | Шкала и критерии оценивания результатов обучения.....                        | 19 |
| 7.3. | Оценочные средства.....  | 21 |

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

- Цель – подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, формирование общеинженерных знаний и умений;
- изучение основ пластической деформации композиционных материалов, а также применяемого для реализации этих процессов оборудования.

Задачи:

- получения необходимых знаний, на базе которых будущий специалист сможет профессионально решать задачи в области пластической деформации композиционных материалов

Планируемые результаты обучения – освоение основных закономерностей процессов пластической деформации, способов производства металлопродукции, овладение теоретическими основами природой прочности, пластичности и разрушения металлов и сплавов

Обучение по дисциплине «Технология получения продукции из разнородных металлов и порошков» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

2.

| <b>Код и наименование компетенций<br/>Место дисциплины в структуре образовательной программы</b>  | <b>Индикаторы достижения<br/>программы компетенции</b>  |
|---|---|
| ПК-1. Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты | ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований<br><br>ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы<br><br>ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования |
| ПК-2 Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты  | ИПК-2.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований<br><br>ИПК-2.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы<br>ИПК-2.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования     |

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

«Технология получения продукции из разнородных металлов и порошков» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Физика;
- Metallургическая теплотехника;
- Материаловедение.
- «Metallургические технологии».
- «Теория обработки металлов давлением»;
- «Порошковая металлургия».
- «Моделирование и оптимизация metallургических процессов»;
- «Моделирование технических объектов».

### 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

#### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

##### 3.1.1.Очно-заочная форма обучения

| п/п      | № Вид учебной работы             | Количество часов (всего) | Семестр        |         |
|----------|----------------------------------|--------------------------|----------------|---------|
|          |                                  |                          | 7              | 8       |
| <b>1</b> | <b>Аудиторные занятия</b>        | <b>36</b>                | 18             | 18      |
|          | В том числе:                     |                          |                |         |
| 1.1      | Лекции                           | 18                       | 9              | 9       |
| 1.2      | Семинарские/практические занятия | 18                       | 9              | 9       |
| 1.3      | Лабораторные занятия             |                          |                |         |
| <b>2</b> | <b>Самостоятельная работа</b>    | <b>72</b>                | 36             | 36      |
| <b>3</b> | <b>Промежуточная аттестация</b>  |                          |                |         |
|          | Зачет/диф.зачет/экзамен          |                          | Зачет, Экзамен |         |
|          | <b>Итого</b>                     | <b>108</b>               | зачет          | экзамен |

##### 3.1.2.Заочная форма обучения

| п/п      | № Вид учебной работы             | Количество часов (всего) | Семестр        |         |
|----------|----------------------------------|--------------------------|----------------|---------|
|          |                                  |                          | 8              | 9       |
| <b>1</b> | <b>Аудиторные занятия</b>        | <b>10</b>                | 5              | 5       |
|          | В том числе:                     |                          |                |         |
| 1.1      | Лекции                           | 6                        | 3              | 3       |
| 1.2      | Семинарские/практические занятия | 4                        | 2              | 2       |
| 1.3      | Лабораторные занятия             |                          |                |         |
| <b>2</b> | <b>Самостоятельная работа</b>    | <b>98</b>                | 49             | 49      |
| <b>3</b> | <b>Промежуточная аттестация</b>  |                          |                |         |
|          | Зачет/диф.зачет/экзамен          |                          | Зачет, Экзамен |         |
|          | <b>Итого</b>                     | <b>108</b>               | зачет          | экзамен |

#### 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

| п/п              | Разделы/темы<br>Дисциплины  | Трудоемкость, час |                   |   |                         |                            |                           |
|------------------|---|-------------------|-------------------|---|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                  |   | Всего             | Аудиторная работа |   |                         |                            | Самостоятельная<br>работа |
|                  |   |                   | Лекции            | Семинарские/<br>практические<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | Практическая<br>подготовка |                           |
| <b>7 семестр</b> |   |                   |                   |   |                         |                            |                           |
| <b>1</b>         | <b>Раздел 1. Введение</b>   | <b>16</b>         | <b>2</b>          | <b>4</b>                                |                         |                            | <b>10</b>                 |
| 1.1              | Тема 1. Сущность технологии пластической деформации композиционных материалов на основе металлических порошков, ее достоинства (технические, экономические, экологические), недостатки, области применения. Краткие исторические сведения, современное состояние пластической деформации композиционных материалов за рубежом и в нашей стране. Перспективы и основные направления развития порошковой металлургии. |                   | 1                 | 2                                       |                         |                            | 5                         |
| 1.2              | Тема 2. Свойства порошков и способы их определения. Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков. Физические свойства. Технологические свойства. Классификация и маркировка металлических порошков  |                   | 1                 | 2                                       |                         |                            | 5                         |
| <b>2</b>         | <b>Раздел 2. Способы получения металлических порошков</b>   | <b>23</b>         | <b>4</b>          | <b>3</b>                                |                         |                            | <b>16</b>                 |
| 2.1              | Тема 1. Механические способы получения порошков. Теория и практика размолла в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах. Различные варианты распыления. Грануляция.   |                   | 1                 | 1                                       |                         |                            | 7                         |
| 2.2              | Тема 2. Физико-химические   |                   | 1                 | 1                                       |                         |                            | 7                         |

|                  |   |           |          |          |  |  |           |
|------------------|---|-----------|----------|----------|--|--|-----------|
|                  | способы получения порошков<br>Восстановление. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления.   |           |          |          |  |  |           |
| 2.3              | Тема 3. Получение порошков электролизом растворов и расплавов. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация, межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков. Выбор способа получения порошков..  |           | 2        | 1        |  |  | 7         |
| 3                | <b>Раздел 3. Основы теории и технологии формирования композиционных материалов на основе металлических порошков</b>   | <b>13</b> | <b>3</b> | <b>2</b> |  |  | <b>10</b> |
| 3.1              | Тема 1. Перспективы создания композиционных и порошковых материалов. Достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области создания теории и практики получения композиционных и порошковых материалов.   |           | 2        | 1        |  |  | 7         |
| 3.2              | Тема 2. Роль и место процессов формирования в технологии получения порошковых композиционных материалов   |           | 1        | 1        |  |  | 7         |
| <b>8 семестр</b> |   |           |          |          |  |  |           |
| 4                | <b>Раздел 4. Теоретические основы компактирования порошковых материалов</b>   | <b>18</b> | <b>3</b> | <b>3</b> |  |  | <b>12</b> |
| 4.1              | Тема 1. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования. Распределение плотности по объему спрессованного брикета. Трение при прессовании. Боковое давление. Упругое последствие. Давление выталкивания. Влияние смазки на процесс формирования.. |           | 1        | 1        |  |  | 4         |
| 4.2              | Тема 2. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формирования. Прочность прессовок и факторы ее определяющие. Распределение напряжений и плотности при  |           | 1        | 1        |  |  | 4         |

|     |  |           |          |          |  |           |
|-----|--|-----------|----------|----------|--|-----------|
|     | прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формования.  |           |          |          |  |           |
| 4.3 | Тема 3. Активирование процессов формования. Брак при прессовании и факторы, его обуславливающие  |           | 1        | 1        |  | 4         |
| 5   | <b>Раздел 5. Процессы компактирования заготовок и изделий из порошков</b>  | <b>18</b> | <b>3</b> | <b>3</b> |  | <b>12</b> |
| 5.1 | Тема 1. Классификация методов формования. Одно и двухстороннее прессование. Дозировка, шихты. Пресс-инструмент для холодного прессования. Изостатическое прессование. Холодное и горячее газостатическое и гидростатическое прессование и прессование в эластичных оболочках. Непрерывное формование. Распределение напряжений и плотности при мундштучном прессовании, холодной и горячей экструзии заготовок.. |           | 1        | 1        |  | 4         |
| 5.2 | Тема 2. Экструзия в металлических оболочках. Технология мундштучного формования. Закономерности холодной и горячей прокатки щитов и лент из порошков. Способы вибрационного формования. Особенности уплотнения при вибрации малопластичных порошков. Технология горячего прессования и ее разновидности - ДГП, горячая ковка, штамповка и др. Пресс-инструмент для горячего прессования.                         |           | 1        | 1        |  | 4         |
| 5.3 | Тема 3. Шликерное формование - особенности, технология. Высокоскоростные методы формования: взрывное, электрогидравлическое, электромагнитное, магнитодинамическое и пневмомеханическое, особенности, технология формования. Качество изделий и методы его контроля. Приборы для контроля. Способы устранения брака при прессовании. Техника безопасности при формовании.  |           | 1        | 1        |  | 4         |



|              |   |            |           |           |  |           |
|--------------|---|------------|-----------|-----------|--|-----------|
| 6            | <b>Раздел 6. Основы обработки и пластического деформирования композиционных материалов на основе металлических порошков</b>   | <b>17</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  |  | <b>12</b> |
| 6.1          | Тема 1. Осадка композиционных материалов. Выдавливание композиционных материалов. Открытая прошивка. Прямое прессование сплошных и полых профилей. Обратное прессование сплошных и полых профилей. Комбинированное прессование. Прокатка скомпактированных спеченных заготовок. Деформационные параметры. Отставание и опережение. Уширения при прокатке  |            | 1         | 1         |  | 4         |
| 6.2          | Тема 2. Деформационные и силовые параметры композиционных металлических порошковых материалов. Параметры пористости в расчетах силовых показателей. Сопротивление пластической деформации скомпактированных спеченных заготовок из двухкомпонентных порошковых материалов. Композит «медь – железо», «цинк – медь» «медь – никель». Сопротивление пластической деформации компактированных спеченных заготовок из трехкомпонентных порошковых материалов. Композит «железо – медь – цинк», «железо – медь – никель» |            | 1         | 1         |  | 4         |
| 6.3          | Тема 3. Оборудование для процессов компактирования, прессования и спекания композиционных материалов. Основы расчета выбора оборудования для компактирования и обработки давлением композиционных материалов.   |            | 1         | 1         |  | 4         |
| <b>Итого</b> |   | <b>108</b> | <b>18</b> | <b>18</b> |  | <b>72</b> |

### 3.2.2. Заочная форма обучения

| п/п | Разделы/темы<br>Дисциплины | Трудоемкость, час |                   |   |
|-----|----------------------------|-------------------|-------------------|---|
|     |                            | в                 | се                | а |
|     |                            |                   | Аудиторная работа | С |

|          |   | го        | Лекции   | Семинарские/<br>практические<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | Практическая<br>подготовка | мостоятельная<br>работа |
|----------|---|-----------|----------|---|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
|          | <b>8 семестр</b>  |           |          |   |                         |                            |                         |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Введение</b>   | <b>17</b> | <b>1</b> |   |                         |                            | <b>16</b>               |
| 1.1      | Тема 1. Сущность технологии пластической деформации композиционных материалов на основе металлических порошков, ее достоинства (технические, экономические, экологические), недостатки, области применения. Краткие исторические сведения, современное состояние пластической деформации композиционных материалов за рубежом и в нашей стране. Перспективы и основные направления развития порошковой металлургии. |           | 1        |   |                         |                            | 8                       |
| 1.2      | Тема 2. Свойства порошков и способы их определения. Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков. Физические свойства. Технологические свойства. Классификация и маркировка металлических порошков  |           |          |   |                         |                            | 8                       |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Способы получения металлических порошков</b>   | <b>20</b> | <b>1</b> | <b>1</b>                                |                         |                            | <b>18</b>               |
| 2.1      | Тема 1. Механические способы получения порошков. Теория и практика размолла в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах. Различные варианты распыления. Грануляция.   |           | 1        | 1                                       |                         |                            | 6                       |
| 2.2      | Тема 2. Физико-химические способы получения порошков. Восстановление. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления.   |           |          |   |                         |                            | 6                       |
| 2.3      | Тема 3. Получение порошков электролизом растворов и расплавов. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация,  |           |          | 1                                       |                         |                            | 6                       |

|                  |   |           |          |          |  |  |           |
|------------------|---|-----------|----------|----------|--|--|-----------|
|                  | межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков. Выбор способа получения порошков..   |           |          |          |  |  |           |
| 3                | <b>Раздел 3. Основы теория и технологии формирования композиционных материалов на основе металлических порошков</b>   | <b>16</b> | <b>1</b> |          |  |  | <b>15</b> |
| 3.1              | Тема 1. Перспективы создания композиционных и порошковых материалов. Достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области создания теории и практики получения композиционных и порошковых материалов.   |           | 1        |          |  |  | 8         |
| 3.2              | Тема 2. Роль и место процессов формирования в технологии получения порошковых композиционных материалов   |           |          |          |  |  | 7         |
| <b>9 семестр</b> |   |           |          |          |  |  |           |
| 4                | <b>Раздел 4. Теоретические основы компактирования порошковых материалов</b>   | <b>17</b> | <b>1</b> | <b>1</b> |  |  | <b>15</b> |
| 4.1              | Тема 1. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования. Распределение плотности по объему спрессованного брикета. Трение при прессовании. Боковое давление. Упругое последствие. Давление выталкивания. Влияние смазки на процесс формирования.. |           | 1        | 1        |  |  | 7         |
| 4.2              | Тема 2. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формирования. Прочность прессовок и факторы ее определяющие. Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формирования.  |           |          |          |  |  | 4         |
| 4.3              | Тема 3. Активирование процессов формирования. Брак при прессовании и факторы, его обуславливающие   |           |          |          |  |  | 4         |
| 5                | <b>Раздел 5. Процессы компактирования заготовок и изделий из порошков</b>   | <b>14</b> | <b>1</b> | <b>1</b> |  |  | <b>16</b> |
| 5.1              | Тема 1. Классификация методов формирования. Одно и двухстороннее  |           | 1        |          |  |  | 4         |

|     |   |    |   |   |  |  |    |
|-----|---|----|---|---|--|--|----|
|     | <p>прессование. Дозировка, шихты. Пресс-инструмент для холодного прессования. Изостатическое прессование. Холодное и горячее газостатическое и гидростатическое прессование и прессование в эластичных оболочках. Непрерывное формование. Распределение напряжений и плотности при мундштучном прессовании, холодной и горячей экструзии заготовок..</p>  |    |   |   |  |  |    |
| 5.2 | <p>Тема 2. Экструзия в металлических оболочках. Технология мундштучного формования. Закономерности холодной и горячей прокатки щитов и лент из порошков. Способы вибрационного формования. Особенности уплотнения при вибрации малопластичных порошков. Технология горячего прессования и ее разновидности - ДГП, горячая ковка, штамповка и др. Пресс-инструмент для горячего прессования.</p> |    |   |   |  |  | 6  |
| 5.3 | <p>Тема 3. Шликерное формование - особенности, технология. Высокоскоростные методы формования: взрывное, электрогидравлическое, электромагнитное, магнитодинамическое и пневмомеханическое, особенности, технология формования. Качество изделий и методы его контроля. Приборы для контроля. Способы устранения брака при прессовании. Техника безопасности при формовании.</p>                |    |   | 1 |  |  | 6  |
| 6   | <p><b>Раздел 6. Основы обработки и пластического деформирования композиционных материалов на основе металлических порошков</b></p>  | 19 | 1 |   |  |  | 18 |
| 6.1 | <p>Тема 1. Осадка композиционных материалов. Выдавливание композиционных материалов. Открытая прошивка. Прямое прессование сплошных и полых профилей. Обратное прессование сплошных и полых профилей. Комбинированное прессование.</p>  |    | 1 |   |  |  | 6  |

|              |   |            |          |          |  |  |           |
|--------------|---|------------|----------|----------|--|--|-----------|
|              | Прокатка скомпактированных спеченных заготовок. Деформационные параметры. Отставание и опережение. Уширения при прокатке  |            |          |          |  |  |           |
| 6.2          | Тема 2. Деформационные и силовые параметры композиционных металлических порошковых материалов. Параметры пористости в расчетах силовых показателей. Сопротивление пластической деформации скомпактированных спеченных заготовок из двухкомпонентных порошковых материалов. Композит «медь – железо», «цинк – медь» «медь – никель». Сопротивление пластической деформации компактированных спеченных заготовок из трехкомпонентных порошковых материалов. Композит «железо – медь – цинк», «железо – медь – никель» |            |          |          |  |  | 6         |
| 6.3          | Тема 3. Оборудование для процессов компактирования, прессования и спекания композиционных материалов. Основы расчета выбора оборудования для компактирования и обработки давлением композиционных материалов.   |            |          |          |  |  | 6         |
| <b>Итого</b> |   | <b>108</b> | <b>6</b> | <b>4</b> |  |  | <b>98</b> |

### 3.3 Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Введение

Тема 1. Сущность технологии пластической деформации композиционных материалов на основе металлических порошков, ее достоинства (технические, экономические, экологические), недостатки, области применения. Краткие исторические сведения, современное состояние пластической деформации композиционных материалов за рубежом и в нашей стране. Перспективы и основные направления развития порошковой металлургии.

Тема 2. Свойства порошков и способы их определения. Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков. Физические свойства. Технологические свойства. Классификация и маркировка металлических порошков

#### **Раздел 2. Способы получения металлических порошков**

Тема 1. Механические способы получения порошков.

Теория и практика размол в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах. Различные варианты распыления. Грануляция.

Тема 2. Физико-химические способы получения порошков. Восстановление. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления.

Тема 3. Получение порошков электролизом растворов и расплавов. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация, межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков. Выбор способа получения порошков..

### **Раздел 3. Основы теории и технологии формования композиционных материалов на основе металлических порошков**

Тема 1. Перспективы создания композиционных и порошковых материалов. Достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области создания теории и практики получения композиционных и порошковых материалов.

Тема 2. Роль и место процессов формования в технологии получения порошковых композиционных материалов

#### **Раздел 4. Теоретические основы компактирования порошковых материалов**

Тема 1. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования. Распределение плотности по объему спрессованного брикета. Трение при прессовании. Боковое давление. Упругое последствие. Давление выталкивания. Влияние смазки на процесс формования..

Тема 2. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формования. Прочность прессовок и факторы ее определяющие. Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формования.

Тема 3. Активирование процессов формования. Брак при прессовании и факторы, его обуславливающие

#### **Раздел 5. Процессы компактирования заготовок и изделий из порошков**

Тема 1. Классификация методов формования. Одно и двухстороннее прессование. Дозировка, шихты. Пресс-инструмент для холодного прессования. Изостатическое прессование. Холодное и горячее газостатическое и гидростатическое прессование и прессование в эластичных оболочках. Непрерывное формование. Распределение напряжений и плотности при мундштучном прессовании, холодной и горячей экструзии заготовок..

Тема 2. Экструзия в металлических оболочках. Технология мундштучного формования. Закономерности холодной и горячей прокатки щитов и лент из порошков. Способы вибрационного формования. Особенности уплотнения при вибрации малопластичных порошков. Технология горячего прессования и ее разновидности - ДПП, горячая ковка, штамповка и др. Пресс-инструмент для горячего прессования.

Тема 3. Шликерное формование - особенности, технология. Высокоскоростные методы формования: взрывное, электрогидравлическое, электромагнитное, магнитодинамическое и пневмомеханическое, особенности, технология формования. Качество изделий и методы его контроля. Приборы для контроля. Способы устранения брака при прессовании. Техника безопасности при формовании.

### **Раздел 6. Основы обработки и пластического деформирования композиционных материалов на основе металлических порошков**

Тема 1. Осадка композиционных материалов. Выдавливание композиционных материалов. Открытая прошивка. Прямое прессование сплошных и полых профилей. Обратное прессование сплошных и полых профилей. Комбинированное прессование. Прокатка скомпактированных спеченных заготовок. Деформационные параметры. Отставание и опережение. Уширения при прокатке

Тема 2. Деформационные и силовые параметры композиционных металлических порошковых материалов. Параметры пористости в расчетах силовых показателей. Сопротивление пластической деформации скомпактированных спеченных заготовок из двухкомпонентных порошковых материалов. Композит «медь – железо», «цинк – медь» «медь – никель». Сопротивление пластической деформации компактированных спеченных заготовок из трехкомпонентных порошковых материалов. Композит «железо – медь – цинк», «железо – медь – никель»

Тема 3. Оборудование для процессов компактирования, прессования и спекания композиционных материалов.

Основы расчета выбора оборудования для компактирования и обработки давлением композиционных материалов.

### **3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий**

#### **3.4.1.Семинарские/практические занятия**

Практическое занятие 1. Исследование процесса компактирования композиционных материалов из металлических порошков «железо-медь-никель» с содержанием железного порошка 60%, медного порошка 30%, никелевого порошка 10%

Практическое занятие 2 Исследование процесса компактирования композиционных материалов из металлических порошков «железо-медь-никель» с содержанием железного порошка 60%, медного порошка 30%, никелевого порошка 10%

Практическое занятие 3. Исследование процесса компактирования композиционных материалов из металлических порошков «медь-железо» с содержанием медного порошка 70%, железного порошка 30%

#### **3.4.2.Лабораторные занятия**

Учебным планом не предусмотрены

### **3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)**

Учебным планом не предусмотрены

## **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

### **4.1 Нормативные документы и ГОСТы**

При изучении дисциплины не предусмотрены

### **4.2 Основная литература**

1. Слесарчук, В. А. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Слесарчук. – 2-е изд., стер. – Минск: РИПО, 2015. - 392 с. Режим доступа:<http://www.knigafund.ru/books/207983> .- Загл. с экрана.

2. Обработка давлением металлов и заготовок из скомпактированных спеченных металлических порошков: монография / Кохан Л.С., Коростелев А.Б., Роберов И.Г., Мочалов А.Н. М.: МГВМИ, 2008. – 256 с.

3. Теория компактирования металлических порошковых материалов: монография / Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Роберов И.Г. — М.: ВИНТИ, 2004. – 235 с.

4. Пластическая деформация пористых материалов / Шестаков Н.А., Субич В.Н., Демин В.А. – М.: МГИУ, 2008. – 276 с.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Уплотнение, консолидация и разрушение пористых материалов / Шестаков Н.А., Субич В.Н., Демин В.А. – М.: Физматлит, – 2011. – 264 с.
2. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учеб. для вузов / Ю. П. Солнцев, Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2006. - 504 с. — Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/185969>. — Загл. с экрана.
3. Никифорова, Э. М. Теоретические основы, технология получения и свойства порошковых материалов [Электронный ресурс] : курс лекций / Э. М. Никифорова, О. А. Артемьева, А. Г. Верхотуров. Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – Режим доступа: [http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1830/u\\_lecture.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1830/u_lecture.pdf). — Загл. с экрана.
4. Основы металлургического производства [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90165>. — Загл. с экрана.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru> в разделе «Электронные ресурсы».

– Интерактивный учебник: основы металлургии | Металлургический портал MetalSpace.ru

<http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html>

– Металлургические процессы <http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgicalprocesses.html>

– Видеоролики о металлургии. metalrf.ru <http://www.metalrf.ru/video>

Технология получения продукции из разнородных мет. и порошков  
<https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4771>

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| №  | Наименование | Разработчик ПО (правообладатель) | Доступность (лицензионное, свободно распространяемое) | Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)  |
|----|--------------|----------------------------------|---|---|
| 1. | Мой Офис     | ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"  | Лицензионное  | <a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375</a> |



#### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| №                                       | Наименование   | Ссылка на ресурс  | Доступность                              |
|---|--|---|--|
| <b>Информационно-справочные системы</b> |  |   |  |
| 1.                                      | Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс              | <a href="http://www.consultant.ru">http:// www.consultant.ru</a>      | Доступно                                 |
| <b>Электронно-библиотечные системы</b>  |  |   |  |
| 1.                                      | Лань   | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>           | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 2.                                      | IPR Books  | <a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a> | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| <b>Профессиональные базы данных</b>     |  |   |  |
| 1.                                      | База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>           | Доступно                                 |

### 5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

### 6. Методические рекомендации

#### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

- диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;
- моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по

данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

- компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

- использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

## **6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

## **7. Фонд оценочных средств**

### **7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения**

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

### **7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения**

**Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета и экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится

преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

По системе «Зачет» оцениваются знания и умения в устных и письменных ответах студентов. При этом учитывается: глубина знаний, их полнота и владение необходимыми умениями (в объеме полной программы); осознанность и самостоятельность применения знаний и способов учебной деятельности, логичность изложения материала, включая обобщения, выводы (в соответствии с заданным вопросом), соблюдение норм литературной речи.

Зачет оценивается по двухуровневой системе.

| Шкала оценивания | Описание  |
|------------------|---|
| Зачтено          | выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено       | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                           |

Экзамен оценивается по пятибальной системе

| Шкала оценивания  | Описание  |
|-------------------|---|
| Отлично           | Обучающийся дает полный и правильный ответ, обнаруживает осознанное усвоение программного материала, подтверждает ответ своими примерами;   |
| Хорошо            | Обучающийся дает ответ, близкий к требованиям, установленным для оценки «отлично», но допускает 1-2 неточности в речевом оформлении ответа, которые легко исправляет сам или с небольшой помощью преподавателя; |
| Удовлетворительно | обучающийся в целом обнаруживает понимание излагаемого материала, но отвечает неполно, по наводящим вопросам  |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | преподавателя, затрудняется самостоятельно привести примеры, допускает ошибки, которые исправляет только с помощью преподавателя, излагает материал несвязно, недостаточно последовательно, допускает неточности в употреблении слов и построении словосочетаний и предложений; |
| Неудовлетворительно | обучающийся обнаруживает незнание основных положений или большей части изученного материала, допускает ошибки в формулировках, не может исправить их даже с помощью наводящих вопросов преподавателя, речь прерывиста, непоследовательна, алогична, с речевыми ошибками..       |

### 7.3 Оценочные средства

#### 7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- изучение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как [www.anticor.ru](http://www.anticor.ru), <http://www.naukaran.ru>, <http://www.maik.ru> и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

#### 7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Код компетенции</b> | <b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b> |
|------------------------|--|

|      |   |
|------|---|
| ПК-1 | Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты |
| ПК-2 | Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### **Контрольные вопросы для зачета**

1. Сущность технологии пластической деформации композиционных материалов на основе металлических порошков.
2. Свойства порошков и способы их определения. Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков.
3. Физические и технологические свойства металлических порошков.
4. Классификация и маркировка металлических порошков.
5. Способы получения металлических порошков. Форма частиц порошков.
6. Механические способы получения порошков. Теория и практика размола в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах.
7. Физико-химические способы получения порошков. Восстановление. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами.
8. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления.
9. Получение порошков электролизом растворов и расплавов.
10. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация, межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков.
11. Перспективы создания композиционных и порошковых материалов. Роль и место процессов формования в технологии получения порошковых композиционных материалов.
12. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования.
13. Распределение плотности по объему спрессованного брикета.
14. Трение при прессовании. Боковое давление.
15. Упругое последствие. Давление выталкивания.
16. Влияние смазки на процесс формования.
17. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формования. Прочность прессовок и факторы ее определяющие.
18. Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формования.
19. Активирование процессов формования. Брак при прессовании и факторы, его обуславливающие.

### Контрольные вопросы для экзамена

1. Сущность технологии пластической деформации композиционных материалов на основе металлических порошков.
2. Свойства порошков и способы их определения. Химический состав, вредные примеси, химические свойства порошков.
3. Физические и технологические свойства металлических порошков.
4. Классификация и маркировка металлических порошков.
5. Способы получения металлических порошков. Форма частиц порошков.
6. Механические способы получения порошков. Теория и практика размола в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных, вибромельницах и других агрегатах.
7. Физико-химические способы получения порошков. Восстановление. Термодинамика и кинетика восстановления газами, твердым углеродом, металлами.
8. Получение порошков железа, цветных металлов и сплавов, тугоплавких соединений методом восстановления.
9. Получение порошков электролизом растворов и расплавов.
10. Диссоциация карбониллов, цементация, конденсация, межкристаллитная коррозия и другие физико-химические способы получения металлических порошков. Перспективы создания композиционных и порошковых материалов. Роль и место процессов формования в технологии получения порошковых композиционных материалов.
11. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования.
12. Распределение плотности по объему спрессованного брикета.
13. Трение при прессовании. Боковое давление.
14. Упругое последствие. Давление выталкивания.
15. Влияние смазки на процесс формования.
16. Особенности поведения хрупких и пластичных порошков во время формования. Прочность прессовок и факторы ее определяющие.
17. Распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы, их зависимость от метода формования.
18. Активирование процессов формования. Браки при прессовании и факторы, его обуславливающие.
19. Классификация методов формования. Одно и двухстороннее прессование.
20. Пресс-инструмент для холодного прессования.
21. Изостатическое прессование. Холодное и горячее газостатическое и гидростатическое прессование и прессование в эластичных оболочках.
22. Непрерывное формование. Распределение напряжений и плотности при мундштучном прессовании, холодной и горячей экструзии заготовок.
23. Экструзия в металлических оболочках. Технология мундштучного формования.
24. Технология горячего прессования и ее разновидности - ДГП, горячая ковка, штамповка и др.
25. Пресс-инструмент для горячего прессования.
26. Шликерное формование - особенности, технология.
27. Высокоскоростные методы формования: взрывное, электромагнитное, магнитодинамическое и пневмомеханическое, особенности, технология формования.

28. Качество изделий и методы его контроля. Приборы для контроля. Способы устранения брака при прессовании.
  29. Твердофазное спекание.
  30. Спекание однокомпонентных систем. Движущие силы спекания.
  31. Стадии процесса спекания. Механизм массопереноса.
  32. Спекание многокомпонентных систем.
  33. Спекание системы с неограниченной растворимостью компонентов.
  34. Спекание системы с ограниченной растворимостью компонентов. Спекание системы с нерастворимыми компонентами.
  35. Осадка композиционных материалов.
  36. Выдавливание композиционных материалов.
  37. Открытая прошивка.
  38. Прямое прессование сплошных и полых профилей.
  39. Обратное прессование сплошных и полых профилей.
  40. Комбинированное прессование. Прокатка скомпактированных спеченных заготовок.
  41. Деформационные параметры при прокатке. Отставание и опережение. Уширения при прокатке.
  42. Деформационные и силовые параметры композиционных металлических порошковых материалов.
  43. Параметры пористости в расчетах силовых показателей.
  44. Определение сопротивления пластической деформации скомпактированных спеченных заготовок из двухкомпонентных порошковых материалов.
  45. Определение сопротивления пластической деформации скомпактированных спеченных заготовок из трехкомпонентных порошковых материалов.
  46. Оборудование для процессов компактирования, спекания композиционных материалов. Оборудование для процессов компактирования и прессования композиционных материалов
  47. Параметры выбора оборудования для спекания композиционных материалов.
  48. Параметры выбора оборудования для компактирования, прессования композиционных материалов.
- Основы расчета выбора оборудования для компактирования и обработки давлением композиционных материалов.